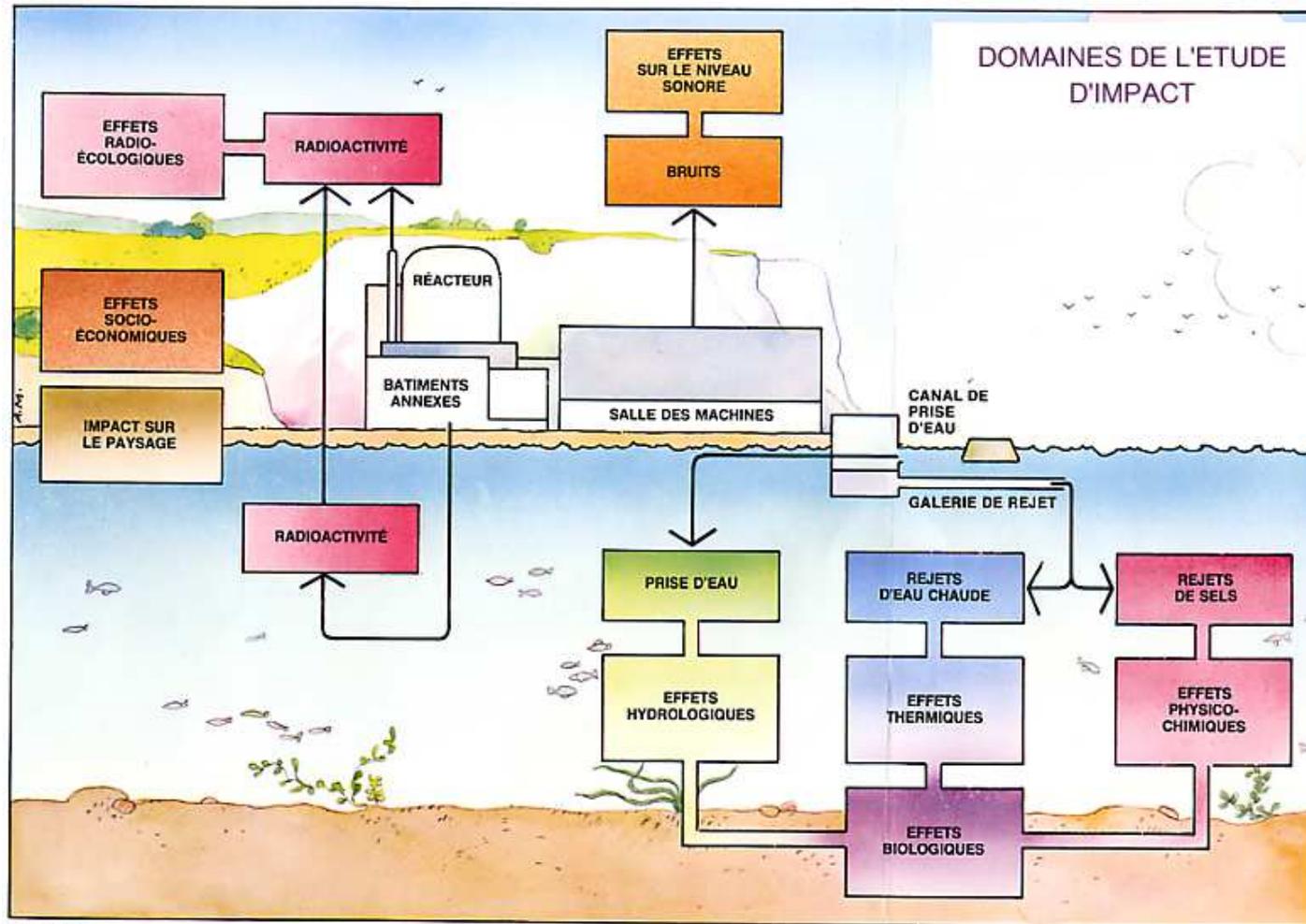


La présente étude d'impact comporte trois pièces répondant aux exigences réglementaires :

- **Pièce B** : description de l'installation, de son fonctionnement et de son chantier de construction,
- **Pièce C** : description de l'environnement du site constituant l'état initial,
- **Pièce E** : évaluation de l'impact du projet.

Elle est accompagnée d'un résumé non technique présenté au volume 1.

Les domaines étudiés dans l'étude d'impact sont schématisés sur la figure en page suivante.



Domaines de l'étude d'impact

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE

SOCIÉTÉ ANONYME

MONTANT DU CAPITAL SOCIAL : 911 085 545 €
SIREN : 552 081 317 RCS PARIS
Siège social : 20-30 avenue de Wagram – 75008 Paris

DIRECTION PRODUCTION INGENIERIE

DIVISION INGENIERIE NUCLEAIRE

**CENTRALE NUCLEAIRE DE
FLAMANVILLE**

UNITE 3

COMMUNE DE FLAMANVILLE

DEPARTEMENT DE LA MANCHE

DEMANDE D'AUTORISATION DE CREATION

Loi n° 61-862 du 2 août 1961 modifiée
Décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963 modifié

DOCUMENT 6

ETUDE D'IMPACT

Le document 6 comprend :

- une étude d'impact présentée au volume 3/3
- un résumé non technique de l'étude d'impact présenté ci-après



Direction Production Ingénierie
Division Ingénierie Nucléaire
Centrale Nucléaire de Flamanville
Commune de Flamanville – Département de la Manche

DOCUMENT 6

RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE D'IMPACT
DE LA CREATION DE L'UNITE 3
DE PRODUCTION ELECTRONUCLEAIRE



photomontage du site de Flamanville avec la nouvelle unité de production (à gauche sur la photo)

L'objectif du document

Ce document accompagne l'étude d'impact de la demande d'autorisation de création d'une troisième unité de production électronucléaire, de type EPR, sur le site de Flamanville. Il constitue le résumé non technique de l'étude d'impact exigé par la réglementation.

L'étude d'impact fournie au volume 3 est composée de 3 pièces :

- Pièce B : description de l'installation, de son fonctionnement et de son chantier de construction,
- Pièce C : description de l'environnement du site, correspondant à l'état initial avant implantation de la nouvelle installation,
- Pièce E : évaluation de l'impact.

Sommaire

I.	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION FLAMANVILLE 3	3
II.	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE	7
III.	IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	9
IV.	IMPACT SUR LA SANTE	17
V.	CHOIX DU PARTI TECHNIQUE RETENU	19
VI.	MESURES PRISES POUR SUPPRIMER, REDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER LES CONSEQUENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE	20
VII.	ANALYSE DES METHODES UTILISEES POUR EVALUER LES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE	24
VIII.	CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT	26
	ANNEXE INFORMATIONS SUR LA RADIOACTIVITE.....	27

I. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION FLAMANVILLE 3

Présentation du projet

L'installation Flamanville 3, de type EPR, European Pressurized Reactor (Réacteur Européen à Eau pressurisée), est constituée d'un réacteur de 1650 MWe¹ environ, dit de troisième génération², du fait des améliorations de conception dont il a bénéficié. Ces améliorations portent notamment sur la sûreté de l'installation et la radioprotection des travailleurs. Des efforts ont également porté sur l'amélioration de la performance environnementale du réacteur avec la réduction des rejets et des déchets proportionnellement à l'énergie produite.

C'est le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Flamanville qui a été choisi pour l'implantation de ce nouveau réacteur.



Il est situé sur le territoire de la commune de Flamanville, en bord de mer, dans le département de la Manche (50), à 21 km au sud-ouest de Cherbourg. Prévu dès l'origine pour l'implantation de quatre unités de production nucléaires, il est constitué aujourd'hui de deux unités identiques de 1300 MWe, de type réacteur à eau pressurisée et de deux plate-formes pré-aménagées pouvant accueillir deux nouvelles unités comme le montre la photo aérienne ci-contre.

La nouvelle unité Flamanville 3 sera implantée en pied de falaise, à côté de l'unité 2, dans le prolongement du canal d'amenée d'eau de mer, comme le montre le photomontage en page suivante.

Elle comprend des bâtiments qui lui sont propres abritant :

- le réacteur nucléaire produisant l'énergie,
- les circuits auxiliaires et de sauvegarde, connectés au réacteur, assurant la maîtrise du fonctionnement normal et accidentel de l'installation,
- la turbine et l'alternateur transformant l'énergie en électricité,
- le pompage de l'eau de mer servant au refroidissement.

¹ MWe = MégaWatt électrique (1 MégaWatt = 1 000 kiloWatt = 1 000 000 Watt)

² Plusieurs générations de centrales électronucléaires se sont succédées : la génération 1 correspond aux premiers réacteurs industriels des années 60 en cours de démantèlement ; les réacteurs de génération 2 sont ceux qui sont exploités actuellement ; les réacteurs de génération 3 correspondent à une évolution technologique des réacteurs de génération 2, ils intègrent les mêmes concepts et sont disponibles aujourd'hui sur le marché ; la génération 4 est à l'état de prototype, ces réacteurs cherchant à mettre en œuvre de nouveaux concepts.

Elle partage par ailleurs avec les installations existantes des bâtiments communs de site moyennant quelques adaptations éventuelles. C'est le cas notamment de bâtiments administratifs, du restaurant d'entreprise, de la station d'épuration, de deux nouveaux bâtiments implantés à l'occasion de Flamanville 3 et dont bénéficiera l'ensemble du site : le nouveau bâtiment d'exploitation et l'usine de dessalement d'eau de mer.



La mise en service de l'installation Flamanville 3 est prévue mi 2012 pour une durée de fonctionnement cible de 60 ans. Elle est précédée d'une phase de construction d'une durée de 6 ans comprenant des travaux de préparation du site puis de construction des bâtiments.

Les travaux préparatoires, d'une durée de 18 mois, comprennent l'installation du chantier, les terrassements de la plate-forme de Flamanville 3, la réalisation d'ouvrages enterrés (galeries techniques) et de consolidation du sol (mise en place de bétons de fondation et de calage).

Ils sont suivis de la construction des bâtiments comprenant le génie-civil puis les montages électromécaniques sur une durée d'environ 3 ans. Ces travaux nécessitent l'utilisation de moyens lourds tels que des grues et des convois spéciaux pour l'acheminement des gros équipements.

En parallèle est construit l'ouvrage de rejet principal en mer constitué d'une galerie sous-marine reliant la plate-forme de Flamanville 3 à un puits de rejet en mer à environ 700 m au large. Il est réalisé en partie à partir d'une plate-forme off-shore et en partie à partir du puits à terre.

Enfin, les essais de démarrage, d'une durée de 20 mois, sont réalisés sur les différentes parties de l'installation pour s'assurer qu'elles remplissent bien les performances attendues.

Principes de fonctionnement de l'installation Flamanville 3

Dans une centrale nucléaire de production d'électricité, comme dans toute centrale thermique, l'énergie libérée par un combustible sous forme de chaleur est transformée en énergie mécanique puis électrique.

Dans une centrale thermique classique, la chaleur provient de la combustion du charbon ou du fioul ; dans une centrale nucléaire, elle provient de la fission³ des noyaux des atomes constituant le combustible nucléaire (voir figure en page suivante).

L'unité de production Flamanville 3 qui va être implantée sur le site de Flamanville est équipée d'un réacteur à eau sous pression (ou eau pressurisée) comme les centrales du parc nucléaire français actuel. Le fonctionnement d'une telle unité de production nucléaire s'articule autour d'un circuit primaire, d'un circuit secondaire et d'un circuit de refroidissement :

- **Le circuit primaire** est un circuit fermé, installé dans une enceinte étanche en béton, qui constitue le bâtiment réacteur.

Il est composé d'un réacteur, c'est-à-dire d'une cuve métallique contenant le combustible nucléaire (cœur du réacteur), et de 4 circuits (boucles) de refroidissement comprenant chacun une pompe primaire et un générateur de vapeur. La cuve du réacteur EPR présente des améliorations par rapport aux centrales existantes permettant de réfléchir encore mieux les neutrons et d'améliorer la manœuvrabilité du réacteur et sa durée de vie.

La chaleur produite par la réaction nucléaire à l'intérieur de la cuve du réacteur est extraite par l'eau sous pression du circuit primaire. L'eau réchauffée transite par les générateurs de vapeur qui sont un lieu d'échange de chaleur, sans contact direct avec le fluide primaire au travers des tubes du générateur de vapeur.

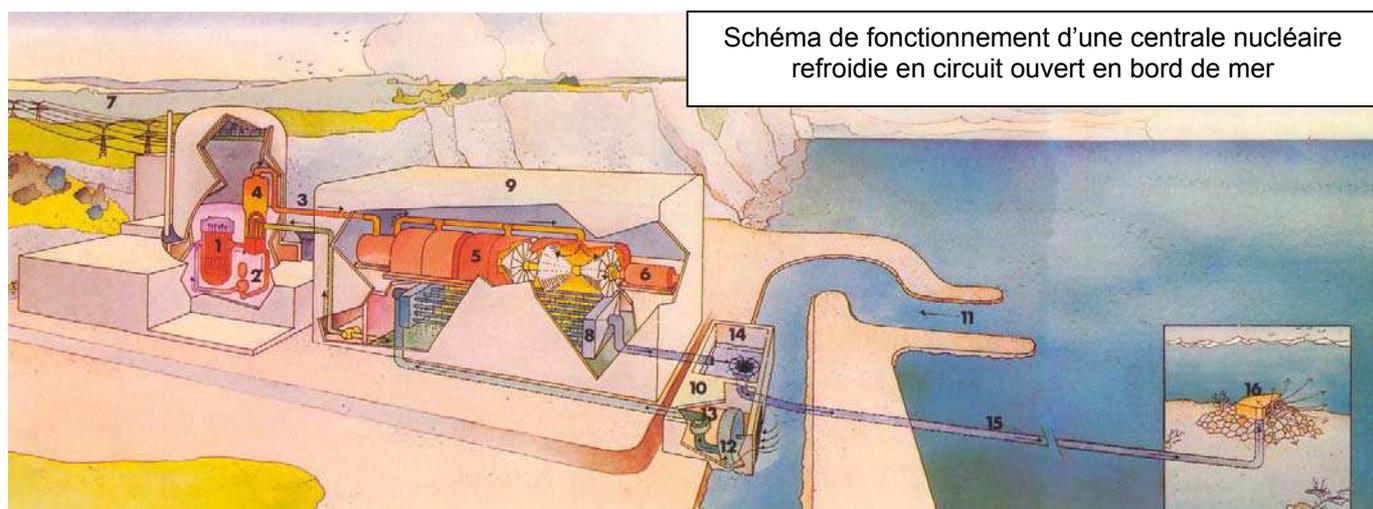
- **Le circuit secondaire** est un circuit fermé, indépendant du circuit primaire. Il assure l'alimentation en vapeur du groupe turbo-alternateur situé dans la salle des machines.

L'eau de ce circuit se vaporise dans les générateurs de vapeur au contact du circuit primaire, puis alimente la turbine couplée à l'alternateur qui produit l'énergie électrique. En sortant de la turbine, la vapeur est refroidie et ramenée à l'état liquide dans le condenseur, puis renvoyée vers le générateur de vapeur. Le rendement visé pour le groupe turboalternateur de Flamanville 3 est amélioré par rapport aux centrales existantes.

- **Le circuit de refroidissement** est indépendant des circuits primaire et secondaire. Il assure le refroidissement du condenseur par une circulation d'eau prélevée en rivière ou en mer.

Ce circuit peut être ouvert ou fermé selon l'implantation de l'unité de production. Il est dit ouvert lorsque l'eau de circulation est directement prélevée et rejetée en mer ou à la rivière. C'est le cas de l'installation Flamanville 3 pour laquelle la source froide est constituée par l'eau prélevée dans la Manche comme pour les deux unités actuelles du site de Flamanville.

³ Éclatement des noyaux accompagné d'une émission de neutrons, de rayonnements et d'un important dégagement de chaleur.



1 : Cœur du réacteur	9 : Salle des machines
2 : Circuit primaire	10 : Station de pompage
3 : Circuit Secondaire	11 : Prises d'eau
4 : Générateur de vapeur	12 : Filtration
5 : Turbine	13 : Pompage
6 : Alternateur	14 : Bassin de rejet
7 : Lignes électriques	15 : Galerie sous-marine
8 : Condenseur	16 : Diffuseur

La conduite de l'unité de production Flamanville 3 est réalisée depuis une salle de commande informatisée, par une équipe d'ingénieurs et de techniciens habilités, sur la base de règles d'exploitation permettant de maintenir l'installation dans un état sûr prévu à la conception. L'équipe de conduite sera formée de manière anticipée au démarrage de la centrale à partir d'un simulateur construit sur le site de Flamanville, reproduction fiable de la salle de commande du réacteur.

Par ailleurs, l'installation est dotée d'un ensemble de systèmes de surveillance, de protection et de sauvegarde permettant de détecter toute évolution anormale de fonctionnement et de ramener le réacteur en état sûr. Leur rôle consiste à :

- garantir en toute situation la maîtrise de la réaction nucléaire,
- maintenir le refroidissement du combustible en toutes circonstances,
- limiter la pression et la température dans le bâtiment réacteur en cas d'accident.

Ces systèmes sont quadruplés sur l'installation EPR Flamanville 3 et installés dans des bâtiments distincts, ce qui augmente encore la fiabilité de leur fonction et permet de faire face à un incident sur un système sans que les 3 autres ne soient affectés et de procéder à des opérations de maintenance lorsque le réacteur est en fonctionnement.

II. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE

Environnement terrestre

Le site de Flamanville, situé en bord de Manche, est soumis à un climat de type océanique caractérisé par une faible amplitude thermique, avec des étés frais et des hivers doux et tempérés par la Manche.

Le réseau hydrographique de la région est peu important. Quelques cours d'eau de faible débit s'écoulent d'Est en Ouest et se jettent directement dans la mer.

L'environnement du site est caractérisé par deux entités de paysage :

- la façade maritime, avec ses hautes falaises littorales qui constituent le caractère dominant du site formant un rempart face à la mer, et qui sont entourées de grandes plages de dunes au Nord et au Sud du site ;
- l'intérieur, constitué de monts qui donnent un caractère vallonné au paysage terrestre ainsi que de nombreux bocages et de vallées humides qui descendent jusqu'à la mer.

Plusieurs zones de protection naturelles dont trois sites Natura 2000 sont situées dans l'environnement immédiat du site. Ces zones sont caractérisées par un paysage remarquable de dunes et de falaises avec un intérêt floristique et ornithologique important.

Environnement marin

Le site de Flamanville est implanté au pied des falaises de la presqu'île du Cotentin, à 1 km au Sud du port de Diélette. Il est soumis aux régimes marins de la Manche avec des marées de type semi-diurne dont le marnage (amplitude de variation du niveau entre la pleine mer et la basse mer) compte parmi les plus élevés du monde.

Les peuplements marins de la zone de Flamanville sont caractéristiques des eaux océaniques à fort hydrodynamisme. Les principales espèces d'intérêt commercial présentes en Manche au droit du site sont les crustacés (homards, araignées ...).

Environnement humain

- **Démographie**

En 1999, dernier recensement complet réalisé, la population totale dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville était de 10 661 habitants (10 218 habitants en 1990). La densité démographique moyenne dans ce secteur est de 34 habitants/km², à comparer avec la densité démographique nationale en 1999 de 106 habitants/km².

- **Agriculture, élevage et pêche**

L'agriculture reste un secteur d'activité très important dans la région. Elle occupe encore 7,8 % de la population active contre 4,1 % au niveau national.

L'économie agricole du département repose sur la production laitière et la production bovine, porcine, ovine, ainsi que sur l'élevage de chevaux et volailles, et la culture de légumes (carottes, poireaux, choux fleurs, navets, salades...).

La Basse-Normandie est la 2ème région de la façade océanique en terme d'emplois de marins-pêcheurs. Les espèces les plus pêchées sont les pétoncles, les bulots, les tacauds et grondins rouges, les coquilles St Jacques, les seiches, les encornets et les soles. Localement près de Flamanville, ce sont surtout les crustacés (homards, tourteaux, araignées et étrilles) qui sont le plus pêchés.

Le département de la Manche représente les 2/3 des navires, des marins et du chiffre d'affaires bas-normands. Le Cotentin représente quant à lui 46% des navires, 51% des marins et 37% du tonnage du département.

- **Industrie et voies de communication**

La région est assez peu industrialisée ; elle compte cependant plusieurs sites importants en terme d'effectif (AREVA – COGEMA – La Hague, DCN⁷ Cherbourg).

L'industrie agroalimentaire est le premier secteur industriel en Basse-Normandie ; elle compte plus de 20 000 salariés.

En dehors de l'industrie agroalimentaire, la région de Cherbourg est à la recherche d'une nouvelle dynamique industrielle pour compenser notamment la baisse d'activité de la construction navale.

Radioécologie

L'environnement du site de Flamanville fait l'objet d'études radioécologiques destinées à :

- connaître la radioactivité des écosystèmes terrestre et marin avant la mise en service des unités actuelles de production du site (état de référence réalisé en 1980 et 1981) ;
- suivre annuellement (depuis 1991) la radioactivité de ces écosystèmes afin d'évaluer la contribution des rejets radioactifs du site en fonctionnement à l'apport global d'éléments radioactifs (ou radionucléides) dans l'environnement.

Ces études radioécologiques menées sur l'initiative du site de Flamanville viennent compléter les contrôles effectués dans le cadre réglementaire sur les rejets et sur l'environnement. Les échantillons analysés sont issus du milieu terrestre (sols, végétaux, laits, eaux) et du milieu marin (sédiments, végétaux, crustacés, mollusques et poissons).

Quels que soient les écosystèmes étudiés (terrestre et marin), la radioactivité des échantillons est caractérisée majoritairement par une composante naturelle. A cette radioactivité « naturelle » s'ajoutent ponctuellement des traces de radionucléides produits par les activités humaines (radioactivité dite « artificielle »). La radioactivité dite « artificielle » mesurée dans l'environnement du site de Flamanville a différentes origines :

- les retombées radioactives des anciens essais atmosphériques d'armes nucléaires et de l'accident de Tchernobyl survenu le 26 avril 1986 ;
- les effluents radioactifs issus de l'usine de retraitement de la Hague ;
- les effluents radioactifs issus du site de Flamanville.

Les retombées de l'accident nucléaire de Tchernobyl ont très peu touché le Cotentin mais contribuent à la détection ponctuelle de traces de certains radionucléides au même titre que les retombées des tirs nucléaires militaires anciens et que les effluents des installations nucléaires locales.

⁷ Direction des Constructions Navales

III. IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Pendant la période du chantier de construction du puits de rejet en mer, le fond marin sera modifié très localement à l'emplacement de la plate-forme off-shore sur quelques centaines de mètres carrés et dans la zone de clapage des matériaux extraits du puits. Ces zones constituant des récifs seront cependant à terme propices au développement des crustacés.

Impact des prélèvements d'eau en Manche

L'unité Flamanville 3, comme les unités actuelles en exploitation, pompe l'eau de la Manche au niveau d'une station de pompage située le long du canal d'amenée.

L'eau de mer pompée est utilisée entre autres pour refroidir le condenseur et les circuits auxiliaires. De plus, elle est utilisée pour produire de l'eau déminéralisée par dessalement d'eau de mer grâce à la construction d'une unité de dessalement dans le cadre de l'implantation de la nouvelle unité. En effet, pour éviter la corrosion et les dépôts dans les circuits primaires et secondaires, une centrale nucléaire a besoin d'eau douce chimiquement pure.

Le débit d'eau de mer prélevé est d'environ 67 m³/s pour la tranche EPR du fait de sa puissance et de son rendement plus élevés et de 157 m³/s pour l'ensemble du site de Flamanville, doté de trois unités de production.

L'ajout d'une unité supplémentaire sur le site n'a pas d'impact sur le canal d'amenée qui a été dimensionné à l'origine pour quatre unités de production nucléaire donc a fortiori pour permettre l'implantation du nouveau réacteur EPR.

- **Influence sur l'hydrologie**

Le prélèvement se faisant dans une zone à fort hydrodynamisme, les vitesses liées à l'aspiration (même augmentées suite à l'adjonction de l'unité EPR) seront négligeables par rapport à celles des courants de marée et n'impacteront pas l'hydrologie.

- **Influence sur les sédiments**

Du fait d'un fort hydrodynamisme devant le Cap de Flamanville, les fonds sont principalement composés de roches et de sédiments grossiers. Seule une fine couche de sable est présente à la côte. Le transport sédimentaire dans cette zone se fait du Sud au Nord.

Les seules modifications de fonds devant les digues, pouvant être générées par les prélèvements d'eau dans le canal d'amenée, ne sauraient être que très locales. En effet, il n'a pas été montré de modification des fonds dans la zone depuis la construction de la plate-forme et des digues il y a 20 ans.

Impact des prélèvements d'eau douce en rivières

De l'eau douce de rivière est également prélevée dans la Diélette, le Petit Douet ou le Grand Douet. Cette eau sert à l'alimentation en eau industrielle en exploitation (lavage des sols, arrosage des presse-étoupes des vannes) ainsi qu'à l'alimentation en eau du chantier (fabrication du béton, unité de concassage). Elle sert également à la production d'eau déminéralisée pour les unités 1-2 avant mise en service de l'unité de dessalement d'eau de mer prévue en 2008. Ensuite, les prélèvements d'eau douce pour la production d'eau déminéralisée seront limités aux périodes de redémarrage des unités nucléaires qui correspondent à une augmentation des besoins en eau ou aux périodes d'indisponibilité de l'unité de dessalement. Le débit d'eau douce prélevé dans chaque rivière est inférieur à 0,05 m³/s.

Le site de Flamanville est alimenté en eau potable par deux raccordements au réseau intercommunal géré par la Communauté de Communes des Pieux.



Projet de la station de pompage de la tranche EPR

Lorsque les prélèvements sont nécessaires (avant mise en place de l'unité de dessalement par exemple), le débit de prélèvement maximal actuellement autorisé suffit pour satisfaire les besoins du chantier ou de l'exploitation de la nouvelle unité EPR cumulés aux besoins des unités 1-2. D'autre part, l'existence d'un débit réservé réglementaire dans les cours d'eau permet de limiter l'impact sur l'écosystème en assurant un débit minimal suffisant pour le développement de la vie aquatique. Les besoins en prélèvements d'eau douce du réacteur EPR ne sont pas de nature à modifier de façon significative l'écosystème aquatique.

Impact des rejets thermiques en Manche

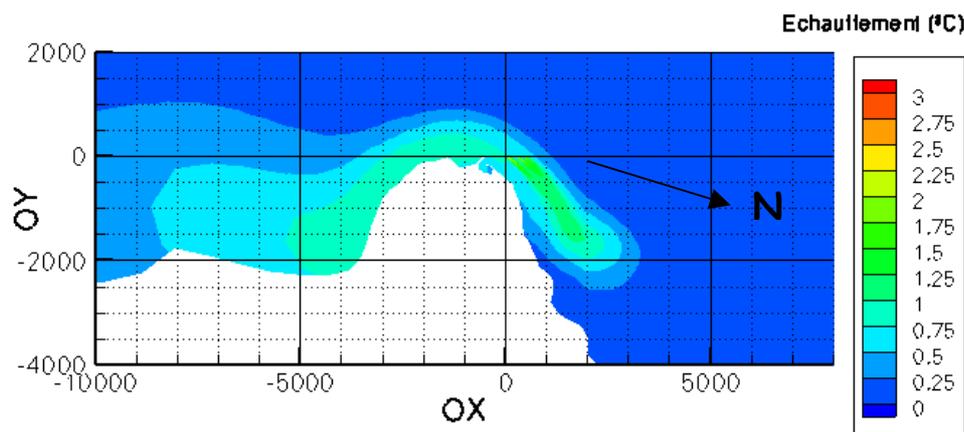
Le condenseur⁸ de l'unité Flamanville 3, comme ceux des deux autres unités du CNPE de Flamanville, est refroidi avec de l'eau prélevée en Manche. Cette eau de refroidissement est intégralement rejetée en Manche. L'échauffement de l'eau de mer prélevée dépend de la puissance du réacteur et du débit de l'eau de refroidissement qui varie suivant la marée et le nombre de pompes en service. En fonctionnement normal, l'échauffement entre la prise d'eau et le rejet à la sortie des galeries ne dépasse pas 14°C pour l'unité EPR et 15°C pour les unités 1-2.

Les rejets thermiques actuels du site de Flamanville sont très rapidement dilués dans l'eau de mer. La tache thermique⁹ présente une étendue faible (l'échauffement résiduel de 1°C ne s'étend que sur quelques km²) et les échauffements maximaux sont atteints en surface grâce à la stratification verticale du jet d'eau chaude due à la différence de température entre le milieu ambiant et le rejet. Ainsi, seule une zone restreinte en surface est soumise à des échauffements résiduels variant de 1°C à 7°C au maximum, le reste de la colonne d'eau étant bien moins impacté par les échauffements.

La température de l'eau de mer n'ayant jamais dépassé 19°C à Flamanville, la température des rejets à 50 m du point de rejet en mer ne dépasse donc pas 26°C, température inférieure au seuil nocif pour la vie aquatique. Cela est confirmé par le suivi hydrobiologique réalisé par l'IFREMER depuis la construction de la centrale sur la zone proche des rejets qui ne montre pas d'impact particulier des rejets thermiques sur la faune et la flore marines.

L'adjonction d'une unité EPR sur le site de Flamanville ne modifie pas notablement les échauffements résiduels en mer. Le panache du réacteur EPR a un comportement identique à ceux des unités 1-2 (stratification verticale, bonne dilution) et ne se cumule pas avec eux. Seule l'étendue de la surface soumise aux échauffements augmente légèrement avec la charge thermique supplémentaire apportée par l'installation EPR. La poursuite des études de surveillance lors du fonctionnement de l'unité EPR permettra de vérifier l'absence de perturbation du milieu récepteur dans la zone des rejets thermiques des trois installations.

Le schéma ci-dessous, issu du modèle numérique d'EDF, donne une image de la tache thermique dans la zone de Flamanville. Les points de rejets sont situés au niveau des coordonnées (0,0), le site de Flamanville étant localisé sur la pointe blanche



Modélisation de l'échauffement maximal des 3 unités dans l'Anse de Sciotot par marée de morte-eau moyenne

⁸ Le condenseur appartient au circuit de refroidissement, troisième circuit de l'installation présenté en page 7.

⁹ Zone marine échauffée par les rejets thermiques de l'installation.

Impact des rejets des effluents radioactifs sur l'environnement

L'exploitation de Flamanville 3 conduit, comme les deux tranches actuelles du site, au rejet d'effluents radioactifs de deux types : gazeux et liquides. Ces rejets sont réglementés et font l'objet de contrôles stricts effectués tant EDF que par la Direction Générale de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection (DGSNR). L'arrêté d'autorisation de rejets et de prélèvements d'eau du site de Flamanville fait l'objet d'une demande de modification pour l'exploitation de la nouvelle unité à partir du chargement de son combustible.

Lors de la construction du réacteur EPR, aucun rejet radioactif n'est effectué.

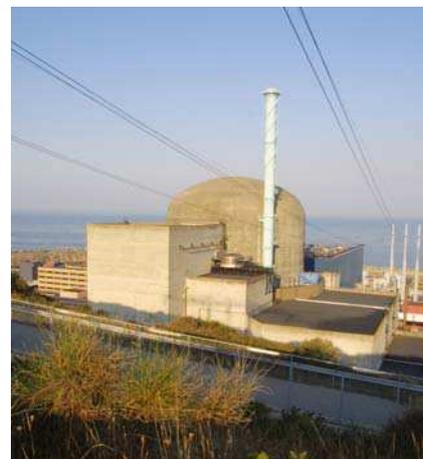
Les effluents radioactifs gazeux de l'unité de production Flamanville 3 proviennent :

- de la ventilation des locaux nucléaires,
- des gaz issus du dégazage de fluides radioactifs.

En fonction de leur origine, ils sont :

- soit filtrés¹⁰ et rejetés dans l'atmosphère par la cheminée de rejet. C'est le cas des effluents gazeux essentiellement issus des circuits de ventilation ;
- soit retenus dans le système de traitement pour assurer une baisse de la radioactivité puis filtrés et rejetés dans l'atmosphère par la cheminée de rejet. C'est le cas des gaz issus du dégazage de l'eau du circuit primaire.

Dans tous les cas, ils sont contrôlés à la cheminée.



Cheminée de rejet

Les autorisations actuelles réglementent les rejets gazeux en distinguant cinq catégories d'éléments radioactifs (radionucléides) : le tritium, le carbone 14, les gaz rares, les iodes et les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma.

Le tableau en page suivant présente les activités annuelles maximales rejetées dans l'atmosphère après filtration par l'unité EPR et les unités 1-2.

Avertissement :

Les rejets réels des installations 1-2 et les rejets attendus (dits rejets réalistes) de l'unité EPR sont plus faibles que ces valeurs maximales : l'exploitant nucléaire fait en sorte de maintenir ses rejets aussi bas que possible et de les réduire en améliorant son exploitation au quotidien. Les rejets maximaux tiennent compte d'opérations particulières, telles que les difficultés de filtration, qui font partie du fonctionnement normal mais n'interviennent pas chaque année.

Catégorie de radionucléides	Activités maximales rejetées par Flamanville 3 (en GBq/an) ¹¹	Activités maximales rejetées par les unités 1-2 (en GBq/an)
carbone 14	900	1 400
tritium	3 000	8 000
Gaz rares	22 500	45 000
iodes	0,40	0,8
Autres produits de fission ou d'activation	0,34	0,8

¹⁰ La filtration permet de retenir sous forme de déchets solides plus de 99% des aérosols et des iodes.

¹¹ L'unité de mesure de la radioactivité est le becquerel (Bq) : 1 GBq = 1 milliard Bq. A titre de comparaison, l'être humain contient naturellement 12 000 Bq (Cf. explications en pages 27 et 28).

Les effluents radioactifs liquides sont classés en deux familles, selon leur provenance :

- les effluents provenant du circuit primaire qui contiennent des gaz de fission dissous (Xénon, Iode,...), des produits de fission (Césium,...), des produits d'activation (Cobalt, Manganèse, tritium, carbone 14 ...), mais aussi des substances chimiques telles que l'acide borique et la lithine. Ces effluents peuvent être recyclés ;
- les effluents issus des circuits connectés au circuit primaire qui constituent le reste des effluents. Parmi ceux-ci, on distingue :
 - les effluents radioactifs et exempts de pollution chimique,
 - les effluents radioactifs et chargés chimiquement,
 - les effluents peu radioactifs collectés par les drains de planchers¹².

Après une collecte systématique, ces effluents sont traités pour retenir l'essentiel de leur radioactivité. Ils sont ensuite acheminés vers des réservoirs de stockage où ils subissent un contrôle, tant sur le plan radioactif que sur le plan chimique, avant d'être rejetés en Manche.

Les autorisations actuelles réglementent les rejets liquides en distinguant quatre catégories d'éléments radioactifs (radionucléides) : le tritium, le carbone 14, les iodes et les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma.

Le tableau suivant présente les activités annuelles maximales rejetées en Manche par l'installation EPR et les unités 1-2.

Avertissement :

Les rejets réels des installations 1-2 et les rejets attendus (dits rejets réalistes) de l'unité EPR sont plus faibles que ces valeurs maximales : l'exploitant nucléaire fait en sorte de maintenir ses rejets aussi bas que possible et de les réduire en améliorant son exploitation au quotidien. Les rejets maximaux tiennent compte d'aléas et d'opérations particulières, telles que les vidanges de circuits pour maintenance, des difficultés de filtration, qui font partie du fonctionnement normal mais n'interviennent pas chaque année.

Catégorie de radionucléides	Activités maximales rejetées par Flamanville 3 (en GBq/an)	Activités maximales rejetées par les unités 1-2 (en GBq/an)
carbone 14	95	190
tritium	75 000	110 000
iodes	0,05	0,1
Autres produits de fission ou d'activation	10	25

Les rejets radioactifs gazeux du site doté de 3 unités de production n'ont pas d'impact perceptible sur le milieu terrestre. Les niveaux de radioactivité mesurés au voisinage du site de Flamanville restent identiques à ceux des zones géographiques non soumises aux rejets gazeux du site, à l'exception de la frange littorale qui peut recevoir un apport éventuel, via les embruns, de radionucléides issus des rejets liquides.

Les rejets radioactifs liquides constituent un apport supplémentaire de radionucléides artificiels dans le milieu marin mais leur contribution au marquage global de l'écosystème est, comme dans le passé, difficilement dissociable de la radioactivité présente qui constitue le bruit de fond ambiant.

¹² Les drains de plancher constituent un réseau de conduites sous-jacentes collectant les égouttures de matériels, les purges et les eaux de lavage des sols.

Impact des rejets chimiques liquides sur l'environnement

L'**exploitation** de l'unité de production EPR Flamanville 3 conduit, comme les deux autres unités du site, au rejet d'effluents chimiques liquides que l'on classe en deux catégories : les substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides et les autres effluents chimiques liquides. L'installation EPR rejette les mêmes substances chimiques que les unités 1-2.

a) Les substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides et aux eaux issues des salles des machines

Des produits chimiques doivent être ajoutés à l'eau de certains circuits. Il s'agit pour l'essentiel :

- de l'acide borique, de la lithine et de l'hydrazine pour le circuit primaire,
- de l'hydrazine ainsi que de la morpholine (ou de l'éthanolamine ou de l'ammoniaque), pour le circuit secondaire,
- du phosphate trisodique pour les circuits auxiliaires de réfrigération et de chauffage.

Ces produits sont nécessaires, soit au contrôle de la réaction nucléaire (acide borique), soit au conditionnement de l'eau pour limiter la corrosion des matériaux.

Le conditionnement chimique des circuits produit des effluents, qui sont traités de façon à être recyclés vers leur circuit d'origine. Néanmoins, le recyclage est limité par les critères de qualité d'eau imposés par les spécifications techniques. La partie des effluents ne pouvant plus être recyclée, est traitée si nécessaire puis dirigée vers des réservoirs de contrôle et de rejet. Ces produits sont rejetés avec les effluents radioactifs liquides ou avec les eaux provenant des salles des machines (circuit secondaire).

D'autres produits chimiques sont également rejetés : il s'agit des détergents utilisés par la laverie du site, des métaux et des matières en suspension dus à l'usure des circuits.

b) Les autres effluents chimiques liquides

Les autres substances chimiques liquides proviennent :

- de la station de production d'eau déminéralisée et de l'unité de dessalement d'eau de mer (sodium, sulfates, Matières En Suspension, fer, détergents) ;
- de la chloration des eaux de refroidissement en station de pompage afin d'éviter le développement d'organismes (bromoforme, oxydants résiduels) ;
- des réseaux d'eaux pluviales sur le site, contenant éventuellement des hydrocarbures (lessivage des parkings et surfaces bitumées par la pluie) ;
- des circuits de collecte des eaux industrielles en salle des machines, pouvant contenir des hydrocarbures (huiles utilisées pour le fonctionnement des machines) ;
- des stations d'épuration (Demande Biologique en Oxygène à 5 jours ...).

c) Concentrations moyennes journalières ajoutées en mer

Le tableau page suivante, présente les valeurs maximales des concentrations moyennes journalières ajoutées en mer, au niveau des plages des anses de Vauville et Sciotot, pour les substances principales rejetées lors du fonctionnement simultané des trois tranches.

NOTA : l'installation EPR rejette en phase chantier et en exploitation quelques effluents chimiques dans l'atmosphère de manière occasionnelle (gaz d'échappement des engins de chantier et des diesels de secours, poussières lors des travaux de terrassements ou de démolition, formol issu du calorifuge lors des essais en température, ammoniaque au démarrage, ...) mais ils ne sont pas susceptibles de générer un impact sur l'environnement et la santé du public. Ces gaz ne présentent pas non plus d'impact olfactif à l'extérieur du site.

Substances chimiques	Valeur maximale de la concentration moyenne journalière ajoutée en Manche au niveau des plages des anses de Vauville et Sciotot	Composition naturelle de l'Eau de Mer (ordres de grandeur)
Acide borique	0,21 mg/L (0,037 mg/L en bore)	28 mg/L (4,9 mg/L en bore)
Lithine	0,0001 mg/L (en lithium)	0,18 mg/L (en lithium)
Hydrazine	0,00014 mg/L	-
Morpholine	0,0042 mg/L	-
ou Ethanolamine	0,0014 mg/L	-
Nitrates provenant de l'ammoniaque	0,053 mg/L	0,51 mg/L
Ammonium provenant de l'ammoniaque	0,015 mg/L	0,013 mg/L
Phosphates	0,0077 mg/L	0,055 mg/L
Détergents	0,014 mg/L	-
Métaux (zinc, cuivre, manganèse, nickel, chrome, fer, aluminium, plomb)	0,0042 mg/L	0,024 mg/L
Matières En Suspension	0,015 mg/L	11 mg/L
Bromoforme	0,0026 mg/L	-
Oxydants résiduels (en équivalent de chlore libre)	0,08 mg/L	-

Le chantier de construction de l'installation conduit également à des rejets chimiques :

- pendant les travaux préparatoires et la construction des bâtiments, les rejets sont principalement composés de Matières En Suspension (MES) au niveau des eaux pluviales lessivant les zones chantier et des eaux pompées en fond de fouille ;
- pendant les essais de démarrage, les rejets sont composés de substances chimiques provenant du rinçage des circuits (fer, MES, phosphates, morpholine, lithine, hydrazine et acide borique), de l'utilisation de l'unité de dessalement pour la fabrication d'eau déminéralisée utilisée pour le remplissage des circuits (fer, MES, sodium, sulfates) et des essais en station de pompage (oxydants résiduels et bromoforme)

Ces effluents sont rejetés par la galerie de rejet en mer de l'une des unités 1-2, sauf les rejets d'eaux pluviales directement rejetés à la côte dans la même configuration qu'actuellement.

Le tableau ci-après, présente les valeurs maximales des concentrations moyennes journalières ajoutées en mer, dans le champ proche des rejets, pour les substances principales rejetées lors du chantier.

Substances chimiques	Valeur maximale de la concentration moyenne journalière ajoutée en Manche dans le champ proche des rejets ($\mu\text{g/L}$)	Composition naturelle de l'Eau de Mer (ordres de grandeur) $\mu\text{g/L}$
Acide borique	0,18	28 000
Lithine	0,00028	620
Hydrazine	0,00007	-
Morpholine	0,042	-
Phosphates	0,07	55
Fer	0,1	10
Matières En Suspension	600	11 000
Sodium	0,85	11 000 000
Sulfates	0,65	2 700 000
Bromoforme	2	-
Oxydants résiduels (en équivalent de chlore libre)	50	-

Un suivi hydroécologique est effectué annuellement depuis 1983 par l'IFREMER⁽¹³⁾ au large du site de Flamanville. Il permet d'identifier l'évolution des caractéristiques physico-chimiques ou biologiques de la Manche dans le secteur et d'établir dans quelle mesure les évolutions constatées peuvent être liées au fonctionnement de la centrale.

Les résultats de ce suivi régulier montrent que les rejets des unités 1-2 n'ont pas d'impact perceptible sur la qualité physico-chimique de l'eau de la Manche, ni sur les organismes qui y vivent.

Compte-tenu des concentrations ajoutées après la mise en service de l'installation EPR, le fonctionnement du site continuera à ne pas entraîner de modification significative du milieu au niveau de la Manche, et sera compatible avec les orientations et les objectifs généraux du SDAGE¹⁴ Seine Normandie, ainsi qu'avec les mesures de protection des espèces et espaces sensibles au voisinage du site (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique et Zones Natura 2000).

Concernant le chantier, quelle que soit la phase du chantier, les rejets sont sans impact sur l'écosystème marin, soit parce que les substances rejetées sont en très faible quantité par rapport aux quantités présentes dans l'eau de mer si bien que les espèces sont habituées à leur présence, soit parce que la comparaison de leurs concentrations en mer à des valeurs de référence (écotoxicologiques ou autres) conduit à une absence de risque dans le champ proche du rejet et donc a fortiori dans des zones plus éloignées.

Impact sonore

En exploitation, les sources sonores du site de Flamanville potentiellement bruyantes et susceptibles d'engendrer un impact sonore dans les zones à émergence réglementée (ZER) sont les cheminées de rejet, les trémies d'entrée ou de sortie d'air et les trémies de ventilation, les dispositifs de fabrication d'eau froide, les tuyauteries vapeur, les salles des machines, les stations de pompage et les transformateurs. Chaque source sonore est caractérisée par une puissance acoustique dont l'unité est le décibel acoustique, noté dB(A).

Les centrales nucléaires sont soumises à l'arrêté du 31/12/1999 modifié fixant la réglementation générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploitation. Celui-ci fixe des critères d'émergence¹⁵ sonore à respecter dans les zones à émergence réglementée (ZER) lorsque le bruit ambiant est supérieur à 35 dB(A), ce qui est le cas dans l'environnement proche du site. Le critère le plus contraignant est la valeur maximale d'émergence tolérée pour la période nocturne de 4 dB(A) si le bruit ambiant est compris entre 35 et 45 dB(A) inclus et de 3 dB(A) s'il dépasse 45 dB(A).

L'émergence autour du site de Flamanville a été modélisée par EDF à partir de la puissance acoustique définie pour chaque source sonore et également à partir de mesures faites dans l'environnement du site. Les principaux résultats de la modélisation montrent que l'émergence obtenue dans les ZER après l'ajout de l'installation EPR est peu différente de l'émergence due aux unités 1-2 seules.

L'implantation de la nouvelle unité fait passer l'émergence de 2 dB(A) à 2,2 dB(A) au point le plus pénalisant, c'est à dire au niveau des lieux-dits Marcanville et La Coquaise. L'évolution de la valeur de l'émergence maximale est donc très faible ; la valeur obtenue reste bien en-deçà de la limite de 3 dB(A) correspondant à la perception d'une source sonore par l'homme.

Ainsi, l'installation de l'unité EPR sur le site de Flamanville modifie peu la situation acoustique du site et la conformité réglementaire est maintenue (critère le plus contraignant : émergence inférieure à 4dB(A) la nuit).

⁽¹³⁾ IFREMER : Institut Français pour la Recherche et l'Exploitation de la MER

¹⁴ Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

¹⁵ émergence : différence entre les niveaux de bruit installation en marche (niveau de bruit ambiant) et installation à l'arrêt (niveau de bruit résiduel).

Pendant les travaux de construction, les émissions sonores sont liées aux engins réalisant les travaux à terre, à l'hélicoptère utilisé pour la plate-forme en mer et aux circulations sur le site. Elles sont limitées vis à vis du voisinage par la présence de la falaise et les efforts dans la conduite du chantier (horaires de travail de jour autant que possible, positionnement des installations bruyantes, ...).

Impact sur le paysage

L'insertion de la nouvelle unité sur le site de Flamanville a fait l'objet d'études architecturale et paysagère permettant de définir une image contemporaine à l'ensemble des nouveaux espaces bâtis tout en respectant le plan masse d'origine, les bâtiments existants et surtout l'ensemble du site naturel. Les bâtiments étant construits en pied de falaise ne perturbent aucune surface supplémentaire de plage ou de rivage par rapport aux installations existantes et ne seront essentiellement visibles que depuis la mer.

Impact sur l'économie locale

Le chantier de construction puis la troisième unité en exploitation constituent une opportunité sur le plan socio-économique pour la région avec la présence de main d'œuvre diversifiée, l'apport démographique induit, l'accroissement de l'activité des entreprises locales et de nouvelles ressources fiscales. Le chantier, au pic d'activité prévu à partir de 2009, comptera 2400 personnes, l'exploitation nécessitant, quant à elle, environ 240 personnes supplémentaires sur le site. Les infrastructures existantes, notamment les voies de communication, qui ont permis de faire face à la construction et l'exploitation des deux unités existantes sur le site seront utilisées pour les besoins de la nouvelle unité.

IV. IMPACT SUR LA SANTE

Impact sanitaire des rejets des effluents radioactifs

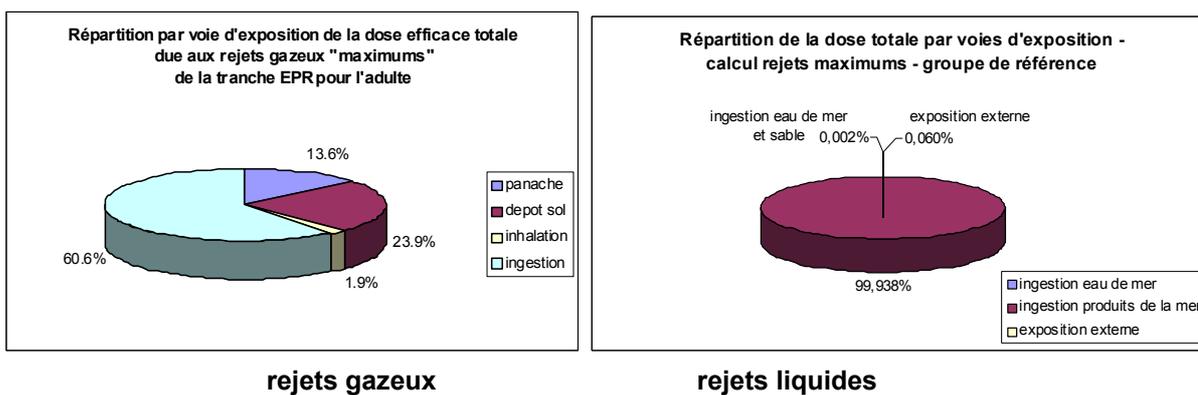
L'impact sanitaire des rejets des effluents liquides et gazeux radioactifs n'est pas directement mesurable. En effet, comme explicité au paragraphe précédent, l'apport d'éléments radioactifs liés au fonctionnement des installations du site de Flamanville n'est pas discernable dans les différents compartiments de l'environnement. On évalue donc cet impact par l'estimation de la dose efficace reçue par un groupe de personnes dit de référence, représenté ici par les habitants du hameau « Les Hougues », situé à environ 700 m au nord-est du site. Ce groupe est défini comme étant celui qui serait soumis à l'effet maximal des rejets gazeux et liquides, dans le cas où il séjournerait en permanence sur son lieu de résidence et consommerait uniquement des aliments produits localement et des produits pêchés au niveau des rejets en mer.

Pour les rejets radioactifs gazeux et liquides maximaux de l'ensemble du site, le calcul d'impact sanitaire conduit, pour chaque habitant du groupe de référence, à une dose efficace annuelle de l'ordre de **la dizaine de microSievert**, la dose perçue étant due à 35% aux rejets de l'installation EPR et à 65% aux rejets des unités 1-2.

Les réacteurs nucléaires rejettent en réalité une activité inférieure à l'activité maximale définie. A titre d'exemple, pour les rejets radioactifs des tranches 1-2 sur la période 2002-2004 ou les rejets réalistes définis pour la tranche EPR, le calcul d'impact sanitaire conduit, pour chaque habitant (adulte ou nourrisson) du groupe de référence, à une dose efficace annuelle quatre à cinq fois plus faible que celle correspondant aux valeurs maximales.

Ces doses sont de 100 à 1000 fois inférieures à la valeur de 1 mSv figurant dans le code de la Santé Publique et correspondant à la dose limite réglementaire issue de toutes les sources artificielles environnantes. Dans le cas du site de Flamanville, il faudrait donc tenir compte également de la dose due aux rejets de l'usine de la Hague afin d'établir une comparaison rigoureuse. La comparaison directe de la dose calculée pour le site de Flamanville à la limite de 1 mSv permet cependant d'apprécier l'importance de l'impact. On peut également comparer les doses calculées à la dose de 2,4 mSv correspondant à la radioactivité naturelle moyenne en France.

Les graphes suivants illustrent la répartition de la dose calculée entre les différentes voies d'exposition pour les rejets gazeux et les rejets liquides maximaux de l'unité EPR :



Impact sanitaire des rejets chimiques liquides

Une évaluation des effets des rejets d'effluents chimiques liquides du site sur la santé des populations a été réalisée. La méthodologie retenue est celle de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) reprenant les recommandations de l'Institut de Veille Sanitaire et de l'INERIS (Institut National de l'Environnement industriel et des RISques).

Dans le cas des rejets chimiques liquides de l'installation Flamanville 3, tout comme pour les deux unités actuelles du site, les voies d'exposition prépondérantes, compte tenu des substances étudiées et de l'utilisation des eaux dans la zone d'influence du site, sont la consommation de produits de la mer pêchés près des rejets (poissons, mollusques, crustacés), ainsi que l'ingestion d'eau de mer au cours de la baignade.

Dans ce cadre, l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires conclut que les rejets chimiques liquides de l'installation EPR, mais aussi les rejets chimiques cumulés de l'ensemble des trois unités du site, ne sont pas de nature à causer un risque pour la santé du public.

Concernant le chantier, les substances potentiellement toxiques pour l'homme ont également fait l'objet d'une EQRS. L'étude d'impact conclut à une absence de risques liés à ces substances.

V. CHOIX DU PARTI TECHNIQUE RETENU

La loi sur l'énergie n°2005-781 du 13 juillet 2005 fixe les orientations de la politique énergétique.

Cette politique énergétique vise à :

- contribuer à l'indépendance énergétique nationale et garantir la sécurité d'approvisionnement,
- assurer un prix compétitif de l'énergie,
- préserver la santé humaine et l'environnement, en particulier en luttant contre l'aggravation de l'effet de serre,
- garantir la cohésion sociale et territoriale en assurant l'accès de tous à l'énergie.

Pour atteindre ces objectifs, quatre axes sont proposés par la loi :

- maîtriser la demande d'énergie afin de porter le rythme annuel de baisse de l'intensité énergétique finale (rapport entre la consommation d'énergie et le PIB) à 2% dès 2015 et 2,5% d'ici 2030,
- diversifier le bouquet énergétique de la France, en assurant le développement des énergies renouvelables (solaire thermique, biomasse hydraulique, l'éolien) et en préparant l'avenir de la filière nucléaire par la construction d'un réacteur européen à eau pressurisée du type EPR,
- développer la recherche dans le secteur de l'énergie, notamment dans les domaines de l'efficacité énergétique, de la captation et de la séquestration du gaz carbonique, des énergies renouvelables, du nucléaire (quatrième génération et déchets) et de l'utilisation de l'hydrogène,
- assurer des moyens de transport et de stockage de l'énergie adaptés aux besoins.

Le choix du développement du réacteur EPR répond au deuxième axe qui traite en particulier de la place de la production d'origine nucléaire. En effet, les unités de production électrique nucléaires françaises atteindront 40 ans, durée de vie pour laquelle elles ont été conçues, aux environs de 2020 pour les premières. Flamanville 3, réacteur nucléaire de type EPR, a pour objectif de remplacer tout ou partie des centrales nucléaires actuelles et d'assurer la fourniture de la demande électrique à partir de 2020. Sa mise en service en 2012 permet de préparer le renouvellement du parc de centrales nucléaires avec une expérience de construction et d'exploitation de cette nouvelle installation avant une décision de généralisation éventuelle.

Le choix d'implantation de l'installation EPR tête de série s'est porté sur le site de Flamanville du fait principalement :

- des réserves foncières et des pré-aménagements déjà disponibles,
- des conditions environnementales favorables : eau de mer pour le refroidissement, qualité géologique du rocher,
- de la bonne acceptation du projet de la part de la région.

Les choix techniques effectués pour Flamanville 3 visent à améliorer encore la sûreté de l'installation et la radioprotection des travailleurs sur la base du large retour d'expérience français et allemand issu des centrales nucléaires à eau pressurisée en exploitation. Ainsi, l'installation est conçue pour faire face de manière renforcée à des défaillances internes (fusion de la cuve du réacteur) et à des agressions externes (séisme, chute d'avion). Elle bénéficie pour cela de systèmes de surveillance et de protection ainsi que d'équipements de sauvegarde quadruplés et diversifiés.

Des efforts ont également porté sur l'amélioration de la performance environnementale du réacteur avec la réduction des rejets et des déchets proportionnellement à l'énergie produite.

L'installation est adaptée au site d'accueil par exemple au niveau des choix techniques de refroidissement et des choix architecturaux. Le refroidissement est réalisé par prélèvement d'eau de mer dans le canal d'amenée pour minimiser les vitesses d'entraînement et rejeter au large au moyen d'une galerie sous-marine de 700 m équipée d'un diffuseur pour limiter la zone échauffée. L'architecture de la nouvelle installation a intégré les conclusions de l'étude d'insertion paysagère.

VI. MESURES PRISES POUR SUPPRIMER, REDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER LES CONSEQUENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

Mesures prévues pour limiter les effets des prélèvements d'eau

Concernant l'eau de mer, la totalité de l'eau de refroidissement prélevée est restituée à la mer.

Concernant l'eau douce, la consommation est optimisée par recours au recyclage de l'eau autant que possible aussi bien pendant le chantier de construction que pendant l'exploitation de l'unité EPR. De plus, par conception, le choix d'implantation d'une unité de dessalement d'eau de mer contribue à limiter les prélèvements d'eau douce et donc à préserver cette ressource en eau. Les débits d'eau douce résiduels prélevés en rivière font l'objet d'un contrôle en temps réel par EDF qui respecte les débits réservés des rivières.

Mesures prévues pour limiter les effets thermiques

Le choix de rejet au large des effluents thermiques de l'unité EPR par le biais d'une galerie sous-marine de 700 m de long, munie en sortie d'un diffuseur, permet d'en minimiser l'impact sur les côtes. De plus, le positionnement du point de rejet est défini afin de ne pas cumuler les impacts thermiques des différentes unités de production.

Pour vérifier les conditions de dilution dans la zone, deux campagnes de mesures par thermographie aérienne infrarouge, complétées par des mesures dans la masse d'eau (mesures en continu opérées en plusieurs points fixes et mesures en continu à l'aide d'une sonde traînée par bateau) ont été réalisées en 1988 et 1989. Ces mesures ont permis de vérifier la très bonne dilution des rejets thermiques dans la masse d'eau, ainsi que la structure verticale du panache. Elles ont par ailleurs servi à calibrer le modèle numérique développé par EDF pour modéliser le panache thermique des unités 1-2. Ce modèle numérique permet de démontrer qu'à plus de 50 m des rejets, les échauffements sont réduits de moitié. Il permet également de vérifier que les rejets de la nouvelle installation EPR se comportent de la même façon que ceux des unités 1-2.

Aujourd'hui, la surveillance des rejets thermiques est effectuée via le suivi hydroécologique réalisé par l'IFREMER.

Mesures prévues pour limiter les effets des rejets radioactifs

Pour l'ensemble des effluents gazeux et liquides, l'optimisation des rejets à la conception est prise en compte en travaillant à la fois au niveau de la production des effluents radioactifs (choix des matériaux), de leur tri, traitement et recyclage, de leurs conditions de stockage et de contrôle ainsi que de leurs modes de rejet dans le milieu en recherchant l'utilisation des meilleures techniques disponibles éprouvées à un coût acceptable (filtration, déminéralisation sur résines, évaporation).

Concernant les rejets gazeux, l'ensemble des effluents fait l'objet d'un traitement avant rejet. L'unité EPR est équipée d'un système de traitement particulier, fonctionnant quasiment en boucle fermée et permettant un meilleur traitement et recyclage des effluents gazeux aérés. Les rejets attendus (rejets dits réalistes) sont ainsi inférieurs à ceux des unités existantes par énergie produite, hors carbone 14. Les rejets de carbone 14 étant proportionnels à l'énergie produite, ils sont par conséquent un peu plus élevés pour EPR, l'impact sur la santé des populations riveraines restant toujours très inférieur à la limite réglementaire. La hauteur de la cheminée et le débit de rejet sont définis pour permettre une bonne diffusion du panache de gaz dans l'atmosphère.

Concernant les rejets liquides, l'ensemble des effluents fait l'objet d'un traitement avant rejet adapté aux caractéristiques radio-chimiques des effluents dans le Bâtiment de Traitement des Effluents, propre à l'unité EPR : filtration mécanique, rétention ionique sur résine de déminéralisation et évaporation. Les effluents sont dirigés après traitement vers les réservoirs de contrôle avant rejet du site de Flamanville dont la capacité est augmentée avec l'implantation de la nouvelle unité. Les effluents liquides de la nouvelle installation sont donc regroupés avec ceux des unités existantes.

Les rejets attendus de la tranche EPR (rejets dits réalistes) sont équivalents ou inférieurs à ceux des unités existantes (hors tritium) grâce à l'amélioration du recyclage et de la collecte sélective des effluents liquides. Les rejets de tritium étant proportionnels à l'énergie produite, ils sont par conséquent un peu plus élevés pour EPR. L'impact sur la santé des populations riveraines reste toujours très inférieur à la limite réglementaire. Le rejet en Manche est effectué au large par une des deux galeries sous-marines des unités 1-2 équipées d'un diffuseur en sortie permettant une bonne dilution.

Lors de l'exploitation, l'optimisation des rejets aussi bien liquides que gazeux est un souci permanent de l'exploitant qui cherche à les maintenir aussi bas que possible et de les réduire en améliorant son exploitation au quotidien. Un contrôle continu de la radioactivité rejetée est effectué au niveau des cheminées et de la canalisation de rejet, et, en cas de dépassement d'un seuil d'alarme, les rejets en cours sont interrompus. Une comptabilisation des rejets est tenue à jour par le site et contrôlée par l'Administration.

De plus, l'environnement autour du site est surveillé : la radioactivité est contrôlée en permanence par EDF. Les lieux et fréquences de prélèvement dans l'environnement font l'objet d'un programme réglementaire, assurant le suivi régulier :

- du milieu aquatique : eau (eau de mer réceptrice, eau de mer au large, écoulement souterrain) ;
- de l'atmosphère : rayonnement gamma ambiant, poussières atmosphériques et eau de pluie ;
- du milieu terrestre : sols, productions agricoles locales, lait et herbe.



Prélèvement d'Herbe

En plus de ces contrôles réglementaires, des campagnes de mesures dans l'environnement sont réalisées à l'initiative d'EDF par des organismes extérieurs tels que l'IRSN¹⁶ sur un rythme annuel, afin de suivre l'évolution de la radioactivité (voir THEME 3). Ce suivi annuel est complété par un bilan global réalisé tous les 10 ans. Ce programme de surveillance sera maintenu après la mise en service de l'installation EPR.

Mesures prévues pour limiter les effets des rejets chimiques

Comme pour les rejets radioactifs liquides, l'optimisation des rejets d'effluents chimiques en exploitation est recherchée, de la production jusqu'au rejet des effluents, par le biais de l'utilisation à la conception des meilleures techniques disponibles éprouvées à un coût acceptable. Les effluents sont triés, traités et recyclés autant que possible.

Les effluents chimiques non recyclables associées aux radioactifs sont traités dans le Bâtiment de Traitement des Effluents de l'installation EPR et sont orientés vers les réservoirs communs du site pour contrôle avant rejet au large par les galeries en mer des unités 1-2. Les choix de conception et d'exploitation du réacteur EPR permettent de réduire sensiblement ces rejets par rapport à ceux des unités actuelles :

- en acide borique, par l'utilisation de bore enrichi en isotope 10 et l'augmentation du recyclage,
- en lithine par la mise en place d'un système d'optimisation des injections et de récupération de la lithine,
- en hydrazine par la mise en place d'un moyen de destruction de l'hydrazine dans les bâches avant rejets,
- et en phosphates par la mise en place de dispositions limitant la transformation des phosphates dans les circuits.

Ces substances chimiques sont contrôlées régulièrement dans les effluents des réservoirs de contrôle avant rejet du site.

¹⁶ Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire

Les autres effluents chimiques font également l'objet de mesures spécifiques :

- traitement sur déshuileur des eaux industrielles et issues du lessivage des parkings,
- traitement sur station d'épuration des eaux vannes (sanitaires),
- réduction des rejets de déminéralisation par installation d'une unité de dessalement d'eau de mer produisant moins d'effluents qu'une station de déminéralisation d'eau douce.

Les rejets de ces substances chimiques sont contrôlés au plus près de leur point d'émission.

Pendant le chantier de construction, des dispositions sont également prises pour traiter les effluents chimiques (eaux industrielles, eaux vannes), les recycler chaque fois que possible (effluents issus du concassage, des essais), assurer leur contrôle et leur bonne diffusion dans le milieu marin.

La Manche, en tant que milieu aquatique récepteur, fait également l'objet d'une surveillance hydroécologique. Un suivi régulier de la physico-chimie de l'eau de la Manche, de la flore et de la faune aquatique (phytoplancton, zooplancton, microbiologie, domaine benthique intertidal¹⁷ et ressources halieutiques¹⁸) est réalisé dans le cadre du programme de surveillance hydroécologique de la zone. Il montre que les rejets des unités 1-2 n'ont pas d'impact perceptible sur la qualité physico-chimique de l'eau de la Manche, ni sur les organismes qui y vivent.

A l'avenir, la poursuite du suivi hydroécologique permettra de vérifier que les rejets supplémentaires dus à la nouvelle installation EPR n'auront pas d'impact significatif.



Pêcheur en face de Flamanville

Mesures prévues pour limiter les effets des déchets

Déchets radioactifs

La réduction du volume de déchets radioactifs solides est un des objectifs pris à la conception et qui vise à réduire l'impact de l'installation sur l'environnement.

Concernant le combustible, l'EPR utilise les mêmes types d'éléments à l'uranium enrichi ou au plutonium (combustible mixte) que les réacteurs des générations précédentes, mais avec un rendement amélioré du fait de sa conception neutronique et de l'utilisation de combustible à haut taux de combustion : il consomme donc moins de combustible (-17%) et produit moins de matière irradiée et donc de déchets (-26%) pour la même énergie produite.

¹⁷ Domaine des fonds marins situés au bord du rivage, alternativement submergés et émergés selon les marées

¹⁸ Ressources de la pêche

Le combustible usagé est évacué pour retraitement après utilisation et les déchets résiduels induits sont conditionnés pour assurer le confinement de la matière radioactive sous forme de verres représentant une fois conditionnés 5 m³ annuels de déchets de haute activité à vie longue¹⁹ et sous forme de colis en béton représentant une fois conditionnés 4 m³ annuels de déchets de structures de moyenne activité à vie longue. Ces déchets sont entreposés à La Hague.

Concernant les déchets d'exploitation, leur production est limitée à 80 m³ par an grâce au choix des matériaux constitutifs du réacteur et à l'application dès le démarrage de la tranche d'un zonage²⁰ des locaux permettant de limiter les contaminations potentielles entre les équipements radioactifs et les équipements conventionnels. Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte induits par l'exploitation sont triés, traités et entreposés dans le Bâtiment de Traitement des Effluents de l'EPR pour en limiter le volume autant que possible (compactage) et assurer le confinement de la matière radioactive par un colisage approprié. Ils sont évacués, après contrôle, vers les centres de stockage agréés de Soullaines et de Morvilliers ou vers le centre d'incinération et de fusion de Centraco.

Déchets conventionnels

Les déchets conventionnels produits en exploitation font également l'objet d'une gestion rigoureuse visant à les limiter et d'un tri et d'un entreposage sur une aire de transit adaptée sur le site. La quantité de déchets annuels est évaluée à 600 tonnes pour lesquels il est visé un taux de valorisation en énergie ou en matière de 80%.

Les déchets produits durant la phase chantier sont traités comme en exploitation sur une aire de transit créée spécialement sur la zone chantier. Les matériaux extraits lors des travaux de terrassements, déblais et roches, sont réutilisés autant que possible sur le site pour les remblais et la fabrication du béton après concassage.

Mesures prévues pour limiter les nuisances sonores

Les mesures prises pour limiter, réduire et si possible compenser les effets sonores de Flamanville 3 sont la mise en place de systèmes d'insonorisation des sources prépondérantes (par capotage, mise en place de silencieux, parois isolantes, ...).

¹⁹ La durée de vie d'une substance radioactive est fonction de sa période radioactive, c'est à dire le temps au bout duquel son activité a diminué de moitié du fait de la décroissance naturelle de la source radioactive.

²⁰ Séparation des zones présentant des risques de contamination des autres zones aux moyens de portes, SAS, ...

VII. ANALYSE DES METHODES UTILISEES POUR EVALUER LES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

Impact sur l'environnement

Les effets des rejets radioactifs de l'exploitation des unités 1 et 2 de Flamanville et de la future unité EPR sont évalués sur la base des nombreuses études réalisées depuis plus de vingt ans dans l'environnement du site de Flamanville. Elles s'appuient sur des prélèvements terrestres et marins, à la fois dans des zones sous l'influence des rejets et dans des zones hors influence afin d'analyser les évolutions éventuelles liées au site de production de Flamanville.

Concernant l'**impact des rejets chimiques**, on distingue les substances nutritives qui peuvent avoir un effet à long terme sur l'équilibre de l'écosystème des substances toxiques pouvant présenter, suivant l'estimation de l'occurrence des rejets, un effet chronique ou aigu.

Pour les substances nutritives, on s'appuie sur les résultats du suivi hydroécologique du milieu marin qui a été mis en place en 1983, 3 ans avant la mise en service de la première unité du site. Ces études de surveillance confiées par EDF à IFREMER consistent en un suivi écologique annuel du milieu centré sur des paramètres et des espèces jugés sensibles. Elles ont pour objectif de suivre l'évolution naturelle du milieu marin grâce à une station de référence située hors de la zone d'influence des unités nucléaires et de détecter toute évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement de ces installations. Les domaines étudiés sont l'hydrologie (paramètres physico-chimiques), la microbiologie, le plancton végétal et animal, le domaine benthique et le domaine halieutique. De plus, il est effectué une comparaison de la concentration cumulée en mer (concentration ajoutée par le site et concentration présente en mer) avec les seuils de la proposition de grille de qualité des eaux de mer établie en 1993 pour le compte du Ministère de l'Environnement.

Pour les substances toxiques, on s'appuie sur une approche écotoxicologique (avec un calcul du risque environnemental quand celui-ci est possible²¹) en distinguant le cas des rejets chroniques ou aigus lorsque des données adaptées au milieu marin sont disponibles.

Les effets des rejets thermiques en mer du site de Flamanville (Flamanville 1-2 et EPR) sont étudiés sur la base de simulations numériques réalisées à l'aide du logiciel TELEMAC 3D. Ces simulations permettent d'étudier l'évolution du panache thermique en fonction de la marée. Le code TELEMAC 3D fait partie du système hydro-informatique TELEMAC développé sous assurance qualité par le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement d'EDF Recherche et Développement.

Concernant **les effets sonores**, des campagnes de mesures acoustiques ont été réalisées entre 1999 et 2002 dans l'environnement du site de Flamanville, au niveau des Zones à Émergence Réglementée (ZER). En complément de ce programme de mesures dans l'environnement, les principales sources sonores du site ont été caractérisées.

L'ensemble de ces données a permis de réaliser une modélisation de l'impact acoustique du site sur son environnement. Cette modélisation a été réalisée à l'aide du logiciel TYMPAN 3 (code EDF de modélisation acoustique développé par la Division Recherche & Développement faisant l'objet d'une validation sur cas-test spécifiques).

²¹ L'analyse du risque environnemental est une méthode qui a été recommandée par la communauté européenne pour la caractérisation du risque de mise sur le marché européen de nouvelles substances et non pas pour l'impact local de substances dans un milieu particulier. Elle se fonde sur l'établissement d'un indice de risque calculé par le ratio PEC/PNEC, c'est-à-dire le ratio entre la concentration prévisible dans l'environnement (PEC) et la concentration prévisible sans effet sur l'organisme (PNEC).

L'impact sur l'architecture et les paysages est réalisé à partir d'études d'architecte, de paysagiste et d'urbaniste pour définir l'architecture la mieux adaptée au site d'accueil en terme d'insertion dans le paysage. Des études ont été réalisées lors de l'implantation initiale des deux premières tranches sur le site de Flamanville. Elles ont été complétées par une nouvelle étude pour l'architecture de la tranche EPR en vue de son intégration paysagère sur le site.

Enfin, concernant **l'aspect socio-économique**, l'impact de l'implantation d'une nouvelle centrale nucléaire sur un site est tiré du retour d'expérience d'EDF après l'implantation des 58 unités actuellement en service.

Impact sur la santé

EDF dispose de deux codes de calcul pour évaluer **l'impact sur la population des rejets radioactifs** liquides et gazeux liés au fonctionnement normal des centrales nucléaires à eau pressurisée. Il s'agit des codes MIRRAGE pour les rejets radioactifs gazeux et BLIQID pour les rejets radioactifs liquides. Ces codes sont basés sur des équations établies en particulier à partir des mesures faites dans l'environnement des sites nucléaires qui permettent de bien appréhender les mécanismes de transfert dans les différents compartiments de l'écosystème.

Ces deux codes sont maintenus et développés sous assurance qualité. Ils intègrent, dans la mesure du possible, les dernières évolutions des connaissances et sont donc en conformité avec les résultats issus des expériences de recherche et développement menées au niveau national et international. A titre d'exemple, les dernières évolutions des codes sont les suivantes :

- intégration d'une modélisation propre au carbone 14,
- prise en compte des évolutions de la réglementation au niveau notamment des facteurs de dose,
- intégration d'une modélisation pour les rejets liquides en mer,
- intégration du calcul de dose due à l'exposition externe aux sédiments pour les rejets liquides.

Certains paramètres de calcul ont des valeurs générales. D'autres sont caractéristiques du site étudié (coefficient de dilution, coefficient de transfert atmosphérique (CTA), ration alimentaire, météo, etc.). La détermination de ces paramètres se fait à partir d'études locales les plus récentes possibles. Par exemple, afin de modéliser précisément les conditions de rejet propres au site de Flamanville, EDF a mis en œuvre les moyens suivants :

- réalisation d'un modèle numérique tridimensionnel représentant le domaine marin au droit du CNPE, validé par des mesures in situ, permettant de modéliser les rejets en mer et de déterminer ainsi précisément les coefficients de dilution,
- réalisation d'essais en soufflerie sur une maquette représentant le site de Flamanville, confortés par des mesures in situ, permettant de modéliser les écoulements atmosphériques perturbés par la présence de la falaise et ainsi de caractériser le coefficient de transfert atmosphérique propre au site.

L'étude d'impact sanitaire des rejets chimiques sera plus ou moins approfondie selon l'importance des incidences prévisibles de la pollution.

Dans le cadre d'une étude approfondie (cas des rejets liquides), la méthodologie retenue pour l'évaluation de l'impact sanitaire des rejets de substances chimiques du site de Flamanville est celle de l'Évaluation Quantitative de Risque Sanitaire (EQRS) reprenant les recommandations de l'Institut de Veille Sanitaire et de l'INERIS. Elle comporte quatre étapes :

- l'identification des dangers qui consiste à recenser les substances rejetées et à décrire les effets indésirables que les substances sont intrinsèquement capables de provoquer sur la santé des populations ;
- la définition des relations dose-réponse qui s'établit à partir des données scientifiques actuellement disponibles sur les relations entre les niveaux d'exposition et la survenue des dangers ;
- l'évaluation de l'exposition des populations qui repose sur le calcul de la dose d'exposition établie selon les voies de transfert du polluant vers l'homme à partir des scénarios d'exposition et de la description de la population exposée ;
- la caractérisation des risques qui correspond à la synthèse des informations issues des étapes précédentes.

Les données toxicologiques utilisées dans cette étude font l'objet d'une veille scientifique en collaboration avec le Service des Études Médicales d'EDF et Gaz de France. Elles sont issues de références diffusées par des instances nationales et internationales reconnues et reflètent l'état des connaissances à la date de réalisation de l'étude.

VIII. CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT

Les rejets d'effluents, les prélèvements d'eau et les nuisances générés dans le cadre de l'implantation de la nouvelle unité de production électronucléaire Flamanville 3 s'effectuent dans le cadre d'une réglementation destinée à protéger le milieu naturel et les populations.

Les effluents, qu'ils soient radioactifs ou non, font l'objet de traitements appropriés, mettant en œuvre les meilleures technologies disponibles éprouvées à un coût acceptable, et de contrôles réguliers avant rejet.

L'étude d'impact de l'installation a permis de constater que le chantier de construction et l'exploitation ne génèrent pas d'impact significatif pour l'environnement et la santé humaine.

Il est à noter que la surveillance du milieu marin et terrestre autour du site, déjà en place depuis plusieurs années, sera poursuivie afin de détecter d'éventuelles conséquences du fonctionnement des installations nucléaires et de limiter les effets qu'il pourrait entraîner sur l'environnement.

Enfin, au-delà des valeurs de rejets estimées et des impacts associés, EDF est engagée dans une démarche de progrès visant à réduire aussi bas que possible les rejets et nuisances des installations nucléaires.

ANNEXE

INFORMATIONS SUR LA RADIOACTIVITE

BECQUEREL

L'unité de mesure de la radioactivité (ou activité) d'un corps est le Becquerel (symbole : Bq).

1 Bq est égal à une transformation par seconde dans le noyau d'un atome.

Cette unité est tellement faible que l'on emploie habituellement ses multiples :

1 MBq (mégaBecquerel) = 10^6 Bq = 1 million de Bq

1 GBq (gigaBecquerel) = 10^9 Bq = 1 milliard de Bq

1 TBq (tétraBecquerel) = 10^{12} Bq = 1000 milliards Bq

DES BECQUERELS AUX SIEVERTS OU DE LA RADIOACTIVITE A LA DOSE REÇUE

Les Becquerel (symbole : Bq) expriment la radioactivité (ou activité) d'un corps.

Les Sievert (symbole : Sv) expriment la dose reçue par un homme du fait des éléments radioactifs qui l'entourent ou qu'il a absorbés.

La dose rend compte de l'effet biologique produit par les rayonnements ionisants issus des corps radioactifs sur la matière vivante.

Le passage des Becquerel aux Sievert est le résultat d'un calcul qui prend en compte la nature du rayonnement propre à chaque radionucléide et la sensibilité des divers tissus ou organes du corps humain.

Le Sievert est une unité qui représente une dose assez importante aussi on emploie habituellement ses sous-multiples :

1 mSv (millisievert) = 10^{-3} Sv = 0,001 Sv

1 μ Sv (microsievert) = 10^{-6} Sv = 0,000 001 Sv

EXPOSITIONS NATURELLES

Afin que le lecteur puisse se faire une idée de ce que représente la dose annuelle reçue par les populations vivant aux environs du site de Flamanville, nous indiquons ici des valeurs de dose annuelle due aux rayonnements naturels.

Exposition interne

La présence naturelle de radionucléides dans la constitution du corps humain (essentiellement du carbone 14 et du potassium 40) induit une dose annuelle de l'ordre de 0,2 mSv.

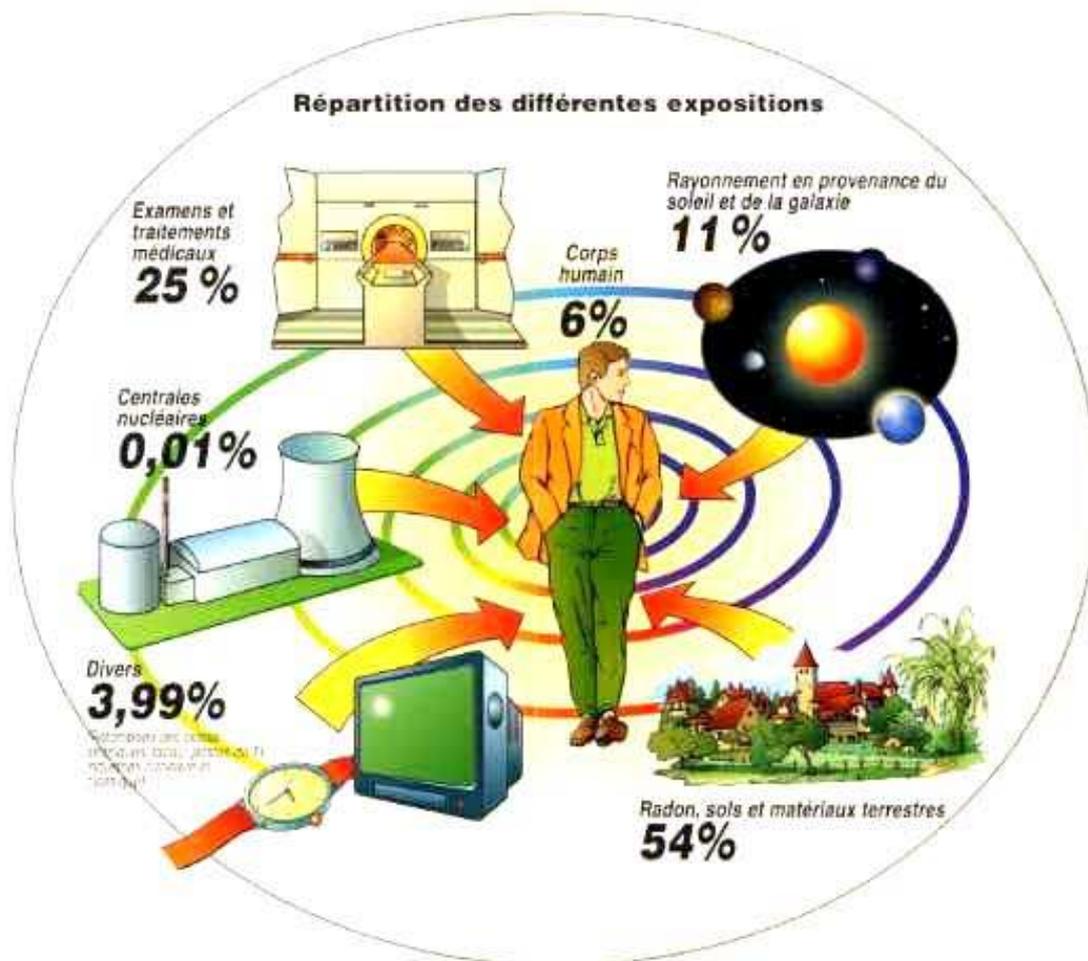
Exposition externe

Depuis l'origine de la vie, l'homme est exposé aux rayonnements externes d'origine cosmique et provenant des matériaux constituant la croûte terrestre.

La dose annuelle due à ces rayonnements est de l'ordre du milliSievert avec des variations importantes en fonction de l'altitude et de la nature des sols, allant de 1 à 10 mSv et atteignant 100 mSv dans de larges régions comme le Kerala en Inde ou la ville de Ramsar en Iran.

Exposition globale

L'exposition moyenne globale due à cette irradiation naturelle interne et externe est de 2 à 3 milliSieverts par an, soit l'équivalent de 4 radiographies pulmonaires.



En France, la dose annuelle induite par les rayonnements naturels et reçue par l'homme est de l'ordre de 2,4 mSv.

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE

SOCIÉTÉ ANONYME

MONTANT DU CAPITAL SOCIAL : 911 085 545 €
SIREN : 552 081 317 RCS PARIS
Siège social : 20-30 avenue de Wagram – 75008 Paris

DIRECTION PRODUCTION INGENIERIE

DIVISION INGENIERIE NUCLEAIRE

**CENTRALE NUCLEAIRE DE
FLAMANVILLE**

UNITE 3

COMMUNE DE FLAMANVILLE

DEPARTEMENT DE LA MANCHE

DEMANDE D'AUTORISATION DE CREATION

Article L227-1 du Code de l'Environnement
Décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963 modifié

PIECE B

**DESCRIPTION DE L'INSTALLATION, DE SON
FONCTIONNEMENT ET DE SON CHANTIER DE
CONSTRUCTION**

SOMMAIRE Pièce B

0 PREAMBULE

I PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

I.1 DESCRIPTION GENERALE DE L'INSTALLATION ET DE SON IMPLANTATION

- I.1.1 Présentation du site d'implantation
- I.1.2 Principe de fonctionnement des tranches nucléaires à eau pressurisée
- I.1.3 Description de l'installation et principales évolutions
- I.1.4 Installation générale sur le site

I.2 CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES STANDARD

- I.2.1 Bâtiment réacteur (HR - BR)
- I.2.2 Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde (HL - BAS)
- I.2.3 Bâtiment Combustible (HK – BK)
- I.2.4 Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (HN - BAN)
- I.2.5 Bâtiments Diesels (HD)
- I.2.6 Salle des Machines (HM - SdM)
- I.2.7 Bâtiment électrique de l'Ilot Conventionnel (BLNC)
- I.2.8 Plates-formes de Transformateur (HT)
- I.2.9 Tour d'accès (HW)
- I.2.10 Pôle Opérationnel d'Exploitation (HB - POE)
- I.2.11 Bâtiment de traitement des effluents (HQA/HQB - BTE)
- I.2.12 La plate-forme de stockage gaz
- I.2.13 Bassin de confinement (HX)

I.3 CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES DE SITE

- I.3.1 Station de pompage (HP – SDP)
- I.3.2 Station de dessalement de l'eau de mer
- I.3.3 Ouvrage de rejet en mer
- I.3.4 Galeries
- I.3.5 Ouvrages de Flamanville 1-2 utilisés par la nouvelle installation

II PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET D'EXPLOITATION

II.1 CONDITIONS GENERALES DE FONCTIONNEMENT

II.2 DESCRIPTION DES PRINCIPAUX SYSTEMES

- II.2.1 Description de la chaudière nucléaire
- II.2.2 Circuit d'Injection de Sécurité/Circuit de Refroidissement du Réacteur à l'Arrêt (RIS/RRA)
- II.2.3 Réserve du fluide primaire dans l'enceinte (piscine RIS - IRWST)
- II.2.4 Circuit de Borication de Secours (RBS)
- II.2.5 Circuit d'Alimentation de Secours des Générateurs de Vapeur (ASG)
- II.2.6 Circuit de réfrigération intermédiaire (RRI)

- II.2.7 Circuit d'Eau Brute Secourue (SEC)
- II.2.8 Circuit de Contrôle Volumétrique et Chimique (RCV)
- II.2.9 Circuit de collecte, de traitement et de rejet des effluents radioactifs
- II.2.10 Circuit de Traitement et refroidissement de l'eau des piscines (PTR)
- II.2.11 Systèmes de vapeur et de transformation d'énergie
- II.2.12 Poste d'eau alimentaire
- II.2.13 Description de la station de pompage
- II.2.14 Description des alimentations électriques

II.3 PRINCIPES D'EXPLOITATION

- II.3.1 Principes de sûreté guidant l'exploitation
- II.3.2 Comportement de la tranche lors de défauts de fonctionnement
- II.3.3 Principes relatifs à la conduite de la tranche

II.4 DETAIL DU PROCESS DE GESTION DES EFFLUENTS

- II.4.1 Radioactifs liquides
- II.4.2 Radioactifs gazeux
- II.4.3 Effluents chimiques liquides
- II.4.4 Déchets radioactifs et conventionnels

III INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

IV BESOINS ET EMISSIONS DE L'INSTALLATION EN EXPLOITATION

IV.1 BESOINS DE L'INSTALLATION EPR DANS LE DOMAINE MARIN

- IV.1.1 Occupation du domaine public maritime sous-marin
- IV.1.2 Besoins en eau de mer
- IV.1.3 Rejets thermiques en mer
- IV.1.4 Rejets radioactifs liquides
- IV.1.5 Rejets chimiques
- IV.1.6 Dragage

IV.2 BESOINS DE L'INSTALLATION DANS LE DOMAINE TERRESTRE

- IV.2.1 Besoins fonciers
- IV.2.2 Besoins en eau douce brute (eau prélevée en rivière)
- IV.2.3 Besoins en eau potable
- IV.2.4 Rejets radioactifs gazeux
- IV.2.5 Rejets chimiques à l'atmosphère
- IV.2.6 Gestion des déchets radioactifs et conventionnels
- IV.2.7 Bruit
- IV.2.8 Image architecturale des bâtiments

IV.3 CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES LIEES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

IV.4 SYNTHÈSE DES BESOINS POUR L'ENSEMBLE DU SITE

IV.4.1 Domaine marin

IV.4.2 Domaine terrestre

V CHANTIER DE CONSTRUCTION DE L'INSTALLATION

V.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE DU CHANTIER DE CONSTRUCTION

V.1.1 Grandes étapes et planning

V.1.2 Description des travaux

V.2 BESOINS ET ÉMISSIONS DU CHANTIER DANS LE DOMAINE MARIN

V.2.1 Installation d'une plate-forme en mer pour creuser le puits de rejets

V.2.2 Rejets chimiques en mer

V.2.3 Clapage en mer des matériaux extraits du puits de rejets en mer

V.3 BESOINS ET ÉMISSIONS DU CHANTIER DANS LE DOMAINE TERRESTRE

V.3.1 Besoins fonciers pour les installations de chantier

V.3.2 Modification des sols pour la construction

V.3.3 Besoins en eau douce brute

V.3.4 Besoins en eau potable

V.3.5 Besoins en matériaux de construction

V.3.6 Transports liés au chantier

V.3.7 Rejets chimiques à l'atmosphère

V.3.8 Bruits et vibrations

V.4 CARACTÉRISTIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUE DU CHANTIER

VI CONCLUSION

PIECE B

CHAPITRE 0

PREAMBULE

Le réacteur EPR (European Pressurized Reactor) appartient à la troisième génération de réacteurs de la filière à eau sous pression, qui a pour ambition de fournir une énergie électrique à un prix compétitif, tout en atteignant un très haut niveau de sûreté.

Dans le prolongement du fonctionnement satisfaisant des 58 réacteurs français actuels, cet accroissement du niveau de sûreté s'appuie sur l'intégration, dans une conception évolutionnaire et dans une démarche de progrès permanent, de l'ensemble des connaissances et de l'expérience acquises avec plusieurs milliers d'années-réacteur ainsi que sur un ensemble de directives techniques pour la conception et la construction de la nouvelle génération de réacteurs nucléaires définies conjointement par les Autorités de Sûreté Nucléaires française et allemande.

Le descriptif de l'installation, objet de la présente pièce B, se décompose de la manière suivante :

- **Chapitre I : Principales caractéristiques de l'installation**, décrivant l'installation dans son ensemble et les principaux bâtiments et ouvrages,
- **Chapitre II : Principes de fonctionnement et d'exploitation**, présentant les principaux équipements et systèmes, les principes d'exploitation du réacteur et le détail du process de gestion des effluents liquides, gazeux et solides,
- **Chapitre III : Installations Classées pour la protection de l'environnement**, listant les installations classées pour la protection de l'environnement utilisées par l'installation EPR ; les éléments relatifs aux ICPE non nécessaires au fonctionnement de l'installation y sont en particulier présentés ;
- **Chapitre IV : Besoins et émissions de l'installation en exploitation**, décrivant les prélèvements, rejets et autres besoins pour l'exploitation de l'installation EPR dans les domaines marin, terrestre et socio-économique et indiquant également le cumul avec les tranches 1 et 2 en exploitation pour donner une vision globale des besoins et émissions de l'ensemble du site ;
- **Chapitre V : Chantier de construction de l'installation**, présentant les activités de travaux et essais du chantier de construction du réacteur EPR ainsi que les besoins et émissions associés pendant cette phase,
- **Chapitre VI : Conclusion.**

Le descriptif de l'installation permet d'accentuer les principales évolutions de la tranche EPR en matière de conception et d'exploitation qui se répercutent sur les domaines importants que sont :

- la sûreté (en fonctionnement normal et accidentel),
- la maîtrise de l'impact sur l'environnement (process de la gestion des effluents),
- la maîtrise de la radioprotection des intervenants,
- la manœuvrabilité et la flexibilité de la tranche,
- les performances économiques.

PIECE B

CHAPITRE I

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

SOMMAIRE Chapitre I

I	PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	3
I.1	DESCRIPTION GENERALE DE L'INSTALLATION ET DE SON IMPLANTATION.....	3
I.1.1	Présentation du site d'implantation	3
I.1.1.1	Le site	3
I.1.1.2	Le projet.....	4
I.1.1.3	Emprise au sol	4
I.1.2	Principe de fonctionnement des tranches nucléaires à eau pressurisée	6
I.1.3	Description de l'installation et principales évolutions	8
I.1.3.1	La tranche EPR.....	8
I.1.3.2	Les tranches 1 et 2 de type 1300 MWe	9
I.1.3.3	Les améliorations	9
I.1.4	Installation générale sur le site.....	12
I.1.4.1	Voies d'accès et voiries du site de Flamanville.....	12
I.1.4.2	Autres aménagements	12
I.2	CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES STANDARD	13
I.2.1	Bâtiment réacteur (HR - BR).....	13
I.2.1.1	Implantation du circuit primaire	14
I.2.1.2	Stockage des équipements internes de cuve	15
I.2.1.3	Réserve de fluide primaire (piscine RIS - IRWST).....	15
I.2.1.4	Dispositions d'atténuation de l'accident grave	15
I.2.1.5	Zone du système de contrôle chimique et volumétrique (RCV).....	16
I.2.1.6	Zone du système de purge des générateurs de vapeur (APG)	16
I.2.1.7	Lignes principales vapeur et eau alimentaire (VVP, ARE).....	16
I.2.1.8	L'espace annulaire	16
I.2.1.9	Accessibilité de l'enceinte	16
I.2.2	Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde (HL - BAS)	17
I.2.3	Bâtiment Combustible (HK – BK).....	18
I.2.4	Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (HN - BAN).....	20
I.2.5	Bâtiments Diesels (HD).....	20
I.2.6	Salle des Machines (HM - SdM)	21
I.2.7	Bâtiment électrique de l'Ilot Conventionnel (HF - BLNC)	22
I.2.8	Plates-formes de Transformateur (HT et HJ).....	22
I.2.9	Tour d'accès (HW)	22
I.2.10	Pôle Opérationnel d'Exploitation (HB - POE).....	23
I.2.11	Bâtiment de traitement des effluents (HQA/HQB - BTE)	23
I.2.12	La plate-forme de stockage gaz (HZ - SGZ)	24
I.2.13	Bassin de confinement (HX)	24
I.3	CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES DE SITE.....	25
I.3.1	Station de pompage (HP - SDP).....	25
I.3.2	Station de dessalement de l'eau de mer	26
I.3.3	Ouvrage de rejet en mer	26
I.3.4	Galeries.....	27
I.3.5	Ouvrages de Flamanville 1-2 utilisés par la nouvelle installation.....	27
I.3.5.1	Ouvrages de prise d'eau douce	28

I.3.5.2	Poste d'eau déminéralisée.....	29
I.3.5.3	Aire TFA.....	29
I.3.5.4	Autres ouvrages.....	29

SOMMAIRE Tableaux Chapitre I

Tableau B-I.1-a :	Principales caractéristiques de l'îlot nucléaire de la tranche EPR	11
-------------------	--	----

SOMMAIRE Figures Chapitre I

Figure B-I.1-a :	Implantation de la tranche 3 EPR sur le site	5
Figure B-I.1-b :	Principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire.....	7
Figure B-I.1-c :	Vue d'ensemble de la digue	12
Figure B-I.2-a :	Vue intérieure du bâtiment réacteur	13
Figure B-I.2-b :	Vue partie basse du BR.....	15
Figure B-I.2-c :	Vue d'ensemble des BAS	17
Figure B-I.2-d :	Ecorché du BK.....	18
Figure B-I.2-e :	Vue intérieure de la salle des machines.....	21
Figure B-I.2-f :	Vue du BTE	24
Figure B-I.3-a :	Vue d'ensemble de la station de pompage	26

I PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

I.1 DESCRIPTION GENERALE DE L'INSTALLATION ET DE SON IMPLANTATION

I.1.1 Présentation du site d'implantation

I.1.1.1 Le site

Le site du CNPE de Flamanville est situé en bordure de la Manche, sur la côte Nord-Ouest de la presqu'île du Cotentin sur les falaises granitiques du cap de Flamanville. Le site se trouve sur le territoire de la commune de Flamanville, canton des Pieux dans le département de la Manche à 1 km du port de Diélette et à 21 km de la ville de Cherbourg (**Documents 2 et 3, Figures G-0 à G-2**).

Les villes et agglomérations avoisinantes les plus proches sont :

- à l'Est : Flamanville (1 km),
- à l'Est-Sud-Est : les Pieux (5 km),
- au Nord-Est : Cherbourg-Octeville (21 km).

Les données qui ont justifié fondamentalement l'implantation de la tranche EPR sur le site de Flamanville ont été les suivantes :

- capacité foncière nécessaire et pré-aménagements pour de nouvelles unités de production disponibles,
- bord de mer qui confère au site une capacité importante de refroidissement évitant la construction d'une tour de refroidissement,
- aspects favorables de la géologie du site, à savoir la bonne qualité du rocher pour les fondations et la proximité immédiate des fonds marins.

Le site est prévu pour recevoir quatre tranches nucléaires, seules deux tranches ont été construites (tranches 1 et 2).

Une étude d'impact générale relative à la construction et au fonctionnement de quatre tranches a été réalisée et soumise à l'enquête publique (du 5 novembre au 16 décembre 1976) dans le cadre de la procédure de Déclaration d'Utilité Publique (DUP). La DUP a été prononcée par décret du 22 décembre 1977 pour les quatre tranches.

Actuellement, le CNPE de Flamanville est constitué de deux tranches, ayant chacune une puissance d'environ 1300 Mwe, réalisées selon le standard du palier 1300 MWe – train P4 pour ce qui concerne la partie nucléaire et train P4 pour ce qui concerne la partie classique (salle des machines).

Les mises en service industrielles des deux tranches du CNPE de Flamanville ont été prononcées en décembre 1986 pour la tranche 1 (INB n° 108) et en mars 1987 pour la tranche 2 (INB n° 109).

Le site de Flamanville étant prévu pour accueillir quatre tranches la plate-forme et les accès routiers sont déjà réalisés.

I.1.1.2 Le projet

Electricité de France envisage de construire sur le site de Flamanville une nouvelle tranche nucléaire de type EPR (European Pressurised Reactor) dont l'îlot nucléaire est de conception franco-allemande.

Le couplage au réseau de cette nouvelle tranche est programmé en 2012.

La tranche 3 du CNPE de FLAMANVILLE constitue une Installation Nucléaire de Base (INB) au sens du décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963 modifié, et ne peut en conséquence être créée qu'après autorisation par décret, au terme d'une procédure comportant notamment une enquête publique, l'avis conforme du ministre chargé de la Santé et la consultation de la Commission interministérielle des installations nucléaires de base.

Le périmètre INB de la tranche 3 EPR est contiguë à celui des tranches 1 et 2 existant et inchangé. (**Document 4, Figure G-4**).

I.1.1.3 Emprise au sol

Le site de la centrale de Flamanville a une superficie d'environ 120 hectares (**Document 4, Figure G-5**).

Les tranches 1 et 2 du CNPE de Flamanville sont implantées en bordure de la Manche sur la côte Ouest du Cotentin. L'emprise de la centrale est répartie sur le domaine terrestre (62 ha) et sur le domaine maritime (58 ha) dont un peu plus de la moitié est mise hors d'eau (36 ha). EDF dispose de la maîtrise foncière de la partie terrestre et d'un droit d'occupation pour le domaine public maritime.

Les tranches 1 et 2 sont disposées sur la plate-forme usine à +12,40 m NGF (deux autres tranches pouvant être installées au Nord-Est de cette plate-forme), leur grand axe étant orienté perpendiculairement à la mer. Les tranches sont placées côte à côte, parallèlement, le pas entre chaque tranche étant de 152 m.

L'excavation du bord de falaise sur une façade de 900 m environ a permis de fonder les bâtiments réacteurs sur le granite et de trouver les matériaux nécessaires pour constituer la plate-forme sur la mer à la cote + 12,40 m NGF et les digues de protection du chenal de prise d'eau de mer de refroidissement. Pour les tranches 1 et 2, l'eau de mer de refroidissement est rejetée en mer au large respectivement à 500 m et à 600 m de la côte, par une galerie sous-marine alimentée par un bassin de rejet accolé à la station de pompage.

L'îlot nucléaire et les bâtiments conventionnels de la tranche EPR sont implantés sur la plateforme usine à + 12,40 m NGFN sur laquelle sont situées les tranches 1 et 2 existantes. La tranche 3 sera implantée au Nord-Est des tranches 1 et 2 et parallèlement à ces dernières. Le pas entre la tranche 2 et la tranche EPR est de 175 m.

Figure B-I.1-a : Implantation de la tranche 3 EPR sur le site



Comme pour les tranches existantes, la réfrigération des condenseurs et des auxiliaires de sauvegarde est effectuée en circuit ouvert par l'eau de mer.

L'eau de mer de refroidissement est prélevée à l'intérieur du chenal de prise commun aux trois tranches, par des pompes situées dans les stations de pompage. Ces dernières envoient l'eau de refroidissement au condenseur.

Les eaux de réfrigération de la tranche EPR sont rejetées en mer par l'intermédiaire d'une galerie sous-marine qui débouche à environ 700 m au large.

Les effluents radioactifs liquides sont rejetés après traitement et contrôle dans le bassin de rejet où ils sont mélangés aux eaux de refroidissement. Les effluents radioactifs gazeux sont rejetés à l'atmosphère après traitement et contrôle par la cheminée de la tranche.

I.1.2 Principe de fonctionnement des tranches nucléaires à eau pressurisée

EPR est un Réacteur à Eau Pressurisée (REP) dont le fonctionnement global est similaire à celui des réacteurs de cette technologie déjà en exploitation en France.

Le principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire s'apparente à celui d'une centrale thermique classique : la chaudière brûlant un combustible fossile est remplacée par le réacteur nucléaire où la chaleur provient de la fission de noyaux d'uranium 235.

La chaleur produite transforme de l'eau en vapeur, cette vapeur est ensuite détendue dans la turbine qui entraîne l'alternateur produisant l'électricité. De la source de chaleur (le combustible nucléaire) à la source froide (la mer), une unité ou tranche nucléaire de type REP refroidie en circuit ouvert comporte trois circuits physiquement séparés (**Figure B-I.1-b**) :

- le circuit primaire extrait la chaleur produite par le combustible dans le réacteur,
- le circuit secondaire, avec cette chaleur, transforme l'eau en vapeur pour la turbine,
- le circuit de réfrigération permet de condenser la vapeur détendue en turbine.

◆ Le circuit primaire

Placé dans l'enceinte étanche du bâtiment réacteur, le circuit primaire (2) extrait la chaleur produite par le combustible dans le cœur.

Le cœur (1) du réacteur est comparable au foyer d'une chaudière c'est-à-dire qu'il assure la production de chaleur. Il est composé de crayons combustibles en uranium enrichi ou MOX. Pour retenir les produits de fission radioactifs qui se forment dans le combustible, chaque crayon est enserré dans une gaine métallique étanche.

Le réacteur comprend également les dispositifs de pilotage de la réaction nucléaire et d'arrêt automatique. Cet ensemble est contenu dans une cuve métallique étanche revêtue intérieurement d'acier inoxydable.

La chaleur produite est prélevée par le passage autour du combustible d'un fluide caloporteur qui est de l'eau sous pression circulant en circuit fermé. Cette chaleur est transférée au circuit secondaire (3) par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur : le générateur de vapeur (4).

◆ **Le circuit secondaire**

Le circuit secondaire (3) constitue le circuit eau-vapeur. La vapeur produite par le générateur de vapeur est envoyée dans la turbine (5). Celle-ci entraîne l'alternateur (6) qui produit le courant électrique et ce dernier est évacué par des lignes électriques (7).

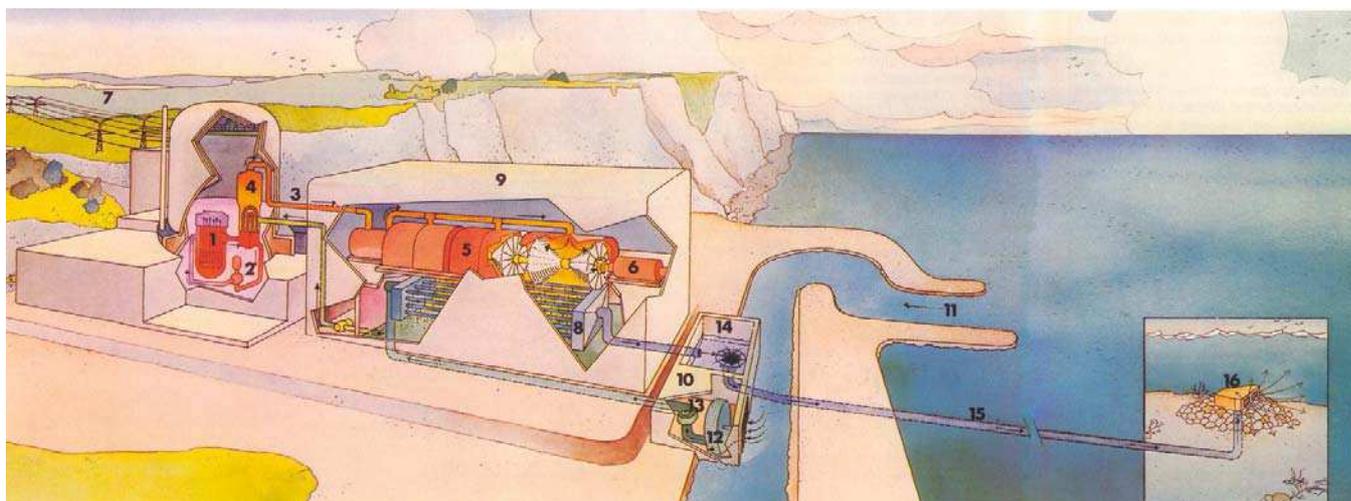
A la sortie de la turbine, la vapeur détendue est condensée dans un deuxième type d'échangeur : le condenseur (8). Elle se transforme en eau pour retourner au générateur de vapeur (4) et recommence un nouveau cycle.

L'équipement électromécanique est installé dans la salle des machines (9).

◆ **Le circuit de réfrigération**

Le condenseur (8) est lui-même refroidi en permanence par la circulation de l'eau d'un troisième circuit : le circuit de réfrigération de la centrale. Celui-ci comporte :

- le chenal de prise d'eau en mer (11), commun à l'ensemble des tranches,
- la station de pompage où s'effectuent une filtration (12) et un pompage (13) et qui envoie l'eau de mer au condenseur (8),
- le rejet en mer est réalisé via un bassin de rejet avec déversoir (14) et une galerie sous-marine (15) terminée par un diffuseur (16) ancré sur les fonds immergés.



1 : Cœur du réacteur	9 : Salle des Machines
2 : Circuit primaire	10 : Stations de pompage
3 : Circuit secondaire	11 : Prise d'eau
4 : Générateur de vapeur	12 : Filtration
5 : Turbine	13 : Pompage
6 : Alternateur	14 : Bassin de rejet
7 : Lignes électriques	15 : Galerie sous-marine
8 : Condenseur	16 : Diffuseur

Figure B-I.1-b : Principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire

I.1.3 Description de l'installation et principales évolutions

I.1.3.1 La tranche EPR

La tranche EPR (European Pressurized Reactor) est du type réacteur à eau sous pression (REP) d'une puissance électrique d'environ 1600 MWe, refroidie en circuit ouvert. Elle est composée des bâtiments suivants (**Document 4, Figure G-3**) :

- Le bâtiment réacteur (HR - BR) qui abrite principalement la chaudière nucléaire,
- Les bâtiments des auxiliaires de sauvegarde et électriques (HL – BAS et BL) répartis selon quatre divisions contenant chacune un train de systèmes de sauvegarde et les systèmes électriques associés,
- Le bâtiment combustible (HK - BK),
- Le bâtiment des auxiliaires nucléaires (HN - BAN),
- Les bâtiments diesel (HD),
- La salle des machines (HM - SdM) avec le groupe turbo-alternateur, le condenseur, le poste d'eau alimentaire,
- Le bâtiment des systèmes électriques de l'îlot conventionnel (HF - BLNC),
- La plate-forme d'évacuation d'énergie (HT ou TP-TS) et d'alimentation auxiliaire (HJ - TA),
- La station de pompage (HP - SDP),
- La tour d'accès (HW),
- Le pôle opérationnel d'exploitation (HB - POE),
- Le stockage gaz (HZ – BZ),
- Le bâtiment de traitement des effluents (HQ - BTE),
- Des bâtiments de site.

La tranche EPR utilisera un certain nombre d'ouvrages de site conçus dès l'origine pour quatre tranches. C'est le cas notamment :

- de la station de déminéralisation,
- de la Station d'Épuration principale Sud (STEP),
- des bâches de stockage des effluents,
- de la station de pompage de l'eau douce,
- de l'huilerie,
- de l'Aire TFA (en cas de difficulté exceptionnell'évacuation),
- de la laverie,
- du Bâtiment de Sécurité.

Enfin, dans le cadre de l'implantation d'EPR sur le site de Flamanville, une unité de production d'eau filtrée et déminéralisée par dessalement d'eau de mer sera installée et servira aux besoins de la tranche EPR et des deux tranches existantes

Le rejet principal (circuit de refroidissement) sera fait via une galerie en mer.

I.1.3.2 Les tranches 1 et 2 de type 1300 MWe

Les tranches 1 et 2 de la centrale de Flamanville sont du type REP d'une puissance de 1300 MWe chacune, refroidies en circuit ouvert. L'ensemble des 2 tranches existantes comporte principalement :

- deux bâtiments réacteurs (BR) abritant chacun une chaudière à eau ordinaire sous pression, à 4 boucles de refroidissement dont la puissance thermique nominale est de 3817 MWth,
- deux bâtiments combustible (BK),
- deux bâtiments des auxiliaires nucléaires (BAN),
- deux salles des machines avec leurs postes d'eau (installation de production d'énergie électrique dont la puissance électrique est d'environ 1300 MWe),
- deux postes de transformation et d'évacuation de l'énergie,
- une station de déminéralisation,
- des ouvrages d'eau principaux (prise d'eau, chenal de prise, rejet...) ainsi que des émissaires de rejet secondaires numérotés de 1 à 11 (**Document 4, Figure G-5**),
- des locaux administratifs, ateliers, magasins, laverie...

I.1.3.3 Les améliorations

L'EPR est un réacteur à fission à eau pressurisée de conception franco-allemande en filiation directe avec les tranches françaises de type N4 (dernier palier français, réacteur à eau pressurisée de 1450 MWe, muni de 4 boucles) et les réacteurs allemands de type KONVOI. L'évolution du contexte international, l'internationalisation croissante des questions de sûreté et la construction européenne ont en effet conduit au développement de ce réacteur franco-allemand.

Ce réacteur est dit de troisième génération. Il s'agit d'une voie évolutionnaire dont la conception est directement dérivée des réacteurs à eau légère et uranium légèrement enrichi aujourd'hui en exploitation. Ce choix est guidé par la volonté de bénéficier au mieux de l'ensemble du retour d'expérience acquis en matière de conception et d'exploitation. Les principales évolutions du projet EPR sont les suivantes :

- **l'amélioration de la sûreté des installations grâce notamment :**
 - au renforcement du principe de défense en profondeur,
 - à la prise en compte des accidents graves à la conception,
 - au renforcement de la prise en compte à la conception des agressions internes et externes,
 - à la redondance et la diversification des systèmes de sûreté,
 - à l'amélioration du comportement du réacteur en régime transitoire,
 - à l'amélioration de la qualité des composants.
- **la réduction de l'impact sur l'environnement et de la radioprotection des intervenants :**
 - la capacité à mieux brûler le combustible,
 - la réduction de la production de déchets et d'effluents en exploitation,
 - la réduction des expositions professionnelles,
 - la prise en compte du démantèlement à la conception.
- **l'amélioration des performances économiques en jouant sur :**
 - la diminution du coût de construction,
 - l'augmentation de la disponibilité et l'amélioration de la maintenance,
 - l'optimisation de la gestion du combustible,
 - l'augmentation de la durée de vie de la tranche.
- **l'amélioration de la manœuvrabilité et de la flexibilité de la tranche en :**
 - élargissant le spectre de gestion du réacteur,
 - affinant l'instrumentation du cœur,
 - optimisant l'accès au réacteur pour les arrêts de tranche,
 - sécurisant le délai d'action des opérateurs.

Ces évolutions sont détaillées en **Pièce D chapitre IV du Document 5** et en **Pièce E chapitre VI du Document 6**. Les principales caractéristiques de l'îlot nucléaire de la tranche EPR sont dans le tableau suivant :

Nombre de boucles	4
Puissance thermique du cœur du réacteur	4 500 MWth environ
Puissance électrique nette	1 630 MWe environ
CŒUR	
Nombre d'assemblages combustibles	241
Hauteur moyenne de combustible dans le cœur	4,2 m
Type d'assemblage	17 x 17
Nombre de grappes de contrôle	89
CHAUDIERE	
Pression du circuit primaire	155 bar abs.
Température nominale d'entrée cuve	295,7°C
Augmentation moyenne dans le cœur	34,2°C
Volume pressuriseur	75 m ³
Générateurs de vapeur – surface d'échange	7 960 m ²
Pression vapeur aux GV	80 bar abs.
SYSTEME D'INJECTION DE SECURITE	
Nombre d'accumulateurs	4
Pression des accumulateurs	45 bar
Nombre de trains d'injection	4 (dont 2 suffisent en cas d'accident) comportant chacun : -1 pompe moyenne pression (ISMP) -1 pompe basse pression (ISBP)
Pression d'injection ISMP	85-92 bar
Pression d'injection ISBP	20 bar
Réserve d'eau, volume utile	1 895 m ³ dans le BR
ENCEINTE DE CONFINEMENT	
Type	Cylindrique double paroi
Paroi interne	Béton précontraint revêtu d'une peau d'étanchéité : \varnothing_{int} 46,8m, hauteur : 58,5m, épaisseur 1,3 m (jupe)
Paroi externe	Béton armé : \varnothing_{int} 53m, hauteur : 62 m, épaisseur 1,3 à 1,8 m
Pression de dimensionnement	5,5 bar abs.

Tableau B-I.1-a : Principales caractéristiques de l'îlot nucléaire de la tranche EPR

I.1.4 Installation générale sur le site

I.1.4.1 Voies d'accès et voiries du site de Flamanville

Une route périphérique interne au site dessert l'ensemble des tranches. Passant à l'Est en pied de falaise, longeant au Nord la clôture du site, elle redescend en bord de mer entre les salles des machines et les stations de pompage. Elle permet l'accès à toutes les tranches du site.

En plus de la voie périphérique à l'ensemble du site, des voiries d'accès aux différents ouvrages permettent l'acheminement des équipements et la maintenance.

I.1.4.2 Autres aménagements

On trouve en sous-sol du site le réseau de terre, les voies voiries et réseaux divers (VRD) et les galeries de liaison entre les différents ouvrages.

Un rideau étanche entoure sur deux côtés la zone de la tranche 3 en longeant la tranche 2 coté Sud et en rejoignant la digue à l'ouest à travers un « bouchon » provisoire dans le chenal. Ce bouchon est terrassé entre la tranche 2 et la tranche 3. Un nouveau bouchon étanche est créé entre la tranche 3 et la zone Nord.

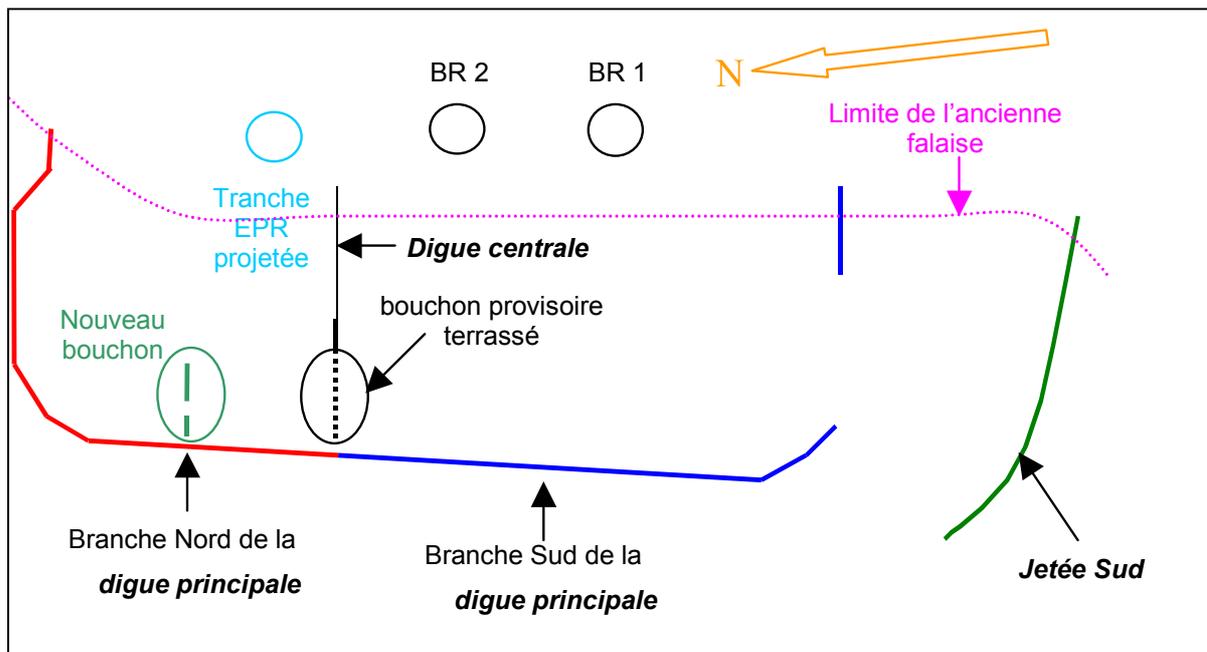


Figure B-I.1-c : Vue d'ensemble de la digue

I.2 CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES STANDARD

I.2.1 Bâtiment réacteur (HR - BR)

Le bâtiment réacteur abrite la chaudière nucléaire et une partie de ses auxiliaires de fonctionnement ou de sûreté. Du point de vue de la sûreté, il constitue la troisième barrière de protection du public contre les conséquences d'un accident (la première barrière est le gainage du combustible, la seconde est l'enveloppe du circuit primaire).

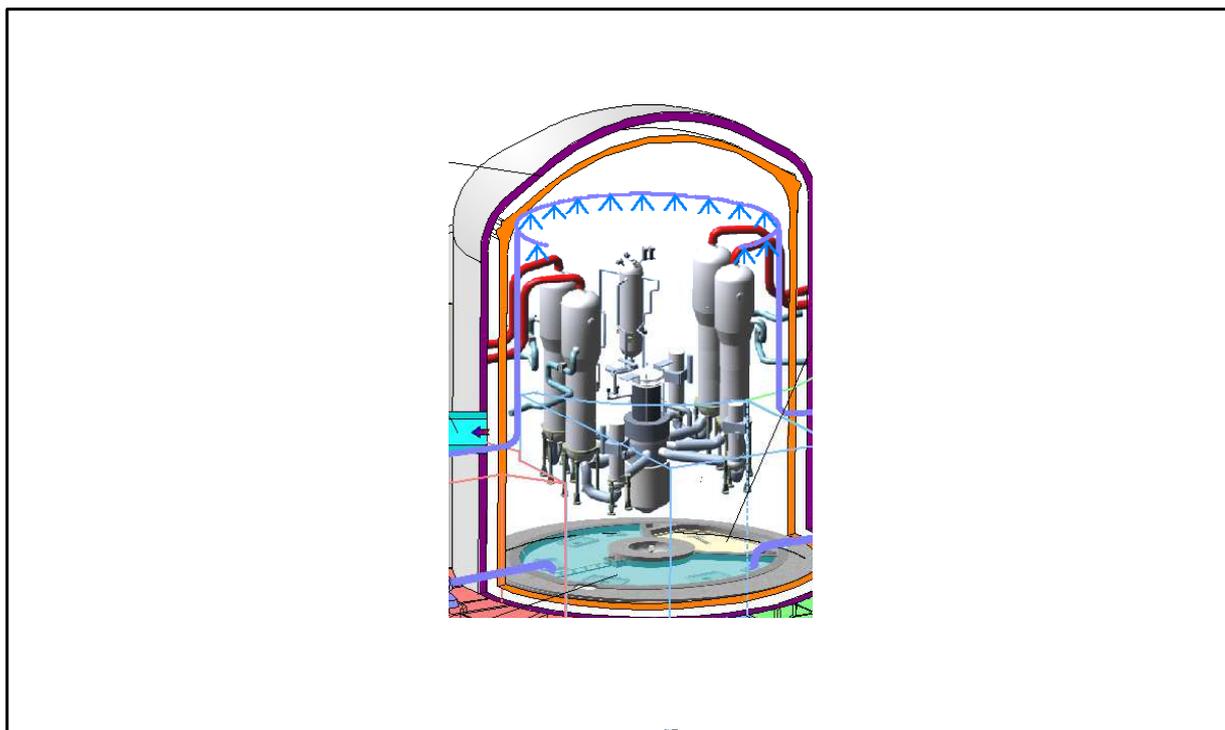


Figure B-I.2-a : Vue intérieure du bâtiment réacteur

En fonctionnement normal, ce bâtiment doit protéger le circuit de refroidissement du réacteur contre les événements extérieurs et constitue un écran contre les rayonnements du cœur du réacteur. Dans des conditions anormales ou accidentelles, il doit limiter les conséquences radiologiques à des valeurs acceptables à la limite du site.

Le bâtiment réacteur se compose d'une structure extérieure appelée enceinte et de structures intérieures.

Cette enceinte se décompose en :

- une enceinte interne en béton précontraint résistant à la pression d'accident, munie d'une peau métallique, et assurant une étanchéité satisfaisante sous cette pression,
- une enceinte externe en béton armé,
- un espace entre enceintes maintenu en dépression par rapport à l'atmosphère, ce qui permet la reprise des fuites de l'enceinte interne. Après épuration sur des filtres absolus et des pièges à iode, ces fuites sont rejetées à l'atmosphère par l'intermédiaire de la cheminée de ventilation.

Le bâtiment réacteur et les principaux autres bâtiments constituant l'îlot nucléaire renfermant des équipements de sûreté sont implantés sur un radier unique destiné à limiter les déplacements entre ces bâtiments en cas de séisme. Ils sont plus dimensionnés pour résister à l'effet onde de choc (explosion externe)

La protection des bâtiments de l'îlot nucléaire contre la chute d'avion est assurée grâce à des voiles et des dalles en béton armé formant une protection appelée « coque avion » qui recouvre le bâtiment réacteur, le bâtiment combustible et d'une partie des bâtiments des auxiliaires de sauvegarde

Les bâtiments diesel et les autres bâtiments des auxiliaires de sauvegarde sont indirectement protégés contre la chute d'avion non par cette coque avion, mais du fait de leur séparation géographique. La redondance des équipements contenus dans ces bâtiments assurant dans ce même cas l'exigence de disponibilité.

La prise en compte à la conception de l'accessibilité du bâtiment réacteur en fonctionnement et des risques radiologiques associés a conduit à prévoir un découpage du bâtiment en 2 compartiments.

I.2.1.1 Implantation du circuit primaire

Le circuit primaire sert d'enveloppe pour maintenir le réfrigérant du réacteur à la pression et à la température de fonctionnement et pour limiter les fuites et les rejets radioactifs dans l'atmosphère de l'enceinte. Ce système remplit trois fonctions principales :

- transfert de chaleur entre le cœur du réacteur et les générateurs de vapeur,
- contrôle de réactivité par modification de la concentration de bore en liaison avec les grappes de commande,
- contrôle de la pression par le pressuriseur.

Les éléments qui composent le circuit primaire sont la cuve du réacteur, le pressuriseur, quatre boucles de transfert de chaleur dont chacune contient un générateur de vapeur et une pompe primaire et les tuyauteries de liaison.

L'agencement du circuit primaire de l'EPR est caractérisé par les paramètres suivants :

- implantation symétrique des tubulures branche chaude et branche froide sur la cuve du réacteur,
- pressuriseur situé dans une zone dédiée,
- supportage vertical des générateurs de vapeur et des pompes primaires assuré par des béquilles articulées,
- mise en place de structures en béton entre les boucles primaires et entre la branche froide et la branche chaude de chaque boucle,
- mise en place d'une structure en béton (jupe) autour du circuit primaire afin de protéger l'enceinte des missiles générés en situation accidentelle à l'intérieur du bâtiment et diminuer le niveau radiologique des zones entourant les boucles primaires.

I.2.1.2 Stockage des équipements internes de cuve

Les équipements internes se décomposent en 2 sous-ensembles : les équipements internes supérieurs et les équipements internes inférieurs.

Les équipements internes supérieurs sont retirés à chaque rechargement et sont stockés sous eau pour des considérations de radioprotection dans un compartiment piscine dédié.

Les équipements internes inférieurs sont retirés en fonction des exigences d'inspection en service de la cuve. Un stockage sous eau est également nécessaire dans cette configuration, les 2 équipements internes sont placés l'un au-dessus de l'autre dans le même compartiment piscine.

I.2.1.3 Réserve de fluide primaire (piscine RIS - IRWST)

La réserve de fluide primaire, appelée piscine RIS, est implantée dans le bâtiment réacteur pour les principales raisons suivantes :

- éviter, en cas de perte du réfrigérant primaire (brèche), d'avoir à basculer d'une phase d'injection à une phase de recirculation après la vidange d'un réservoir (la piscine RIS collecte l'eau qui peut être déchargée à l'intérieur de l'enceinte en cas d'accident et reste pleine),
- disposer d'une réserve d'eau pour refroidir le corium en cas de fusion hypothétique du cœur.

Le réservoir RIS est situé entre le puits de cuve et la jupe des structures internes, au niveau inférieur de l'enceinte sous le plancher lourd.

I.2.1.4 Dispositions d'atténuation de l'accident grave

Les dispositifs, structurants pour l'installation, mis en oeuvre pour atténuer un accident grave de fusion du coeur sont la zone d'étalement du corium en fusion et le canal depuis le puits de cuve jusqu'à cette zone. La zone d'étalement, d'une surface d'environ 170m², est placée sur le côté du puits de cuve, elle est entourée par le réservoir RIS sur 2 cotés.

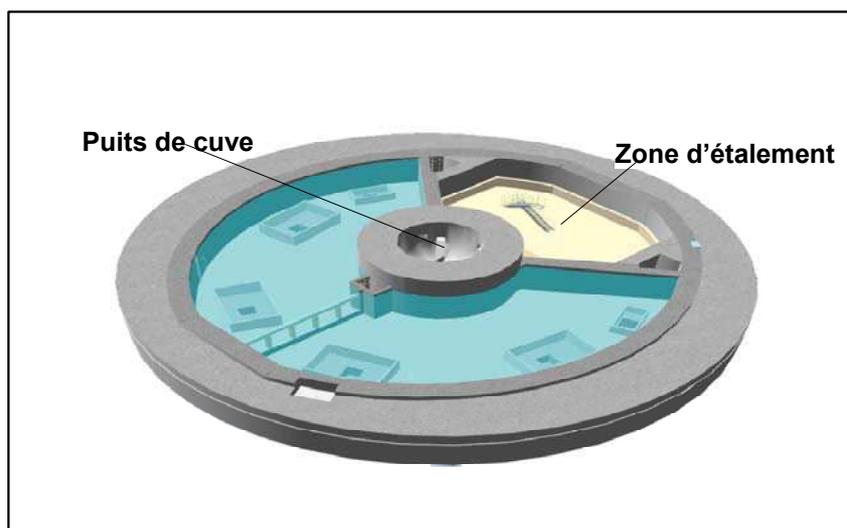


Figure B-I.2-b : Vue partie basse du BR

I.2.1.5 Zone du système de contrôle chimique et volumétrique (RCV)

Cette zone est située devant le bâtiment combustible, au-dessus de la zone d'étalement du corium et sous la piscine. Elle s'étend du puits de cuve jusqu'à la jupe des structures internes. Elle est divisée en salles qui contiennent les installations suivantes :

- les échangeurs RCV (1 régénérateur et 2 échangeurs de refroidissement),
- l'échangeur, les réservoirs et les pompes du système des purges, événements et exhaures nucléaires (RPE),
- les dispositifs de récupération des fuites de la peau de la piscine.

I.2.1.6 Zone du système de purge des générateurs de vapeur (APG)

Le ballon d'éclatement et l'échangeur régénérateur sont placés à l'intérieur du bâtiment réacteur, dans la partie nord.

I.2.1.7 Lignes principales vapeur et eau alimentaire (VVP, ARE)

Les lignes principales vapeur et eau alimentaire cheminent à l'extérieur de l'enceinte au-dessus des toits des bâtiments des auxiliaires de sauvegarde.

I.2.1.8 L'espace annulaire

Cette zone se situe entre l'enceinte interne et les structures internes, elle est placée verticalement entre le radier et le plancher de service. Cet espace annulaire est essentiellement une zone de circulation pour le personnel et permet l'accès aux différentes salles contenant des équipements. Cette zone est également utilisée pour des réseaux de tuyauteries, de gaines de ventilation et de chemins de câbles qui circulent à l'intérieur de l'enceinte.

I.2.1.9 Accessibilité de l'enceinte

L'accessibilité du bâtiment réacteur en fonctionnement, compte tenu des risques radiologiques associés, repose sur un découpage du bâtiment en 2 compartiments :

- un espace de service accessible tranche en puissance ; il s'agit des planchers de service, de l'espace annulaire et du pont polaire,
- un compartiment équipements comportant des locaux classés inaccessibles ou à accès limité pendant le fonctionnement du réacteur.

Pour assurer l'accès, les systèmes de ventilation mis en œuvre évitent l'accumulation d'une contamination atmosphérique dans la zone « accessible » qui ne permettrait pas la présence de personnel.

I.2.2 Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde (HL - BAS)

Ces bâtiments abritent les équipements de sûreté : pompes et vannes du système d'injection de sécurité, pompes et échangeurs de chaleur du circuit de refroidissement et le système de ventilation correspondant.

Tous les systèmes classés de sauvegarde sont conçus selon une quadruple redondance et situés dans des divisions physiquement séparées.

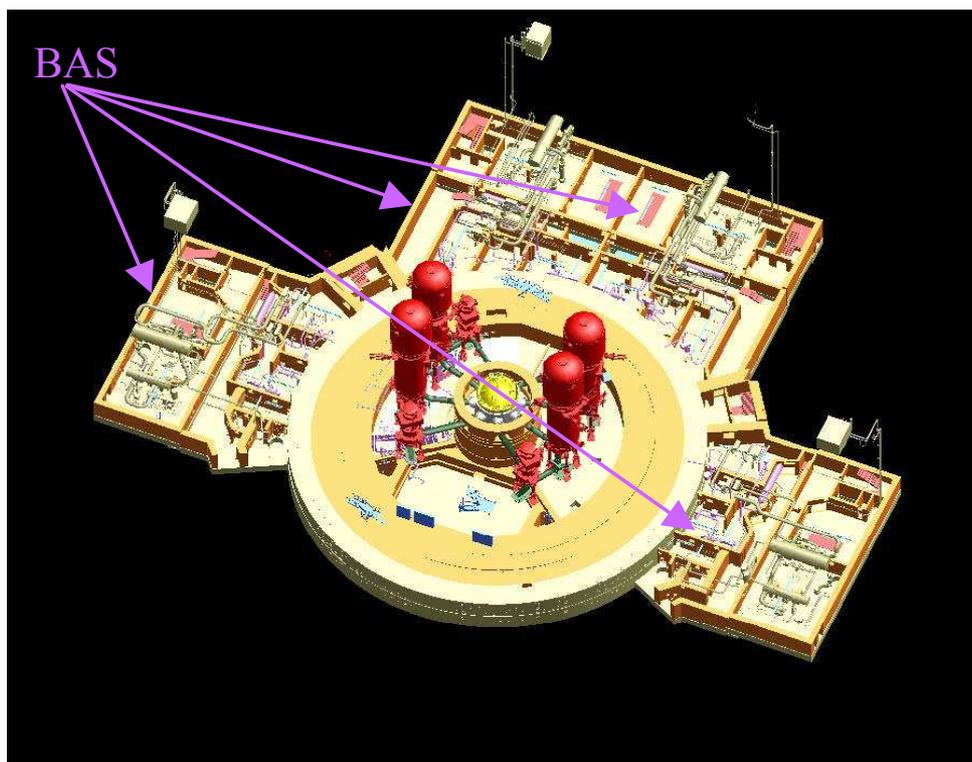


Figure B-I.2-c : Vue d'ensemble des BAS

◆ Zone mécanique

Chaque division dispose, dans la zone mécanique, d'un Circuit d'Injection de Sécurité Basse Pression (ISBP) et d'un Circuit d'Injection de Sécurité Moyenne Pression (ISMP). Le circuit ISMP combine les fonctions ISMP et les fonctions de refroidissement du réacteur à l'arrêt. Ils sont disposés à l'intérieur de la zone radiologiquement contrôlée, alors que le Circuit de Réfrigération Intermédiaire (RRI) et l'Alimentation de Secours des Générateurs de Vapeur (ASG) sont installés dans les zones extérieures radiologiquement non-contrôlées.

Outre les Circuits d'Injection de Sécurité, le bâtiment HL (divisions 1 et 4) reçoit le circuit de refroidissement ultime de l'enceinte (EVU) installé dans la zone contrôlée pour répondre aux exigences de protection contre les radiations.

◆ ***Zone Electrique, contrôle commande, Ventilation***

Les systèmes électriques de sûreté, le contrôle commande, la salle de commande, ainsi que les systèmes de ventilation sont disposés dans les niveaux supérieurs du bâtiment. Ces zones sont entièrement classées comme étant radiologiquement non contrôlées.

La salle de commande est située, sous les systèmes de ventilation.

La station de repli, qui permet le pilotage de l'installation en cas d'indisponibilité de la salle de commande, est située sous la salle de commande.

Le chauffage et la climatisation d'air de chaque Division Electrique sont garantis par leur propre système de ventilation.

Le soufflage de la zone mécanique des Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde est assuré par le système de ventilation dédié à chaque division électrique.

Pour les Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde, les circuits d'eau glacée sont équipés de groupes de production d'eau glacée refroidis par air et installés au-dessus ou, sont équipés de groupes refroidis par RRI.

Chaque file du système d'eau glacée est conçue pour refroidir l'une des files d'alimentation d'air du système de ventilation de la salle de commande.

I.2.3 Bâtiment Combustible (HK – BK)

Le bâtiment combustible (HK) est situé au sud du bâtiment réacteur et repose sur le radier commun regroupant les principaux bâtiments de l'îlot nucléaire (à l'exclusion du bâtiment des auxiliaires nucléaire : HN).

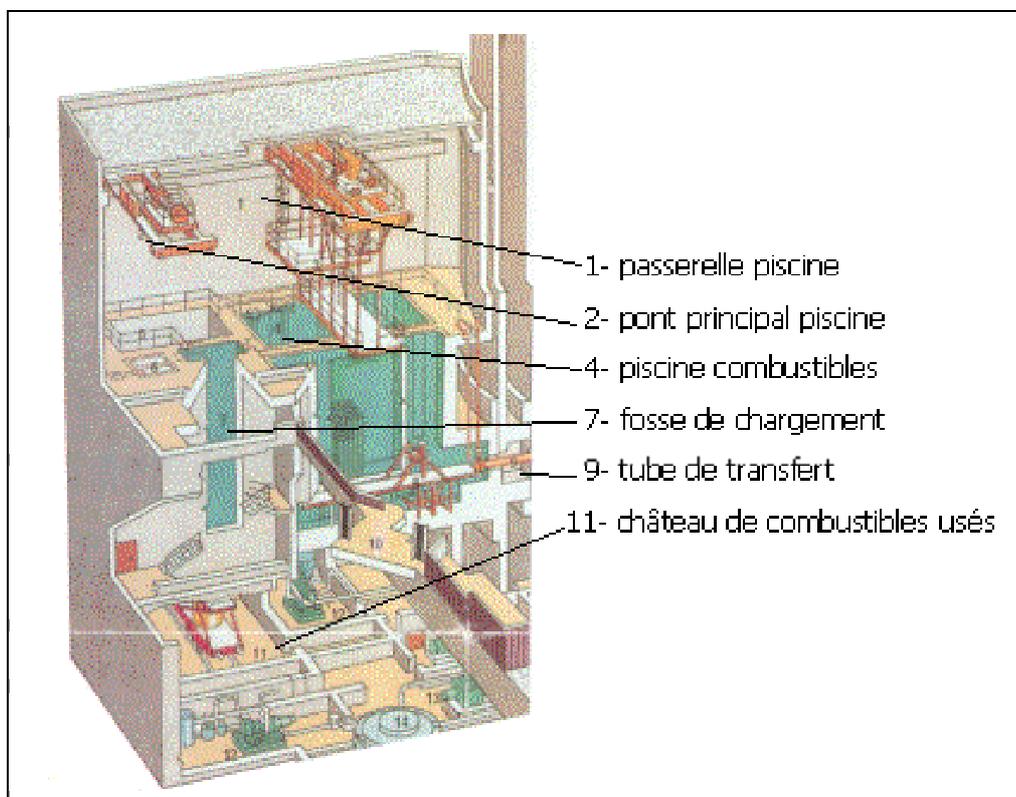


Figure B-I.2-d : Ecorché du BK

Il abrite les équipements suivants :

- l'installation liée au combustible : piscine du combustible irradié, zone de transfert du combustible, zone du combustible neuf, et la zone de chargement des conteneurs de combustible irradié,
- les équipements du circuit de réfrigération de la piscine combustible (PTR),
- les équipements du circuit de contrôle volumétrique et chimique du réacteur (RCV), de stockage du circuit d'appoint en bore (REA) et du circuit de borication de sûreté (RBS),
- certains équipements de ventilation du bâtiment combustible et de l'espace entre enceintes.

Le HK est conçu pour les opérations de manutention et de stockage des éléments combustibles neufs ou irradiés en atmosphère contrôlée. Il a pour fonction d'abriter les équipements nécessaires à ces opérations et d'en permettre l'exploitation.

Ces équipements sont caractérisés par :

- le stockage des éléments combustibles neufs ou irradiés hors bâtiment réacteur,
- une capacité de stockage suffisante permettant le déchargement complet du cœur,
- un transfert des éléments combustibles via un basculeur et un tube transfert dans un compartiment dédié. Hors opérations de transfert, le tube transfert est fermé à chaque extrémité.

Les opérations de chargement et d'évacuation des éléments combustibles s'effectuent sous fosse en fond du compartiment chargement à l'aide d'un équipement dédié situé dans le hall chargement à +0,00m.

Sous +0,00m, les niveaux du bâtiment comprennent 2 voies séparées physiquement par un voile central, cette architecture renforce l'indépendance de chaque voie redondante des systèmes suivants : le système PTR (Traitement et refroidissement eau piscine), le système RBS (Borication de sécurité) et le système RCV (Contrôle chimique et volumétrique).

Le bâtiment abrite :

- la piscine de désactivation,
- le compartiment transfert,
- la fosse de chargement,
- le local de stockage et d'inspection des assemblages combustibles neufs,
- le réservoir RCV,
- les bâches REA (Acide Borique),
- les extractions et filtrations iode de l'espace entre enceinte et des zones contrôlées des Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde,
- le hall d'accès tampon matériel du HR, d'accès au HN et au portique extérieur de manutention.

I.2.4 Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (HN - BAN)

Le bâtiment des auxiliaires nucléaires abrite une partie des systèmes d'exploitation et des zones dédiées à la maintenance.

Les principaux systèmes installés dans le HN sont :

- le système des effluents liquides primaires TEP (stockage et traitement),
- le système de traitement d'eau des piscines PTR,
- le système des effluents gazeux TEG,
- une partie du système de purge des générateurs de vapeur APG,
- le système de ventilation (DWN) du HN,
- le système de production et de distribution d'eau glacée DER.

Une partie du bâtiment est conçue comme une zone radiologique non contrôlée, dans laquelle est installée une partie du système de production d'eau glacée DER.

La zone de maintenance et les zones de manutention utilisées au cours de la phase de rechargement du combustible sont situées au niveau le plus haut du bâtiment (+19,50m). L'accès à ces zones se fait depuis l'escalier principal du HN et par le bâtiment combustible.

Toutes les extractions d'air de ventilation des zones radiologiques contrôlées de l'îlot nucléaire sont dirigées, collectées et contrôlées dans le HN avant d'être évacuées par la cheminée.

I.2.5 Bâtiments Diesels (HD)

Les bâtiments diesel sont au nombre de deux et abritent plusieurs dispositifs redondants qui assurent l'alimentation électrique des systèmes importants pour la sûreté.

Les bâtiments diesel sont dimensionnés pour résister au séisme (bâtiments classés "séisme classe 1") et à l'effet onde de choc (explosion externe).

Chaque bâtiment Diesel abrite :

- les groupes électrogènes principaux dédiés à deux Divisions des auxiliaires de sauvegarde,
- le groupe électrogène de secours dédié à une division des auxiliaires de sauvegarde.

Les groupes électrogènes LHP, LHQ, LHR et LHS sont appelés "Diesels Principaux".

Les groupes électrogènes de secours LJP et LJS sont appelés "Diesels d'ultime secours".

Les deux bâtiments diesel comprennent chacun 3 zones distinctes séparées physiquement par des voiles béton et fonctionnellement indépendantes.

L'installation principale comprend :

- la bache à fuel principale (dans un secteur de feu dédié), et l'entrepont de câblage,
- le groupe électrogène – le local salle de commande,
- la bache à fuel journalière – la ventilation matériels électriques,

- la ventilation du bâtiment – l'aéroréfrigérants du groupe électrogène,
- les silencieux échappement moteur.

I.2.6 Salle des Machines (HM - SdM)

La salle des machines abrite le groupe turboalternateur (groupe GTA), les sècheurs surchauffeurs, le condenseur, l'ensemble du poste d'eau ainsi que les systèmes auxiliaires associés. La salle des machines est conçue de manière à éviter tout risque d'agression des bâtiments de l'îlot nucléaire qui sont situés à proximité. Le corps Haute Pression de la turbine est situé du côté de l'îlot nucléaire afin de réduire les longueurs des tuyauteries de vapeur vive depuis les générateurs de vapeur.

Les sècheurs surchauffeurs sont positionnés verticalement.

Les 4 moto-pompes alimentaires ainsi que la pompe de démarrage sont situées en-dessous de la turbine.

La salle des machines est un bâtiment en structure métallique dont les dimensions sont 112 m de long (entre axe), 54 m de large (entre axe) et 43m de hauteur (hors sol).

Un écorché de la salle des machines est donné ci-dessous :

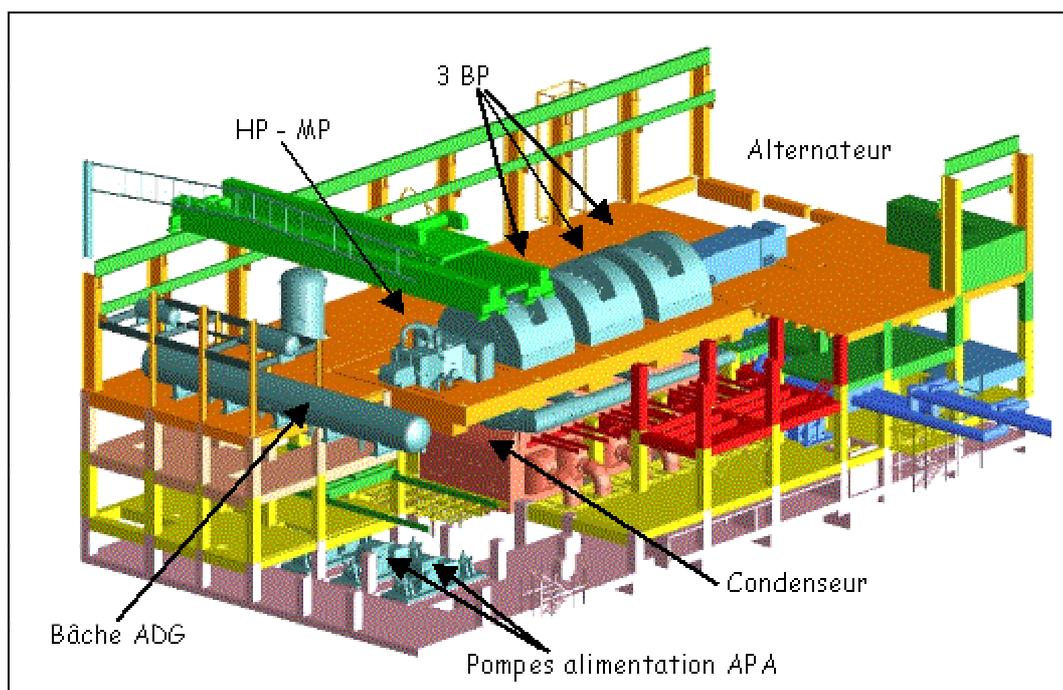


Figure B-I.2-e : Vue intérieure de la salle des machines

I.2.7 Bâtiment électrique de l'îlot Conventionnel (HF - BLNC)

Le bâtiment électrique non classé de sûreté est accolé à la salle des machines et situé à proximité des plates formes transformateurs.

Ce bâtiment abrite les tableaux électriques permanents et sécurisés alimentant les auxiliaires de l'îlot conventionnel ainsi que les automates qui pilotent et surveillent ces matériels.

Les sources électriques 10kV proviennent des transformateurs de soutirage et du transformateur auxiliaire via des galeries distinctes.

Le BLNC fournit les sources électriques permanentes 10kV à chacun des 4 bâtiments électriques de l'îlot nucléaire via les galeries SEC et au Pôle Opérationnel d'Exploitation.

I.2.8 Plates-formes de Transformateur (HT et HJ)

Les plates formes TP/TS et TA sont accolées à la salle des machines et situées à proximité du bâtiment électrique de l'îlot conventionnel.

La plate forme TP/TS accueille le transformateur principal (TP), les deux transformateurs de soutirage (TS) et les disjoncteurs de ligne et de couplage.

La connexion principale au réseau est réalisée par une ligne qui est connectée au transformateur principal par deux disjoncteurs ; le disjoncteur de couplage et le disjoncteur de ligne. Entre ces deux disjoncteurs, une connexion part vers les deux transformateurs de soutirage qui alimentent les tableaux permanents. Ces alimentations sont séparées afin de minimiser le risque de feu et rester compatibles avec la conception électrique de l'îlot conventionnel.

La plate forme TA accueille le transformateur auxiliaire qui est toujours sous tension.

La connexion avec le réseau est réalisée par une ligne auxiliaire. La connexion du transformateur auxiliaire (TA) est divisée en deux pour rester compatible avec la conception électrique de l'îlot conventionnel (un enroulement du transformateur par secteur de feu).

I.2.9 Tour d'accès (HW)

La principale fonction du bâtiment est de contrôler l'accès à l'îlot nucléaire :

- L'accès à la zone contrôlée est prévu en dessous du niveau 0,00 m, via une galerie technique venant du pôle opérationnel d'exploitation.
- L'accès aux zones non contrôlées se fait au niveau le plus haut.

Le bâtiment abrite les salles suivantes :

- La salle dédiée à la maintenance et la décontamination de petits matériels,
- Les salles dédiées à l'exploitation,
- Les salles techniques.

Il est situé entre les divisions 3 et 4 du Bâtiment Electrique et des Auxiliaires de Sauvegarde.

I.2.10 Pôle Opérationnel d'Exploitation (HB - POE)

L'objet de ce bâtiment est de rassembler les différentes fonctions d'exploitation.

Il abrite plus spécifiquement les salles suivantes :

- Salles d'accès à la zone contrôlée (vestiaires),
- Ateliers et entrepôts,
- Bureaux (services administratifs et techniques),
- Laboratoires,
- Salle informatique,
- Centre de documentation.

L'accès principal se fait sous le niveau 0,00 m via une galerie reliée à l'entrée de la centrale située en dehors du grillage de la zone contrôlée.

Le POE n'est pas classé sûreté, il ne contient pas d'installations classées sûreté, ni d'équipement classé sûreté.

I.2.11 Bâtiment de traitement des effluents (HQA/HQB - BTE)

Le bâtiment de traitement des effluents reçoit, pour stockage, traitement et évacuation les déchets radioactifs sous forme liquide ou solide.

Conçu pour deux tranches, le bâtiment de traitement des effluents est accolé au bâtiment des auxiliaires nucléaires de la tranche 3. L'emprise au sol du bâtiment est de 62 x 38 m², la hauteur de sa superstructure est de 13,5 m et son assise au niveau – 7,50 m.

Le bâtiment de traitement des effluents est calculé pour ne pas être agresseur du bâtiment des auxiliaires nucléaires en cas de séisme.

Le bâtiment est subdivisé en deux parties : une partie pour l'entreposage des déchets solides et une partie pour le traitement des effluents liquides et solides.

La partie relative à l'entreposage des déchets est constituée :

- d'un hall de stockage des fûts et conteneurs des déchets solides, permettant, en particulier, l'accès des convois routiers, d'un local de contrôle des fûts avant évacuation et d'un local de stockage des résines de traitement des purges des générateurs de vapeur,
- d'un hall d'accueil des stations mobiles pour le conditionnement des résines, d'un pont de manutention et d'une presse à compacter utilisée pour le conditionnement des déchets faiblement actifs.

La partie relative au traitement des effluents liquides et solides est constituée d'une zone lourde qui abrite principalement le système de traitement des effluents liquides (stockage de tête, chaînes de traitements) et le traitement des déchets solides (stockages des résines, concentrats, cellule d'enfûtage des filtres). Elle abrite également une centrale de production de béton et de stockage des agrégats. On y trouve également les locaux électriques et la salle de commande du BTE.

La partie traitement des effluents est accolée au BAN de la tranche 3 pour permettre le transfert de la machine de remplacement des filtres du BAN vers le BTE.

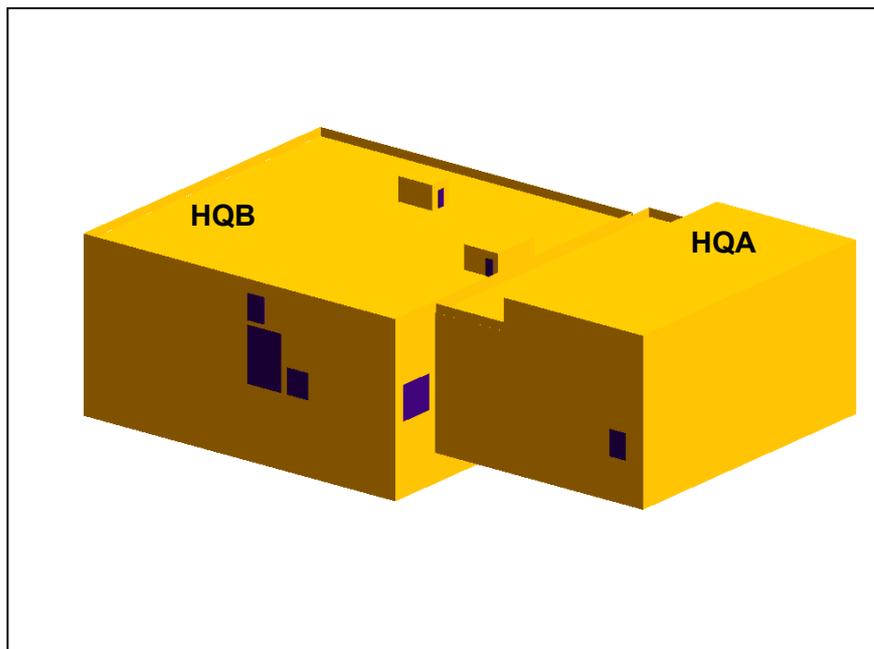


Figure B-I.2-f : Vue du BTE

I.2.12 La plate-forme de stockage gaz (HZ - SGZ)

Le stockage gaz (HZ) est une plate-forme indépendante qui sert à stocker et à fournir les gaz nécessaires au fonctionnement de la centrale, tel que l'hydrogène, l'azote, le dioxyde de carbone et l'oxygène. L'installation respecte les règles de sécurité en vigueur.

Le stockage gaz est implanté à proximité de la tranche 2. Son emprise au sol est d'environ 600 m² et son assise est située au niveau de la plate-forme.

I.2.13 Bassin de confinement (HX)

Le bâtiment HX, situé à côté de la Station de Pompage de la tranche 3, a pour fonctions :

- la collecte des eaux pluviales provenant des voiries et des toitures avant rejet dans le chenal,
- le traitement des eaux susceptibles de contenir des hydrocarbures par un décanteur/déshuileur,
- la récupération d'eaux polluées suite à un incendie ou à un déversement incidentel, sur la voirie ou sur des surfaces imperméables, par un bassin de confinement d'environ 1 700 m³,
- la prise d'échantillons sur les émissaires avant rejet afin d'effectuer des analyses périodiques de la qualité des eaux rejetées dans le chenal.

Cet ouvrage est lesté par un béton de comblement de 3,40 m environ d'épaisseur (radier compris). Il est relié à l'émissaire secondaire 15 créé pour l'EPR et repéré en **Document 4, Figure G-5**. Son emprise au sol est de 25,50 m par 14,00 m, pour une hauteur de 19,60 m environ.

I.3 CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES DE SITE

Certains bâtiments n'appartiennent ni à l'îlot conventionnel ni à l'îlot nucléaire, que leur fonction soit technique ou pas. Certains abritent des fonctions de sûreté comme la station de pompage ou certaines galeries.

I.3.1 Station de pompage (HP - SDP)

La station de pompage est située à proximité du canal d'amenée, elle assure l'alimentation en eau brute de la centrale pour le refroidissement du condenseur, des réfrigérants intermédiaires (SRI) et des échangeurs (SEC/RRI).

Il s'agit d'une structure en béton dont les principales dimensions sont 79 m (longueur) x 44 m (largeur) x 41 m (hauteur). Le bâtiment est conçu pour résister au séisme de site.

La station de pompage est composée de quatre voies d'aspiration distinctes :

- les deux voies centrales, équipées de tambours filtrants, alimentent principalement les circuits d'eau brute secourue (SEC) et de l'eau de refroidissement des condenseurs (CRF).
- les deux voies latérales, équipées chacune d'un filtre à chaîne, alimentent principalement les circuits d'eau brute secourue (SEC), de l'eau de refroidissement des auxiliaires conventionnels (SEN) et de l'eau brute d'ultime secours (SRU).

Les alimentations en eau de mer des pompes SEC et SRU (respectivement systèmes de refroidissement des circuits de réfrigération intermédiaire RRI et EVU) sont banalisées et permettent, en cas d'arrêt d'un tambour filtrant ou d'un filtre à chaînes, d'assurer l'alimentation de celles-ci.

Le débit des pompes de circulation est de $61\text{m}^3/\text{s}$ en conditions nominales.

Pour que l'eau puisse être captée directement dans le canal d'amenée, ce dernier est prolongé d'environ 150 m en supprimant le bouchon mis en place à la construction des tranches 1 et 2. La partie du canal d'alimentation prolongée présente également une largeur approximative à la base de 50 m. Rappelons que le canal a été, dès l'origine, dimensionné pour assurer les besoins en eau de mer de quatre tranches.

Les principales évolutions de la station de pompage de la tranche EPR par rapport à celles des tranches 1-2 sont les suivantes :

- ajout de deux voies d'eau latérales supplémentaires pour alimentation des deux trains SEC supplémentaires,
- en cas d'avarie grave en station de pompage, il est prévu la possibilité de prendre l'eau pour les circuits SEC et SRU dans le bassin de rejet, via une canalisation noyée dans le radier (principe de diversification). Dans cette configuration, la galerie de rejet en mer fait office de prise d'eau.

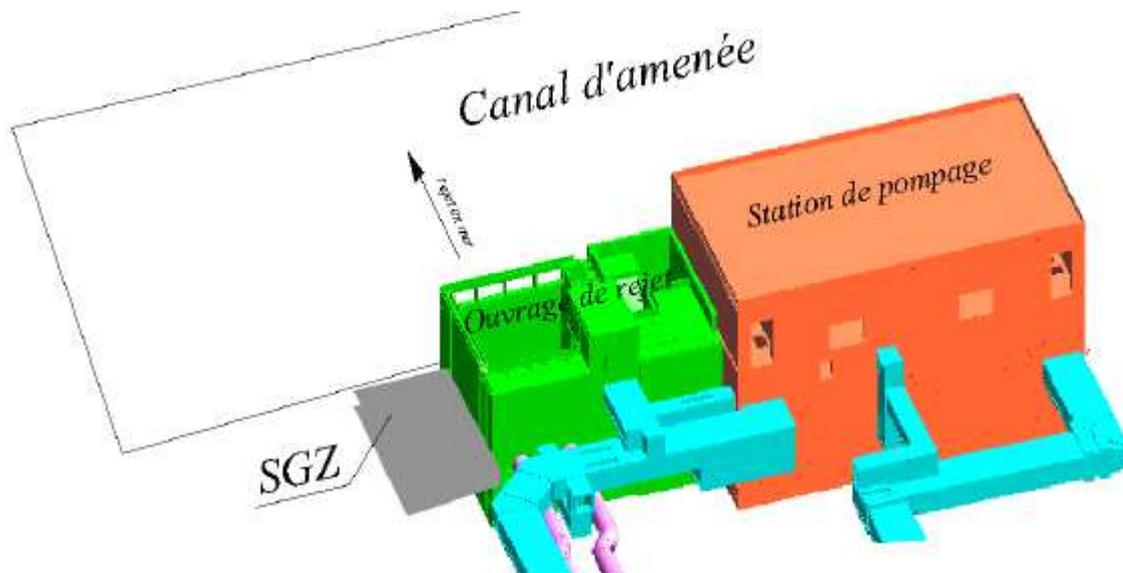


Figure B-I.3-a : Vue d'ensemble de la station de pompage

I.3.2 Station de dessalement de l'eau de mer

Afin de limiter les prélèvements d'eau douce superficielle et les rejets dus au fonctionnement de la station de déminéralisation, celle-ci est en grande partie remplacée par une unité de dessalement produisant de l'eau déminéralisée à partir de l'eau de mer.

L'alimentation en eau de mer est assurée par 2 pompes, de 350 m³/h chacune, fonctionnant en normal / secours.

Ces deux pompes sont installées en station de pompage de la tranche 1, dans le ru de l'eau des pompes SEC.

I.3.3 Ouvrage de rejet en mer

L'ouvrage de rejet est situé contre la station de pompage, le long du canal d'amenée. Il est constitué d'une partie pré-rejet et d'un bassin de rejet.

Partie pré-rejet

La partie pré-rejet est située entre la station de pompage et le bassin de rejet, le long du canal d'amenée. Cette partie d'ouvrage est destinée à recueillir les débris marins provenant de la station de pompage.

Les débris marins sont recueillis à l'aide de bennes à fond troué, qui sont ensuite évacuées par camion.

L'eau est remontée dans le bassin de rejet pour évacuation en mer à l'aide de vis d'Archimède.

Bassin de rejet

Le bâtiment est relié à une galerie sous-marine d'environ 700 m de long, pour assurer le rejet en mer. Ce bassin est séparé en deux parties:

- une partie dans laquelle arrive le rejet des pompes SEC et SRU, cette partie étant munie d'un seuil,
- l'autre partie dans laquelle arrive le retour des pompes CRF et des pompes SEN.

I.3.4 Galeries

Différentes galeries sont prévues pour relier les bâtiments sur le site.

Les galeries prévues pour le personnel sont :

- La galerie entre le POE et la tour d'accès,
- Les autres galeries sont des galeries techniques utilisées pour les chemins de conduites et/ou de câbles.

Les principales galeries techniques sont :

- Les galeries SEC reliant la Station de pompage aux Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde,
- Les galeries techniques (diesel) reliant le Bâtiment Diesel aux Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde,
- Les galeries CRF reliant la station de pompage et l'entrée de la salle des machines et les galeries reliant la Salle des machines au bassin de rejet,
- La galerie inter-unité reliant la station d'eau déminéralisée et le stockage des effluents au hall turbine et au Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE).

Les galeries SEC sont conçues pour résister aux séismes.

I.3.5 Ouvrages de Flamanville 1-2 utilisés par la nouvelle installation

La tranche EPR utilisera un certain nombre d'ouvrages de site des tranches 1 et 2 car conçus dès l'origine pour quatre tranches. C'est le cas notamment :

- des prélèvements en rivière,
- de la station de déminéralisation (en appoint si nécessaire),
- de la Station d'Épuration,
- des bâches de stockage,
- de la station de pompage d'eau douce,
- de l'huilerie,
- de l'aire TFA,
- de la laverie,
- du Bâtiment de Sécurité.

Il est à noter que la production principale d'eau déminéralisée et filtrée du site sera assurée par une nouvelle installation de dessalement d'eau de mer.

I.3.5.1 Ouvrages de prise d'eau douce

Les prélèvements en eau douce sont effectués dans trois rivières :

- Le Petit Douet,
- Le Grand Douet,
- La Dièlette.

Une dérivation est pratiquée du Grand Douet vers le Petit Douet. Elle est autorisée pour un prélèvement maximum de 31 L/s.

Le circuit SEA (production d'eau douce) comprend essentiellement :

- deux stations de pompage, qui permettent de subvenir aux besoins du CNPE à partir des eaux douces superficielles :
 - une station sur le Petit Douet. Le pompage autorisé au niveau de cette station (Siouville) est de :
 - o 45 L/s en régime normal,
 - o 83 L/s en régime exceptionnel (c'est-à-dire en cas d'indisponibilité de la station de pompage de Diélette).

Les débits précédents incluent l'apport du Grand Douet.

- une station sur la Diélette, pour laquelle le débit de pompage autorisé est de 45 L/s et exceptionnellement de 68 L/s (indisponibilité de la station de pompage de Siouville).
- deux conduites d'acheminement conduisant l'eau douce jusqu'à la centrale,
- deux bassins de stockage d'environ 70 000 m³ chacun (bassin SEA). Ce volume de stockage permet de constituer une réserve d'eau douce suffisante pendant les périodes d'étiage au cours desquelles le respect des débits réservés des cours d'eau n'autorise pas de pompage. Compte tenu de la position topographique de ces bassins (80 m NGF et plate-forme à 12,40 m NGF), la distribution d'eau douce brute du site se fait gravitairement par un réseau en charge.

Les stations de pompage sur la Diélette et le Petit Douet se composent respectivement de deux et trois pompes d'une capacité de 110 m³/h chacune, mais une seule pompe est en fonctionnement à la fois dans chaque station. Il est possible d'utiliser une seule station ou les deux stations à la fois (le débit global est alors de 180 m³/h, compte tenu de la perte de charge).

Ces installations ont été initialement dimensionnées pour répondre aux besoins en eau douce de 4 tranches.

Pour préserver les cours d'eau alimentant le site et réduire l'impact environnemental des prélèvements d'eau douce nécessaires aux besoins des tranches 1-2 et EPR, il a été décidé de mettre en place une installation de production d'eau déminéralisée par dessalement d'eau de mer pour suppléer en grande partie la station d'eau déminéralisée actuelle.

I.3.5.2 Poste d'eau déminéralisée

Le poste d'eau déminéralisée, qui a été construit pour les tranches existantes, sert de secours et d'appoint aux trois tranches de Flamanville. Dans le but de préserver les ressources en eau des cours d'eau qui alimentent actuellement les tranches 1 et 2, une unité de dessalement est installée dans une extension de la station de déminéralisation. Ce bâtiment fera environ 20 m x 20 m. Cette unité produit en eau déminéralisée les besoins des trois tranches de Flamanville.

I.3.5.3 Aire TFA

L'aire TFA pérenne est l'installation dédiée à l'entreposage des déchets d'exploitation et de maintenance de très faible activité. Elle est implantée dans la zone surveillée, à l'est du site, sur la plate-forme haute du site. L'aire est grillagée et équipée d'un portail et son accès est réglementé. De plus l'installation est équipée d'un réseau de collecte et d'évacuation des effluents et des eaux de ruissellement relié au réseau SEO protégé par une vanne manuelle à volant déporté et un piège à sable.

Elle est située sur le plateau à l'Est du site .

Les déchets TFA issus de la tranche EPR sont traités et entreposés temporairement dans le BTE avant leur évacuation en ligne vers les filières agréées. Toutefois en cas de difficulté d'évacuation l'aire TFA du site pourra être exceptionnellement utilisée en tant que zone tampon.

I.3.5.4 Autres ouvrages

La tranche EPR bénéficiera également des ouvrages de site :

- de la station d'épuration Sud adaptée au niveau des capacités de traitement,
- de la laverie existante modifiée pour la gestion globale du site,
- des bâches de stockage d'effluents actuelles mutualisées et complétées pour parvenir à des capacités de :
 - 3 × 750 m³ pour les bâches TER,
 - 6 × 750 m³ pour les bâches KER,
 - 4 × 750 m³ pour les bâches SEK.

PIECE B

CHAPITRE II

**PRINCIPES GENERAUX DE FONCTIONNEMENT
ET D'EXPLOITATION**

SOMMAIRE Chapitre II

II	PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET D'EXPLOITATION	5
II.1	CONDITIONS GENERALES DE FONCTIONNEMENT.....	5
II.2	DESCRIPTION DES PRINCIPAUX SYSTEMES.....	5
II.2.1	Description de la chaudière nucléaire	5
II.2.2	Circuit d'Injection de Sécurité / Circuit de Refroidissement du Réacteur à l'Arrêt (RIS/RRA).....	6
II.2.3	Réserve du fluide primaire dans l'enceinte (piscine RIS - IRWST).....	8
II.2.4	Circuit de Borication de Secours (RBS).....	8
II.2.5	Circuit d'Alimentation de Secours des Générateurs de Vapeur (ASG).....	9
II.2.6	Circuit de réfrigération intermédiaire (RRI)	9
II.2.7	Circuit d'Eau Brute Secourue (SEC).....	10
II.2.8	Circuit de Contrôle Volumétrique et Chimique (RCV).....	10
II.2.9	Circuit de collecte, de traitement et de rejet des effluents radioactifs.....	11
II.2.10	Circuit de Traitement et refroidissement de l'eau des piscines (PTR)	12
II.2.11	Systèmes de vapeur et de transformation d'énergie.....	13
II.2.12	Poste d'eau alimentaire.....	15
II.2.13	Description de la station de pompage.....	15
II.2.14	Description des alimentations électriques.....	16
II.3	PRINCIPES D'EXPLOITATION	17
II.3.1	Principes de sûreté guidant l'exploitation.....	17
II.3.2	Comportement de la tranche lors de défauts de fonctionnement	18
II.3.2.1	Défaut sur le réseau électrique extérieur – Ilotage	18
II.3.2.2	Autres défauts.....	18
II.3.3	Principes relatifs à la conduite de la tranche.....	18
II.4	DETAIL DU PROCESS DE GESTION DES EFFLUENTS	20
II.4.1	Radioactifs liquides	20
II.4.1.1	Origine des effluents radioactifs liquides.....	20
II.4.1.2	Nature des effluents radioactifs liquides	22
II.4.1.2.1	<i>Les effluents liquides primaires</i>	<i>22</i>
II.4.1.2.2	<i>Les effluents liquides usés</i>	<i>23</i>
II.4.1.2.3	<i>Les purges des générateurs de vapeur.....</i>	<i>23</i>
II.4.1.2.4	<i>Les eaux d'exhaure des salles des machines.....</i>	<i>23</i>
II.4.1.3	Traitement des effluents radioactifs liquides.....	24
II.4.1.3.1	<i>Traitement des effluents liquides primaires.....</i>	<i>24</i>
II.4.1.3.2	<i>Traitement des effluents liquides usés.....</i>	<i>25</i>
II.4.1.3.3	<i>Traitement des purges des générateurs de vapeur.....</i>	<i>27</i>
II.4.1.3.4	<i>Traitement des eaux d'exhaure des salles des machines.....</i>	<i>27</i>
II.4.1.4	Contrôle des effluents liquides avant rejet.....	28
II.4.2	Radioactifs gazeux.....	28
II.4.2.1	Origine des effluents radioactifs gazeux	28
II.4.2.2	Nature des effluents radioactifs gazeux.....	29
II.4.2.2.1	<i>Les effluents gazeux du circuit primaire</i>	<i>29</i>
II.4.2.2.2	<i>Les effluents gazeux de ventilation</i>	<i>30</i>
II.4.2.2.3	<i>Les effluents gazeux provenant du circuit secondaire.....</i>	<i>30</i>

II.4.2.3	Traitement des effluents radioactifs gazeux.....	30
II.4.2.3.1	<i>Traitement des effluents gazeux du circuit primaire</i>	30
II.4.2.3.2	<i>Traitement des effluents gazeux de ventilation</i>	31
II.4.2.3.2.1	Ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires DWN	32
II.4.2.3.2.2	Ventilation du bâtiment combustible DWK.....	32
II.4.2.3.2.3	Ventilation de la zone contrôlée des bâtiments des auxiliaires de sauvegarde DWL.....	32
II.4.2.3.2.4	Ventilation du bâtiment réacteur EBA.....	32
II.4.2.3.2.5	Ventilation de la zone contrôlée du pôle opérationnel d'exploitation (POE) DWB.....	33
II.4.2.3.2.6	Ventilation du bâtiment de traitement des effluents DWQ	33
II.4.2.3.2.7	Ventilation de la zone contrôlée du bâtiment d'accès DWW	33
II.4.2.3.3	<i>Traitement des effluents gazeux provenant du circuit secondaire</i>	33
II.4.3	Effluents chimiques liquides.....	34
II.4.3.1	Généralités.....	34
II.4.3.2	Rejets chimiques associés aux effluents radioactifs	34
II.4.3.2.1	<i>Origine des rejets</i>	34
II.4.3.2.2	<i>Rejets dus au conditionnement des circuits</i>	34
II.4.3.2.2.1	L'acide borique	36
II.4.3.2.2.2	La lithine	38
II.4.3.2.2.3	L'hydrazine	39
II.4.3.2.2.4	La morpholine	40
II.4.3.2.2.5	L'éthanolamine	42
II.4.3.2.2.6	L'azote hors hydrazine, morpholine et éthanolamine	43
II.4.3.2.2.7	Le phosphate trisodique	47
II.4.3.2.2.8	Le sodium	48
II.4.3.2.3	<i>Autres rejets associés</i>	48
II.4.3.2.3.1	Les détergents	48
II.4.3.2.3.2	Les métaux totaux, les matières en suspension et la demande chimique en oxygène.....	48
II.4.3.3	Rejets chimiques non associés aux effluents radioactifs	49
II.4.3.3.1	<i>Origines et type des rejets</i>	49
II.4.3.3.2	<i>Effluents issus des fosses de la station de déminéralisation</i>	50
II.4.3.3.3	<i>Effluents issus de l'unité de dessalement</i>	50
II.4.3.3.4	<i>Effluents issus du traitement contre les salissures biologiques (chloration de l'eau de mer)</i>	51
II.4.3.3.5	<i>Effluents contenus dans les eaux collectées par les réseaux d'égouts</i>	51
II.4.4	Déchets radioactifs et conventionnels.....	53
II.4.4.1	Les différents types de déchets radioactifs	53
II.4.4.1.1	<i>Déchets solides hors combustible</i>	54
II.4.4.1.1.1	Les déchets de Très Faible Activité (TFA).....	54
II.4.4.1.1.2	Les déchets de Faible Activité (FA).....	54
II.4.4.1.2	<i>Déchets issus du combustible</i>	55
II.4.4.1.2.1	Les déchets de Moyenne Activité (MA)	55
II.4.4.1.2.2	Les déchets de Haute Activité (HA).....	56
II.4.4.2	Types de déchets conventionnels.....	56

SOMMAIRE Figures Chapitre II

Figure B-II.2-a :	Principaux composants du circuit primaire	6
Figure B-II.2-b :	Circuit d'injection de sécurité et de refroidissement à l'arrêt	7
Figure B-II.2-c :	Systèmes de sauvegarde de l'EPR	8
Figure B-II.2-d :	Circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur	9
Figure B-II.2-e :	Systèmes de la salle des machines	13
Figure B-II.4-a :	Schéma général des dispositifs de traitement et de stockage des effluents de l'EPR	21
Figure B-II.4-b :	Nature des effluents radioactifs liquides	22
Figure B-II.4-c :	Traitement des effluents liquides primaires	24
Figure B-II.4-d :	Traitement des effluents liquides usés	25
Figure B-II.4-e :	Traitement des purges des générateurs de vapeur	27
Figure B-II.4-f :	Traitement des eaux d'exhaure des salles des machines	27
Figure B-II.4-g :	Nature des effluents radioactifs gazeux	29
Figure B-II.4-h :	Traitement du rejet des effluents gazeux primaires	31
Figure B-II.4-i :	Traitement des effluents gazeux de ventilation	31
Figure B-II.4-j :	Traitement des effluents gazeux provenant du circuit secondaire	33
Figure B-II.4-k :	Cheminement de l'acide borique dans le circuit primaire	37
Figure B-II.4-l :	Cheminement de la lithine dans le circuit primaire	38
Figure B-II.4-m :	Cheminement de l'hydrazine dans le circuit secondaire	40
Figure B-II.4-n :	Cheminement de la morpholine dans le circuit secondaire	41
Figure B-II.4-o :	Cheminement de l'éthanolamine dans le circuit secondaire	43
Figure B-II.4-p :	Cheminement de l'ammoniaque dans le circuit secondaire	46
Figure B-II.4-q :	Cheminement du phosphate dans les circuits auxiliaires	47

II PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET D'EXPLOITATION

II.1 CONDITIONS GENERALES DE FONCTIONNEMENT

La chaudière nucléaire est un réacteur à eau pressurisée d'une puissance de 4500 MW thermiques conçu pour une durée de vie de 60 ans.

La centrale est capable de fonctionner en base, c'est-à-dire à 100 % de ses capacités, et de réaliser du suivi de charge, c'est-à-dire des variations de puissance accompagnant les besoins électriques du réseau, entre 20% et 100% de la puissance nominale. Elle est conçue pour réaliser un maximum de deux suivis de charge par jour.

II.2 DESCRIPTION DES PRINCIPAUX SYSTEMES

II.2.1 Description de la chaudière nucléaire

La chaudière nucléaire est composée des éléments suivants présentés sur la **Figure B-II.2-a** :

- le cœur qui contient 241 assemblages combustibles. Chaque assemblage combustible est parallélépipède de section carrée (17 x 17) de 265 crayons de combustible. Le combustible nucléaire est lui-même composé de pastilles d'oxyde d'uranium (UO₂). Il est également possible d'utiliser des pastilles d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX). Les pastilles sont insérées dans une gaine en alliage de zirconium ;
- 4 boucles de refroidissement, remplies d'eau à une pression de 155 bar abs. Chaque boucle est composée d'une pompe primaire, d'un générateur de vapeur et des tuyauteries de raccordement. La vapeur produite au secondaire des générateurs de vapeur est à une pression d'environ 80 bar abs, dans un état saturé ;
- un pressuriseur maintenant constante la pression d'eau dans le circuit primaire ;
- un système de protection composé de chaînes d'instrumentation contrôlant les différents paramètres de fonctionnement de la chaudière nucléaire et actionnant automatiquement les dispositifs de sécurité afin de prévenir tout dépassement des limites de fonctionnement normal ;
- 89 grappes de contrôle, chaque grappe de contrôle étant composée de 24 barres de contrôle. Une barre de contrôle est composée de deux parties : la plus basse faite d'un alliage d'Argent/Cadmium/Indium ; la plus haute, faite d'un alliage de Bore et de Carbone (B4C). Les grappes de contrôle, associées au bore dilué dans l'eau du circuit de refroidissement principal, permettent de contrôler la réactivité du cœur ;
- différents systèmes auxiliaires nécessaires soit au bon fonctionnement (systèmes d'exploitation normale), soit à la sûreté du réacteur (systèmes de sauvegarde).

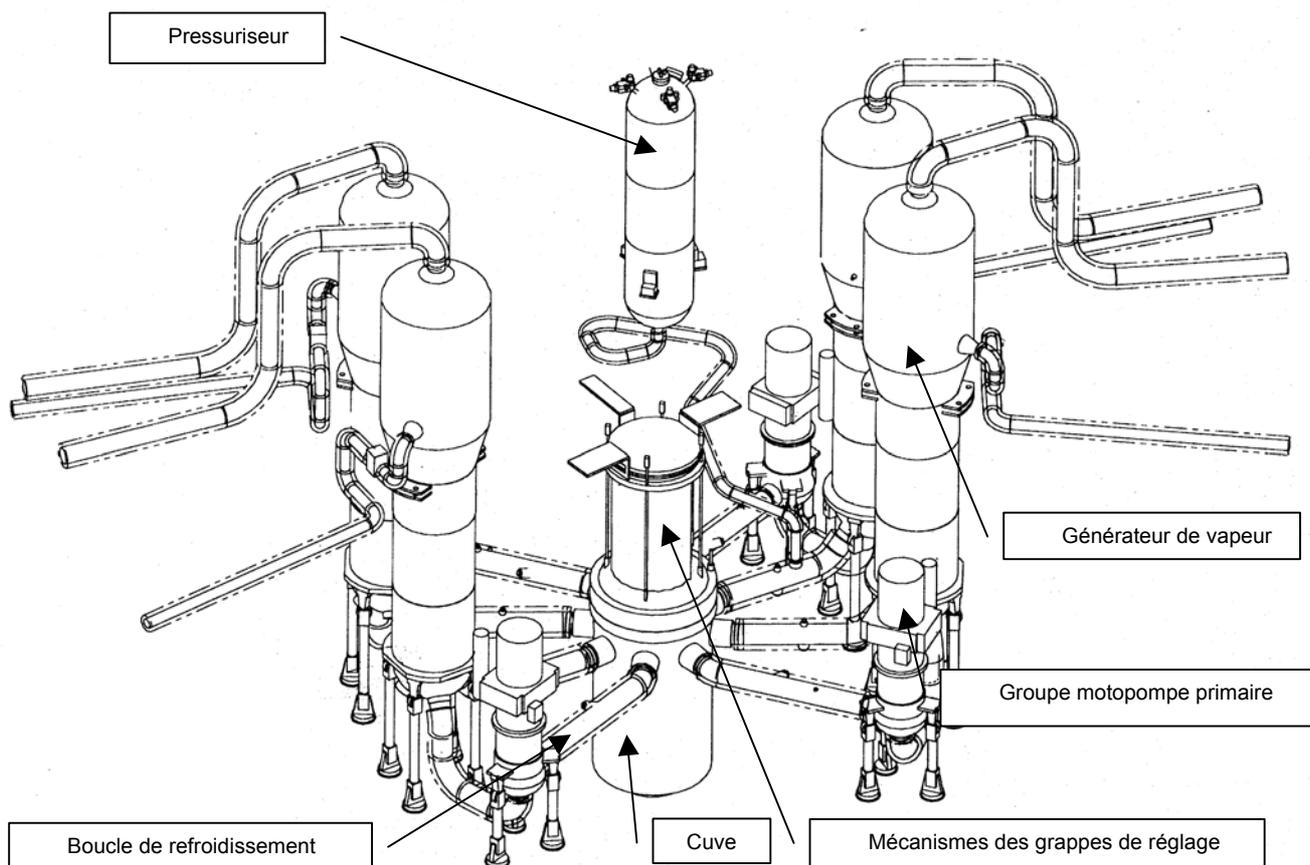


Figure B-II.2-a : Principaux composants du circuit primaire

II.2.2 Circuit d'Injection de Sécurité / Circuit de Refroidissement du Réacteur à l'Arrêt (RIS/RRA)

Le circuit mécanique RIS/RRA combine les fonctions d'injection de sécurité et de refroidissement du réacteur à l'arrêt (cf. **Figure B-II.2-b**). Configuré en fonction d'injection de sécurité, il fournit l'eau pour refroidir le cœur du réacteur et le maintenir en dessous des conditions sous-critiques en cas de perte accidentelle du réfrigérant primaire, par exemple :

- rupture d'une tuyauterie ou ouverture accidentelle d'une vanne du circuit primaire entraînant une décharge de réfrigérant qui ne peut être compensée par le système d'appoint normal,
- rupture d'un mécanisme d'entraînement de grappes de contrôle entraînant une éjection accidentelle de la grappe,
- rupture d'un tube d'un générateur de vapeur.

Configuré en fonction de refroidissement du cœur à l'arrêt, il assure l'extraction contrôlée de chaleur du circuit primaire, principalement la chaleur résiduelle du cœur.

Le circuit RIS/RRA est composé de quatre files distinctes et indépendantes. Chaque file est capable d'injecter dans le circuit primaire grâce à un accumulateur, une pompe à Injection de Sécurité Moyenne Pression (ISMP) et une pompe à Injection de Sécurité Basse Pression (ISBP) équipée d'un échangeur de chaleur à la sortie de la pompe.

Les accumulateurs injectent dans la branche froide du circuit primaire. Les pompes ISMP et ISBP aspirent dans la piscine RIS du bâtiment réacteur et injectent également le fluide dans les branches froides des boucles du circuit primaire. Les files ISBP peuvent être actionnées manuellement pour l'injection dans la branche chaude en même temps que l'injection dans la branche froide.

En fonctionnement normal, l'injection de sécurité basse pression assure également le rôle de circuit de refroidissement à l'arrêt du réacteur, via les échangeurs ISBP en aspirant le fluide primaire en branche chaude.

Les accumulateurs sont situés à l'intérieur du bâtiment réacteur. Les pompes ISMP et ISBP sont situées dans la zone contrôlée des Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde. Les échangeurs de chaleur ISBP sont également installés dans les Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde et sont refroidis par le Circuit de Réfrigération Intermédiaire (RRI). Les pompes ISMP sont également refroidies par le RRI. Les pompes ISBP sont refroidies par des moyens diversifiés (RRI et DEL).

L'alimentation électrique est réalisée par des trains indépendants secourus par les diesels principaux.

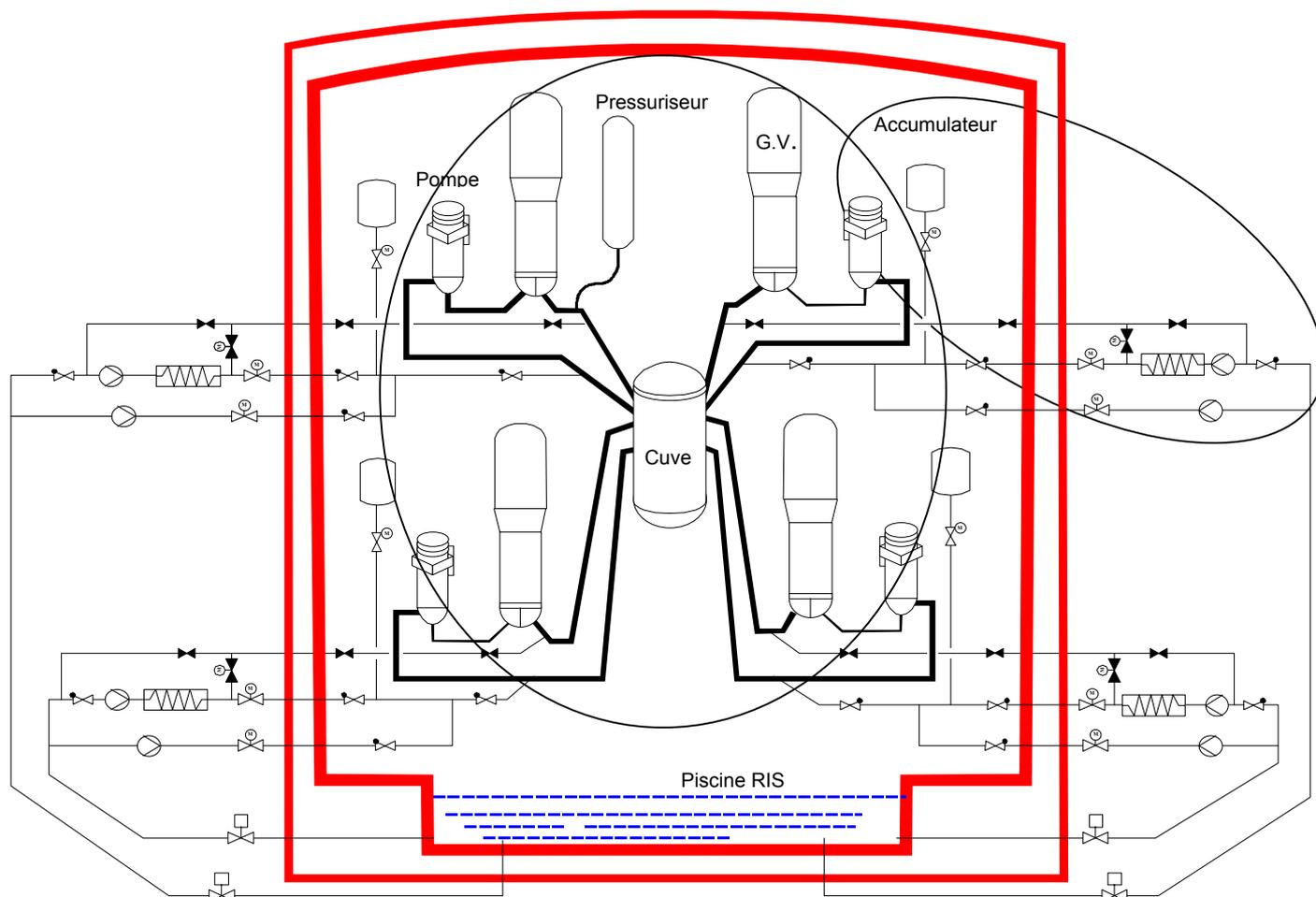


Figure B-II.2-b : Circuit d'injection de sécurité et de refroidissement à l'arrêt

II.2.3 Réserve du fluide primaire dans l'enceinte (piscine RIS - IRWST)

La piscine RIS est un réservoir contenant une grande quantité d'eau borée (cf. **Figure B-II.2-c**). Elle collecte l'eau qui peut être déchargée à l'intérieur de l'enceinte de confinement en cas d'accident et joue le rôle de réserve d'eau des circuits RIS, EVU (évacuation de la puissance de l'enceinte) et, éventuellement, RCV (contrôle volumétrique et chimique du réacteur), et assure le noyage de la zone d'étalement du corium en cas d'accident grave.

Des filtres et des dispositifs anti-colmatage assurent la protection des pompes RIS et EVU contre la migration de débris en conditions accidentelles.

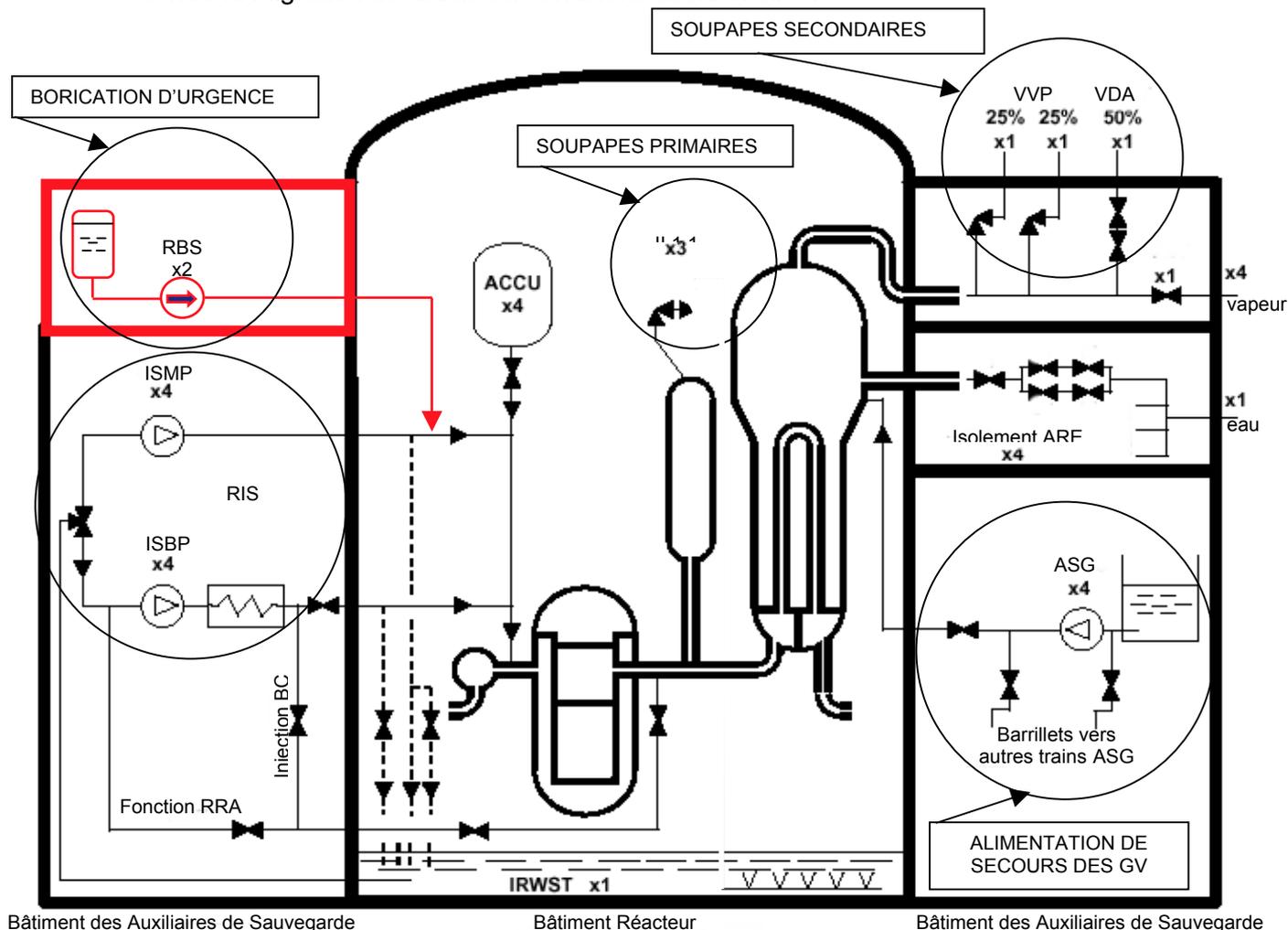


Figure B-II.2-c : Systèmes de sauvegarde de l'EPR

II.2.4 Circuit de Borication de Secours (RBS)

Le circuit RBS est composé de deux files distinctes et indépendantes, chacune capable d'injecter du bore à haute pression, par un réservoir de bore, une pompe volumétrique et deux lignes d'injection vers deux boucles RCP pour chaque file (cf. **Figure B-II.2-c**).

Les pompes et réservoirs du RBS sont situés dans le Bâtiment Combustible. L'alimentation électrique est réalisée par des trains indépendants secourus par les diesels principaux. Selon des dispositions spécifiques, chaque pompe peut être alimentée par deux trains d'alimentation électrique.

II.2.5 Circuit d'Alimentation de Secours des Générateurs de Vapeur (ASG)

Ce circuit est utilisé comme système de secours pour la fourniture d'eau aux générateurs de vapeur en cas de défaillance du système normal d'alimentation en eau.

L'ASG est composée de quatre files distinctes et indépendantes, chacune alimentant en eau déminéralisée le secondaire d'un générateur de vapeur depuis son réservoir ASG (cf. **Figure B-II.2-d**). Des systèmes de barrillet à l'aspiration et au refoulement des pompes, permettent l'utilisation du volume total des réservoirs, et permettent une réorientation éventuelle du débit d'injection lors d'une maintenance sur une pompe, ou en cas de rupture de tuyauterie secondaire.

Les réservoirs ASG et les pompes ASG sont situés dans la zone non-contrôlée des Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde. Les pompes ASG sont refroidies par l'eau de l'ASG.

L'alimentation électrique est réalisée par des trains indépendants secourus par les diesels principaux. En outre, afin de faire face au Manque De Tension Généralisé, l'alimentation des files des divisions 1 et 4 est secourue par deux générateurs diesel ultimes, à démarrage manuel et diversifiés vis-à-vis des quatre générateurs diesel principaux.

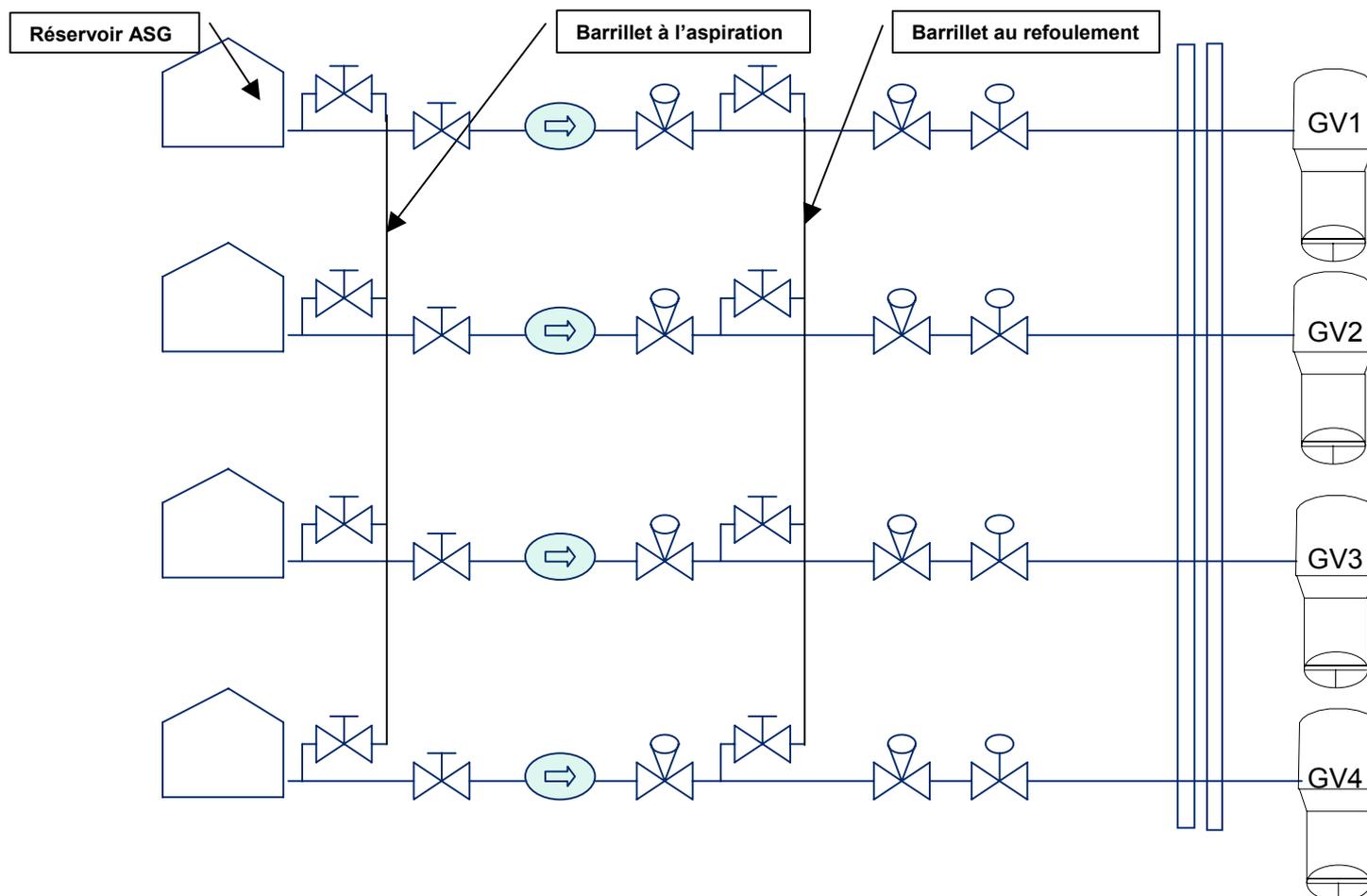


Figure B-II.2-d : Circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur

II.2.6 Circuit de réfrigération intermédiaire (RRI)

Le circuit de réfrigération intermédiaire est destiné à évacuer la chaleur des éléments et systèmes implantés dans l'îlot nucléaire, notamment ceux qui sont importants pour la sûreté.

Le circuit RRI est composé de quatre files en boucles fermées, distinctes et indépendantes faisant office de barrière. Chaque file est équipée d'une pompe et d'un échangeur de chaleur, refroidi par le système d'eau brute secourue (SEC).

Chaque file assure indépendamment le refroidissement d'une file RIS, notamment pour le fonctionnement en mode RRA. Les collecteurs entre les files 1 et 2, et entre les files 3 et 4, assurent le refroidissement des autres utilisateurs, en apportant fiabilité et flexibilité, ceux-ci pouvant être refroidis par l'une ou l'autre des files RRI associées.

Des vannes d'isolement sont installées entre ces collecteurs afin de préserver l'indépendance entre les trains RRI. Les dispositions des vannes sont telles que lorsque les collecteurs sont normalement ouverts vers l'une des deux files connectées, l'autre est isolée.

Les pompes RRI et les échangeurs de chaleur sont situés dans la zone non contrôlée des Bâtiments des Auxiliaires de Sauvegarde. Les pompes RRI sont refroidies par l'eau RRI.

L'alimentation électrique est assurée par des trains indépendants secourus par les générateurs diesel principaux.

II.2.7 Circuit d'Eau Brute Secourue (SEC)

L'eau brute secourue a pour mission de refroidir le système de refroidissement intermédiaire RRI.

Le circuit SEC est composé de quatre files distinctes et indépendantes, ayant chacune une fonction de refroidissement entre les échangeurs de chaleur RRI et le milieu naturel. Les pompes SEC sont situées dans la station de pompage.

L'alimentation électrique est assurée par des trains indépendants secourus par les diesels principaux.

II.2.8 Circuit de Contrôle Volumétrique et Chimique (RCV)

Le circuit RCV assure :

- le contrôle de la réactivité : par régulation de la concentration en bore du fluide primaire lors de borications ou de dilutions contrôlées assurées par le circuit d'appoint en eau et en bore REA. Les pompes RCV peuvent également aspirer directement dans la piscine RIS et injecter de l'eau borée dans le circuit primaire dans certaines situations ;
- la régulation du volume du fluide primaire par l'intermédiaire de la charge et de la décharge de fluide primaire. Le fluide déchargé du primaire est refroidi par un échangeur régénérateur réchauffant le fluide chargé, puis par des échangeurs non régénérateurs (refroidis par le circuit RRI) ;
- la purification du fluide primaire, en éliminant les produits de fission et d'activation, sous forme ionique ou particulaire, avec des déminéraliseurs ou des filtres ;
- l'addition de produits chimiques : lithine pour le contrôle du pH, hydrazine en tant qu'agent d'élimination d'oxygène au démarrage du réacteur à froid ;

- l'injection d'eau dans les joints n°1 des pompes primaires pour assurer leur étanchéité ;
- le transfert du fluide primaire vers le système de traitement des effluents primaires (TEP) ;
- une aspersion auxiliaire au pressuriseur, en plus de l'aspersion normale.

Le réservoir RCV et les pompes de charge sont situés dans le Bâtiment Combustible.

L'alimentation électrique est réalisée par des trains indépendants. La plupart des actionneurs RCV sont secourus par les diesels principaux.

II.2.9 Circuit de collecte, de traitement et de rejet des effluents radioactifs

Les effluents radioactifs ou susceptibles d'être contaminés sont collectés séparément selon leur état (gaz, liquide ou solides) et leur qualité (réutilisables ou usés) par différents circuits et dirigés vers les installations de traitements des effluents liquides, gazeux et solides. Les liquides sont stockés, si nécessaire, avant réutilisation dans la centrale ou rejet à l'extérieur. Les gaz sont rejetés à l'extérieur après passage sur des filtres à retard pour permettre la décroissance radioactive. Les déchets solides sont conditionnés avant évacuation hors du site.

Les effluents primaires réutilisables, issus des décharges d'eau primaire liées au fonctionnement de la centrale et en provenance du circuit primaire et du circuit RCV, sont collectés sans pollution par l'oxygène et dirigés vers le circuit de traitement des effluents primaires TEP et sont recyclés en eau et acide borique d'appoint pour le circuit primaire. Dans cette catégorie, est également incluse une grande partie des fuites contrôlées et des purges d'équipement des circuits véhiculant du fluide primaire, collectées avec précaution par RPE et dirigées vers le circuit TEP.

Les effluents usés non réutilisables, en provenance des installations nucléaires, sont collectés par le système RPE et dirigés vers le système de traitement des effluents usés TEU situé dans le bâtiment de traitement des effluents (BTE). Afin de faciliter leur traitement ou pour éviter une dispersion de contamination, une sélection est opérée, selon le degré de pollution chimique et radioactive. Pour cela, la collecte des effluents usés est organisée en 3 catégories :

- drains résiduaux (eaux de qualité primaire non réutilisables),
- drains de planchers (fuites de circuits, eaux des planchers des bâtiments nucléaires et eaux des douches)
- effluents chimiques (eaux contenant du fluide primaire et polluées chimiquement).

Après traitement, les effluents liquides usés sont dirigés vers les systèmes de site existants (circuit de contrôle et de rejet des effluents liquides KER, système de réservoirs supplémentaires de santé TER et circuit de recueil, de contrôle et de rejet des exhaures de la salle des machines).

Le traitement des effluents gazeux est réparti entre différents systèmes : RPE partie effluents gazeux pour une partie de la collecte, TEG pour la recombinaison de l'hydrogène et la décroissance radioactive des gaz nobles et certains systèmes de ventilation (DWN, EBA, DWL).

Le traitement des déchets solides est réparti entre le système de tranche TES et la partie du système TES situé dans le BTE EPR qui comprend des installations de stockage et de conditionnement.

II.2.10 Circuit de Traitement et refroidissement de l'eau des piscines (PTR)

Le circuit PTR est divisé en deux sous-systèmes : le système de refroidissement de la piscine combustible et le système de purification de l'eau des piscines.

◆ Système de Refroidissement de la Piscine Combustible

Ce système est divisé en deux files principales distinctes et indépendantes, chacune refroidissant la piscine combustible à l'aide de deux pompes et d'un échangeur de chaleur. Il est également équipé d'une troisième file de secours en cas de perte totale des deux files principales, composée d'une pompe et d'un échangeur de chaleur.

Les files aspirent le fluide de la piscine combustible et le réinjectent. Les pompes et échangeurs principaux, sont situés dans le Bâtiment Combustible. Chaque file principale est associée, pour son refroidissement, à l'un des collecteurs du circuit RRI. Chaque file peut donc être refroidie par l'une des deux files du collecteur du circuit RRI.

La troisième file est refroidie par une chaîne de refroidissement intermédiaire de l'EVU, refroidie par le système de refroidissement ultime SRU, dédié et diversifié par rapport au circuit d'eau brute secourue.

L'alimentation électrique est réalisée par des trains indépendants. Chaque pompe peut être alimentée par deux trains électriques. Les alimentations électriques sont secourues par les diesels principaux. Le troisième train est également secouru par les diesels ultimes en cas de Manque De Tension Généralisé.

◆ Système de Purification de l'Eau des Piscines

Le système de purification de l'eau des piscines est composé d'une boucle de purification de la piscine combustible, d'une boucle de purification de la piscine du réacteur et de la piscine RIS, ainsi que de boucles d'écémage pour la piscine combustible et la piscine du réacteur.

Le système de purification de l'eau de piscine comprend deux filtres à cartouche, un déminéraliseur et un filtre fin à résine. Un filtre à cartouche additionnel est installé dans la boucle d'écémage de la Piscine Combustible.

Le transfert d'eau entre la piscine RIS et la piscine du réacteur, nécessaire pendant l'arrêt pour rechargement, est assuré par le système de purification de l'eau des piscines.

II.2.11 Systèmes de vapeur et de transformation d'énergie

L'organisation générale des systèmes de la salle des machines est présentée **Figure B-II.2-e**.

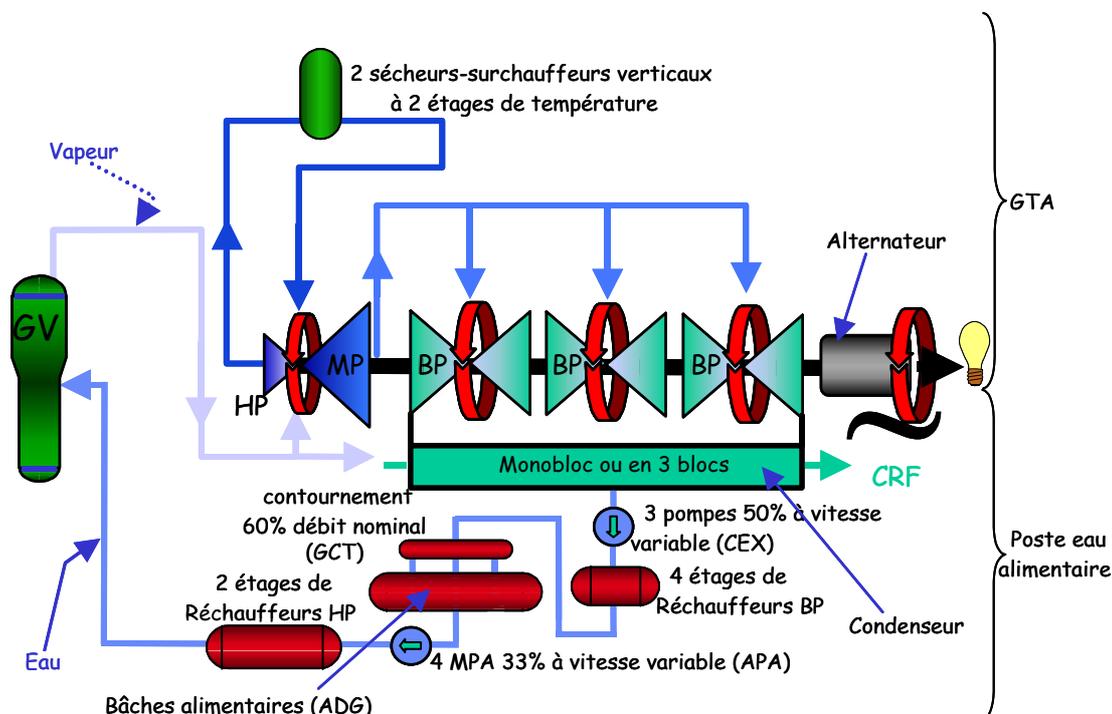


Figure B-II.2-e : Systèmes de la salle des machines

◆ Groupe Turbo-alternateur (GTA)

Le GTA est conçu pour recevoir la vapeur des générateurs de vapeur et convertir l'énergie thermique en énergie électrique. Il est constitué d'une turbine et d'un alternateur triphasé. La turbine, qui transforme l'énergie de la vapeur en énergie mécanique, comporte un corps haute pression (HP), un corps moyenne pression (MP), trois corps basse pression (BP) à double flux et deux séparateurs surchauffeurs verticaux utilisés pour le séchage lors de la détente de la vapeur. L'énergie résiduelle est transférée à la source froide via le condenseur. La vitesse de rotation nominale de la turbine est de 1500 tr/mn. L'alternateur est refroidi par de l'hydrogène et de l'eau sous pression. Le GTA n'est pas un système de sûreté, mais il est conçu pour déclencher automatiquement lors de la sollicitation de certaines protections réacteur.

◆ **Circuit de vapeur Principal (VVP)**

Le circuit VPP a pour tâche de :

- fournir la vapeur principale à la turbine et aux autres consommateurs de vapeur principale dans la salle des machines lors de l'exploitation normale,
- évacuer la chaleur résiduelle par transfert de vapeur vers le condenseur ou dans l'atmosphère en cas d'exploitation anormale,
- assurer la protection contre la surpression du GV via un système de décharge à l'atmosphère et des soupapes de sûreté,
- refroidir le circuit primaire jusqu'à l'atteinte de la pression d'injection du circuit RIS moyenne pression en cas de petite brèche primaire ou RTGV (Rupture de Tube du Générateur de Vapeur),
- isoler le circuit vapeur du GV en cas d'augmentation excessive du débit de vapeur,
- confiner l'activité en cas de RTGV par un isolement du côté vapeur.

Le VPP est composé de quatre trains identiques (un par GV). Chaque train est composé de :

- une vanne principale d'isolement de la vapeur,
- un train de décharge à l'atmosphère, constitué d'une vanne de décharge et d'une vanne d'isolement (système VDA),
- deux soupapes de sécurité,
- la tuyauterie menant du limiteur de débit GV à la sortie des casemates des vannes vapeur principales,
- des vannes et de la tuyauterie des lignes de conditionnement,
- des vannes du système de purge des condensas d'exploitation.

◆ **Condenseur principal**

Le condenseur principal reçoit la vapeur d'échappement des trois corps basse pression de la turbine et du contournement turbine et la refroidit grâce au circuit de refroidissement de la centrale (CRF). Il est constitué de six modules (2 par corps basse pression).

◆ **Contournement Turbine (GCT)**

Le rôle du contournement turbine au condenseur est de compenser la différence de puissance entre la turbine et la chaudière. En fonctionnement normal, la puissance fournie par la chaudière est égale à la puissance consommée par la turbine. Lors de transitoires rapides ou lors de variation de puissance à faible charge, le déséquilibre de puissance entre turbine et réacteur est compensé par l'ouverture du GCT.

II.2.12 Poste d'eau alimentaire

L'ensemble du poste d'eau est constitué :

- d'un ensemble de pompes d'extraction de l'eau du condenseur (3 pompes 50% / circuit CEX),
- d'un ensemble de réchauffeurs basse pression et haute pression (ABP/AHP),
- d'une bêche alimentaire (ADG) également utilisée pour le dégazage et le réchauffage de l'eau provenant des réchauffeurs basse pression,
- de quatre moto-pompes alimentaires, chacune conçue pour assurer 33 % du débit nominal requis (APA) et d'une pompe de démarrage et d'arrêt (AAD),
- d'un poste de vannage ARE très petit débit, petit débit et grand débit qui alimente en eau les générateurs de vapeur.

II.2.13 Description de la station de pompage

La station de pompage est composée de quatre voies d'aspiration de l'eau de mer :

- 2 voies centrales, équipées chacune de quatre pertuis de préfiltration (passages étroits) et d'un tambour filtrant, pour la filtration combinée SEC/CRF,
- 2 voies latérales, équipées chacune d'un pertuis de préfiltration et d'un filtre à chaîne, pour la filtration combinée SEC/SEN.

Chaque pertuis est équipé d'une grille fixe associée à un dégrilleur. Les aspirations sont isolables par batardeaux. Un ponton flottant disposant de plaques anti-hydrocarbures est installé devant la station de pompage.

L'eau de mer est pompée dans un chenal commun aux trois tranches, chaque tranche ayant sa propre station de pompage.

La destination de l'eau pompée et filtrée est :

- le circuit d'eau de circulation (CRF) : eau de réfrigération du condenseur,
- le circuit d'eau brute secourue (SEC) des auxiliaires nucléaires (RRI) dont les calories doivent être évacuées en toute circonstance,
- le circuit de traitement d'eau de circulation par injection d'hypochlorite de sodium obtenu à partir de l'électrolyse de l'eau de mer (CTE),
- le circuit d'alimentation des pompes de lavage des tambours filtrants (CFI),
- la production d'eau déminéralisée (par dessalement, système SDS).

Pour la tranche EPR, l'eau de mer est également utilisée pour :

- le circuit d'eau brute de réfrigération intermédiaire (SEN) des auxiliaires conventionnels (SRI),
- le circuit d'eau brute pour l'évacuation ultime (SRU), assurant le refroidissement des deux files EVU et de la troisième file PTR. Les pompes SRU peuvent puiser dans deux voies de filtration différentes, et en dernier recours dans le bassin de rejet de tranche.

L'essentiel des volumes d'eau prélevés dans la mer est utilisé :

- au niveau des stations de pompage : pour le refroidissement des condenseurs des turbines à vapeur (CRF),
- au niveau de l'unité de dessalement : pour la production d'eau déminéralisée. Une eau chimiquement pure est en effet nécessaire pour éviter la corrosion et les dépôts dans les circuits primaire et secondaire), (système SDS).

II.2.14 Description des alimentations électriques

L'installation d'alimentation électrique doit fournir aux auxiliaires l'alimentation électrique nécessaire aux différentes phases d'exploitation de la centrale. Elle est divisée en deux parties :

- L'alimentation électrique externe, composée :
 - du système d'alimentation électrique principal (400 kV), utilisé pour l'alimentation des auxiliaires (transformateur de soutirage TS) et pour l'évacuation d'énergie vers le réseau (transformateur principal TP),
 - du système d'alimentation électrique auxiliaire (transformateur auxiliaire TA), utilisé pour l'arrêt de la centrale en cas de perte simultanée du système d'alimentation principal et de l'alternateur.
- L'alimentation électrique de secours qui est composée de quatre diesels principaux d'une tension de 10 kV, et de deux diesels ultimes d'une tension de 690 V.

La centrale est reliée au système électrique principal via un disjoncteur de ligne. Lorsque la centrale est couplée au réseau électrique, l'alimentation en 400kV se fait via le transformateur principal (20 kV/400 kV), le disjoncteur de couplage et le disjoncteur de ligne.

L'alimentation électrique des auxiliaires de tranche se fait par deux transformateurs de soutirage (TS) abaisseurs à trois enroulements (400 kV/3 x 10 kV). Chaque enroulement secondaire des transformateurs abaisseurs est relié à un tableau de distribution 10 kV alimentant chacun des quatre trains constituant l'alimentation des auxiliaires.

L'alimentation privilégiée de la distribution électrique de tranche est réalisée par les transformateurs de soutirage. En cas de perte de cette alimentation, les tableaux électriques de tranche sont réalimentés par le transformateur auxiliaire après exécution d'une séquence de basculement de sources automatique.

II.3 PRINCIPES D'EXPLOITATION

Le pilotage de la centrale est assuré en permanence par une équipe de conduite, composée au minimum d'un chef d'exploitation et d'opérateurs par quart et par tranche.

La conduite de chaque tranche s'effectue depuis une salle de commande dans laquelle sont rassemblées les informations et commandes nécessaires à la conduite de la tranche en fonctionnement normal en puissance, à l'arrêt, et en situations incidentelles et accidentelles.

En cas d'indisponibilité de la salle de commande (incendie) rendant son évacuation nécessaire, la tranche peut être amenée dans l'état d'arrêt sûr depuis la station de repli situé dans les locaux électriques de la tranche. Les liaisons entre cette station et les actionneurs ou capteurs sont réalisées de façon à ne pas diminuer la sûreté et la fiabilité des liaisons normales de ces matériels avec la salle de commande.

II.3.1 Principes de sûreté guidant l'exploitation

En exploitation, durant la vie de la tranche, la permanence des fonctions de sûreté doit être assurée. Elle est obtenue par :

- les conditions minimales requises dans les différentes conditions normales de fonctionnement, notamment vis à vis des indisponibilités de matériels ou de fonctions,
- les conditions d'utilisation des systèmes,
- les essais périodiques de vérification des performances des systèmes et matériels,
- les épreuves et inspections des matériels et circuits,
- les procédures d'exploitation en cas d'incident ou d'accident,
- l'application de l'Assurance de la qualité conformément aux prescriptions de l'Arrêté Qualité du 10 août 1984 et de sa circulaire d'application.

Ces différentes exigences figurent dans les Règles Générales d'Exploitation (RGE) et dans le manuel d'Organisation de la Qualité de l'exploitant.

Le fonctionnement d'une tranche est soumis aux principales astreintes suivantes :

- respect des consignes d'exploitation,
- circuits et automatismes de sécurité et de protection disponibles avec les réservoirs d'injection de sécurité remplis,
- bâtiment réacteur fermé,
L'accès dans le bâtiment est cependant possible par les sas lorsque le réacteur est en fonctionnement,
- activité dans le circuit primaire (consécutives à des défauts du gainage combustible) limitée,
Cette activité détermine les conséquences radiologiques dans certains cas d'accidents et est prise en compte, notamment, pour le dimensionnement des protections biologiques,

- fuite limitée du circuit primaire vers l'enceinte étanche,
La valeur limite de fuite du circuit primaire vers l'enceinte étanche dépend de l'activité du circuit primaire.

II.3.2 Comportement de la tranche lors de défauts de fonctionnement

II.3.2.1 Défaut sur le réseau électrique extérieur – Ilotage

- en cas de défaut sur le réseau électrique général 400 kV entraînant une baisse de tension inférieure à 0,7 U dont la durée est inférieure à environ 1 s, la tranche reste connectée au réseau.
- si le défaut dure plus de 1s, la tranche est îlotée, c'est à dire est découplée du réseau par ouverture du disjoncteur HT, et le groupe turbo-alternateur alimente seulement les auxiliaires de la tranche. L'adaptation de la puissance du réacteur s'effectue par le mouvement des grappes de commande, sans ouverture de soupapes de sécurité aussi bien au primaire qu'au secondaire. La vapeur excédentaire est envoyée directement au condenseur par le dispositif de contournement turbine.
- en cas d'échec de l'îlotage, il y a déclenchement de la tranche (réacteur et groupe turbo-alternateur). 1,5 à 3 secondes après le manque de tension sur le réseau général 400 kV, les auxiliaires de sûreté et les auxiliaires permanents sont alimentés par le réseau auxiliaire.
- en cas de perte totale des alimentations externes au site : au bout de 15 à 20 s, les groupes électrogènes de secours reprennent l'alimentation des auxiliaires nécessaires aux fonctions de sûreté.

Les valeurs de temps citées précédemment sont données à titre indicatif.

II.3.2.2 Autres défauts

Le comportement de la tranche lors d'incidents ou accidents hypothétiques est présenté dans l'étude de dangers en **Pièce D chapitre V**.

II.3.3 Principes relatifs à la conduite de la tranche

Les installations d'une tranche peuvent fonctionner en permanence dans de bonnes conditions de stabilité, en régulation automatique, à toute charge comprise entre 20% et 100% de la puissance nominale.

Il est également possible de conduire manuellement les installations. En particulier, la conduite en dessous de 20% de la puissance nominale se fait uniquement en manuel (sauf le réglage du niveau des générateurs de vapeur).

Une tranche peut fonctionner soit en base (la puissance de fonctionnement est alors fixe et établie manuellement), soit en téléajustage dans une plage réduite (la puissance de fonctionnement est alors déterminée à chaque instant en fonction des demandes du réseau).

En fonctionnement automatique, la tranche admet les transitoires suivants sans sollicitation des soupapes de sûreté des générateurs de vapeur, ni ouverture des vannes de contournement au condenseur :

- variation rapide de la charge de 10% de la puissance nominale sans pour autant dépasser 100% de la charge nominale,
- montée ou descente de charge à la vitesse de 5% de la pleine charge par minute.

Le renouvellement du combustible s'opère réacteur à l'arrêt, piscine réacteur remplie, après retrait du couvercle de la cuve du réacteur. Après sortie du réacteur, le combustible est stocké sous eau dans la piscine de stockage du bâtiment combustible

Après décroissance radioactive et refroidissement pendant plusieurs mois dans la piscine de stockage, le combustible est évacué en emballages étanches vers l'usine de retraitement des combustibles irradiés.

En fonctionnement normal, une tranche est exploitée à partir de la salle de commande centralisée où sont rassemblés les moyens de commande et d'information nécessaires à l'exploitation des tranches.

La salle de commande est reliée à l'extérieur de la centrale par de nombreux moyens (téléphoniques, hertziens, etc...).

II.4 DETAIL DU PROCESS DE GESTION DES EFFLUENTS

La gestion des effluents se décompose de façon schématique suivant le process :



Le schéma de principe général des dispositifs de traitement et de stockage des effluents gazeux et des effluents liquides est présenté **Figure B-II.4-a**

II.4.1 Radioactifs liquides

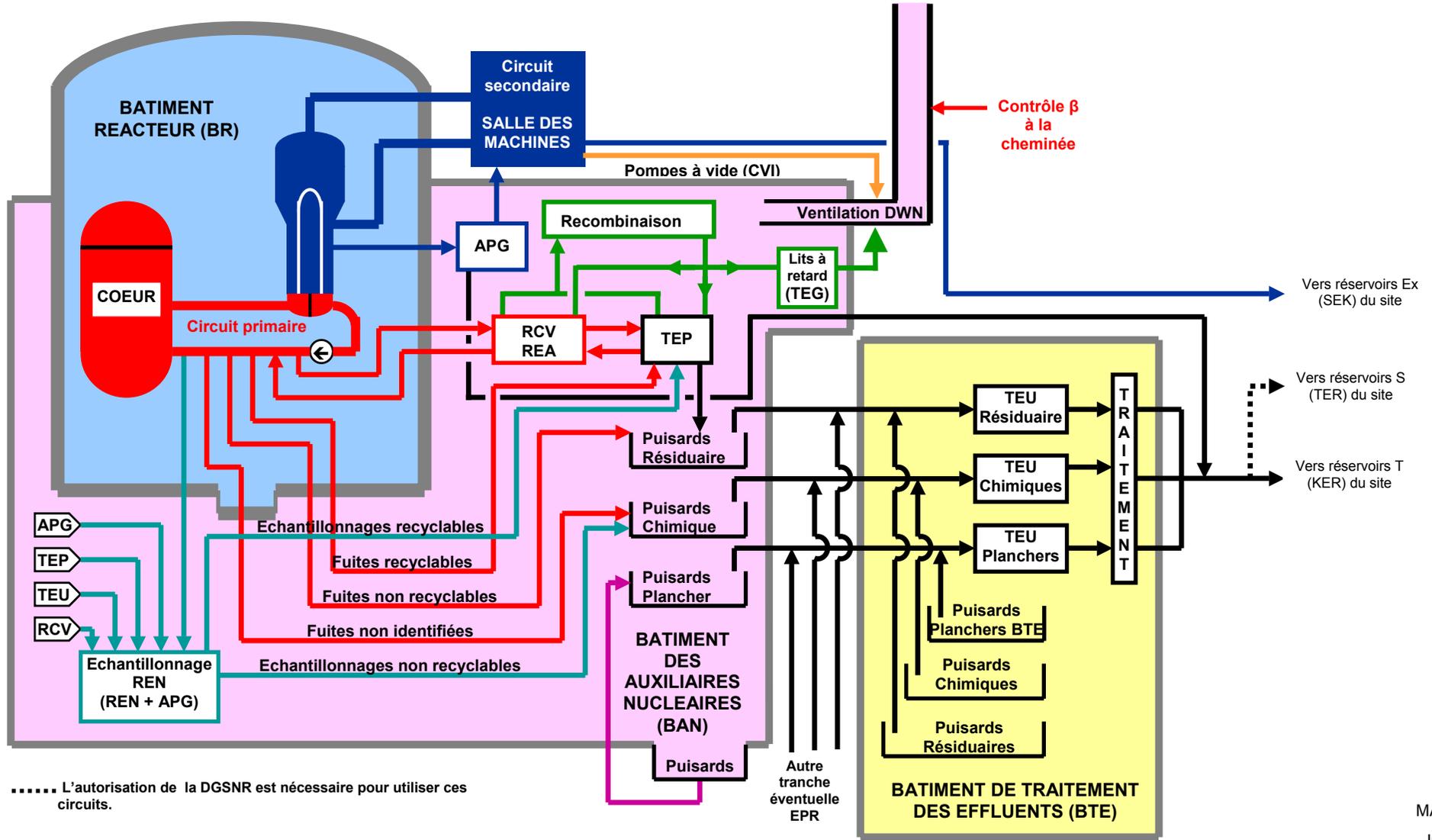
II.4.1.1 Origine des effluents radioactifs liquides

Les effluents radioactifs liquides comprennent :

- des produits de corrosion activés : le relâchement par corrosion des tubes des générateurs de vapeur représente l'essentiel des produits de corrosion (fer, nickel, cobalt) circulant et se déposant dans le circuit primaire du réacteur. Ces produits de corrosion sont présents dans le fluide primaire sous forme soluble ou particulaire. Lorsqu'ils passent dans le cœur du réacteur, ils sont activés par les neutrons. Les produits de corrosion activés formés sont principalement le cobalt 58 à partir du nickel 58, le cobalt 60 à partir du cobalt 59, l'argent 110 à partir de l'argent 109, le manganèse 54 à partir du fer 54 et l'antimoine 124 à partir de l'antimoine 123. Ils peuvent être remis en suspension lors des modifications des caractéristiques physico-chimiques de l'eau, par exemple lors des arrêts de tranche. Ces produits de corrosion activés sont retenus majoritairement sur les résines du circuit de contrôle volumétrique et chimique (RCV).
- des produits d'activation issus des espèces chimiques présentes dans le fluide primaire : il s'agit du carbone 14 produit principalement par réaction sur l'oxygène 17 contenu dans les molécules d'eau primaire et le cas échéant sur l'azote 14 dissous, et du tritium, produit par réaction neutronique sur le bore 10 et sur le lithium 6. Ces 2 produits d'activation sont générés proportionnellement à l'énergie produite. Ils ne sont pas retenus par les résines du circuit de contrôle volumétrique et chimique (RCV).
- des produits de fission volatils (césium 134, césium 137 et iode 131), généralement sous forme soluble dans l'eau primaire, peuvent provenir des « fuites » dues aux inétanchéités d'éléments combustibles (défaut de gainage). Le circuit primaire étant purifié en permanence, ces produits de fission radioactifs sont retenus sur les résines du circuit de contrôle volumétrique et chimique. Le tritium de fission est, lui, retenu en quasi-totalité par les gaines du combustible, même en cas de défaut de celles-ci.

Les dispositifs de traitement des effluents liquides (filtres, déminéraliseurs, évaporateurs, dégazeurs) contribuent à limiter l'activité rejetée dans l'environnement.

Figure B-II.4-a : Schéma général des dispositifs de traitement et de stockage des effluents de l'EPR



II.4.1.2 Nature des effluents radioactifs liquides

Afin de limiter les rejets d'effluents radioactifs, liquides ou gazeux, des circuits de traitement ont été mis en place. Ils ont pour rôle de recueillir et de traiter les effluents avant rejet conformément aux prescriptions réglementaires. Dans le cas des effluents liquides, ils permettent d'en recycler la majeure partie.

Les effluents radioactifs liquides se divisent en trois catégories, selon le schéma suivant :

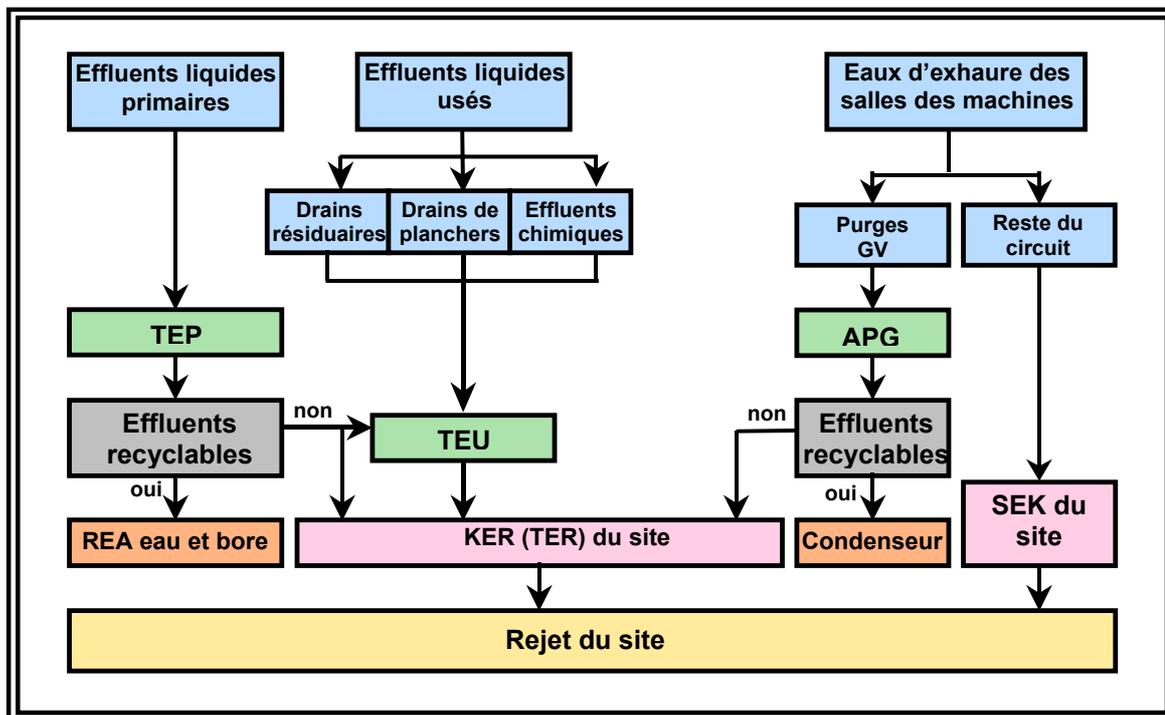


Figure B-II.4-b : Nature des effluents radioactifs liquides

Ces trois catégories sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

II.4.1.2.1 Les effluents liquides primaires

Ils sont constitués par les fuites et les purges d'eau primaire, collectées sans pollution chimique, et par l'eau des circuits contenant du fluide primaire, déchargée lors des changements de concentration en acide borique de l'eau primaire.

Ils sont composés d'eau contenant de l'hydrogène dissous (réacteur en service) ou de l'oxygène dissous (arrêt de tranche), boriquée et contaminée par des produits de fission et d'activation.

Ils sont dirigés vers le circuit de traitement des effluents primaires TEP, où ils sont décontaminés et dégazés par l'évapo-dégazeur. Après traitement sur évapo-dégazeur, ils sont réutilisés comme eau et acide borique d'appoint au circuit primaire. Les effluents primaires qui ne peuvent pas être recyclés sont envoyés, soit vers les réservoirs T de stockage du site avant rejet (distillats uniquement), soit vers le circuit de traitement des effluents usés TEU.

II.4.1.2.2 Les effluents liquides usés

Ils sont divisés en trois catégories :

- les drains résiduaux (DR) : ils sont composés de fluide primaire pollué provenant des purges et fuites de matériels consécutives à leur rinçage ; ils ne sont pas recyclés du fait de leur faible concentration en bore et de leur pollution potentielle (caractéristiques chimiques inadéquates, taux de matières en suspension trop élevé) en cas de décontamination. En général, leur niveau de pollution leur permet d'être traité différemment des drains chimiques.
- les effluents ou drains chimiques (DC) : produits dans le BAN, ils sont composés d'eau plus polluée que celle des DR , provenant du laboratoire REN et des circuits de décontamination du fluide primaire.
- les drains de planchers (DP) : ils sont eux- même divisés en trois catégories :
 - Drains de planchers 1 (DP1) : ils sont potentiellement contaminés et proviennent des fuites de matériels véhiculant du fluide primaire et des lavages des sols ; les puisards sont implantés dans des zones à locaux contenant des matériels véhiculant du fluide primaire.
 - Drains de planchers 2 (DP2) : ils sont potentiellement non contaminés et proviennent des fuites, des lavages des sols et des purges de matériels (eau secondaire ou RRI) ; les puisards sont implantés dans des zones à locaux ne contenant pas des matériels véhiculant du fluide primaire, en zone contrôlée.
 - Drains de planchers 3 (DP3) : ces effluents sont produits uniquement hors zone contrôlée. Ils sont normalement non contaminés et proviennent des fuites, des lavages des sols et des purges de matériels (eau secondaire ou RRI).

Hormis les DP3 qui sont dirigés vers SEK, les effluents liquides usés sont dirigés vers le circuit de traitement des effluents usés TEU, où ils sont traités de façon adaptée à leur nature : en général, déminéralisation pour les drains résiduaux, évaporation pour les effluents chimiques, et filtration pour les drains de planchers. Après traitement, ils sont recueillis dans les réservoirs de stockage du site avant rejet (réservoirs T).

II.4.1.2.3 Les purges des générateurs de vapeur

Les purges des générateurs de vapeur sont composées essentiellement d'eau secondaire pouvant être polluée par du tritium en cas d'inétanchéité entre le circuit primaire et le circuit secondaire au niveau des tubes des générateurs de vapeur.

Elles sont dirigées vers le circuit de traitement des purges des générateurs de vapeur APG, où elles sont traitées par filtration et déminéralisation, puis recyclées au niveau du condenseur. Lorsque le recyclage n'est pas possible, les purges sont dirigées vers les réservoirs de stockage avant rejet (réservoirs T).

II.4.1.2.4 Les eaux d'exhaure des salles des machines

Les eaux d'exhaure des salles des machines sont constituées par les fuites, les purges et les vidanges du circuit secondaire, en dehors des purges des générateurs de vapeur. Elles sont dirigées directement vers les réservoirs de stockage des eaux d'exhaure des salles des machines (réservoirs Ex).

II.4.1.3 Traitement des effluents radioactifs liquides

Le schéma de principe général des dispositifs de traitement et de stockage des effluents liquides est présenté sur la **Figure B-II.4-a**.

Selon leur nature, les effluents liquides sont traités par des circuits différents. Les effluents liquides primaires sont traités par le circuit de traitement des effluents primaires TEP. Les effluents liquides usés sont traités par le circuit de traitement des effluents usés TEU installé dans le BTE. Les eaux d'exhaure des salles des machines sont soit traitées par le circuit de traitement des purges des générateurs de vapeur APG, soit dirigées vers les réservoirs de stockage des eaux d'exhaure du site (réservoirs Ex).

Ces circuits de traitement sont détaillés dans les paragraphes qui suivent.

II.4.1.3.1 Traitement des effluents liquides primaires

Le traitement des effluents liquides primaires est présenté de façon synthétique sur le schéma suivant :

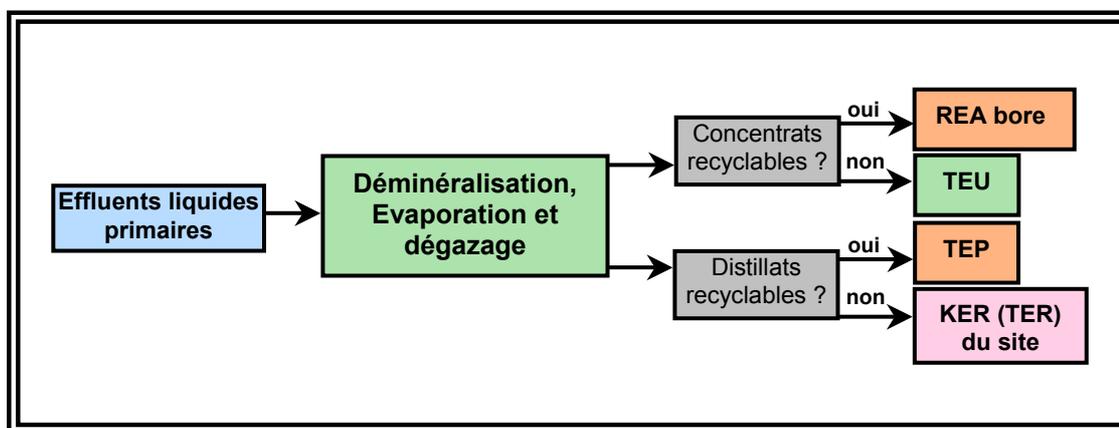


Figure B-II.4-c : Traitement des effluents liquides primaires

Les effluents liquides primaires sont traités par le circuit de traitement des effluents primaires TEP. Ce circuit a pour rôle principal de recycler le bore et l'eau dans le circuit primaire, après traitement des effluents primaires.

En liaison avec le TEG pour les effluents gazeux, le circuit TEP traite tous les effluents liquides primaires, qu'ils contiennent de l'hydrogène dissous ou de l'oxygène dissous.

L'installation est composée de :

- de six réservoirs affectables à de l'eau déminéralisée, aux distillats ou au fluide primaire,
- d'une chaîne de purification par déminéralisation,
- d'un poste d'évaporation et de dégazage,
- d'un dégazeur sur la décharge du RCV.

L'ensemble du circuit TEP est installé dans le Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN).

La chaîne de filtration-décontamination est composée :

- d'un déminéraliseur à lits mélangés, qui contiennent des résines permettant la réduction de l'activité des effluents primaires,
- d'un filtre, qui permet d'éviter la fuite des fines de résines dans le reste du circuit de traitement,
- d'une ligne d'alimentation du poste d'évaporation et de dégazage en aval.

L'évaporateur sépare le fluide primaire en condensas et en distillats. Le dégazeur traite les distillats d'évaporation ainsi que l'eau déminéralisée pour la production d'eau d'appoint.

Le dégazeur sur la décharge RCV permet une extraction des gaz en production.

II.4.1.3.2 Traitement des effluents liquides usés

Le traitement des effluents liquides usés est présenté de façon synthétique sur le schéma suivant :

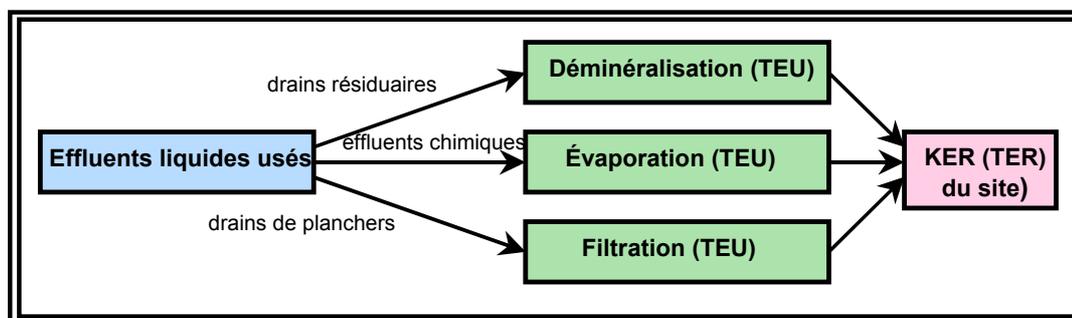


Figure B-II.4-d : Traitement des effluents liquides usés

Les effluents liquides usés sont traités par le circuit de traitement des effluents usés TEU. Ce circuit, dimensionné pour deux tranches, a pour rôle de limiter les activités des effluents usés avant leur transfert vers les réservoirs de stockage de site avant rejet (réservoirs T), en adaptant le traitement à chaque catégorie d'effluents usés.

Les effluents liquides usés sont collectés de façon sélective, puis rassemblés dans trois groupes de deux réservoirs de tête, chaque groupe étant affecté à une catégorie d'effluents :

- drains résiduaire's : 2 réservoirs de 100 m³,
- effluents chimiques : 2 réservoirs de 160 m³,
- drains de planchers : 2 réservoirs de 75 m³.

Chaque groupe de deux réservoirs dispose d'un circuit de brassage, ce qui permet d'homogénéiser le contenu des réservoirs pour échantillonnage.

Le traitement des effluents est défini en fonction du résultat de cet échantillonnage :

- déminéralisation pour les effluents actifs et peu pollués chimiquement (drains résiduaire's),
- évaporation pour les effluents actifs et pollués chimiquement (effluents chimiques),
- filtration pour les effluents peu actifs (drains de planchers).

◆ **Drains résiduaires :**

Les drains résiduaires sont envoyés depuis les réservoirs de tête où ils sont stockés vers l'installation de déminéralisation, qui se compose de :

- une première filtration, qui permet l'élimination des produits en suspension dans les effluents usés,
- trois déminéraliseurs, qui contiennent des résines permettant la réduction de l'activité des effluents usés,
- un second filtre, qui permet d'éviter la fuite des fines résines dans le reste du circuit de traitement,

L'installation de déminéralisation fonctionne selon 2 phases successives :

- d'abord en recirculation : les effluents usés en traitement sur déminéraliseurs sont renvoyés dans le réservoir de tête d'où ils sont issus,
- puis en circuit ouvert : après contrôle de l'activité, les effluents usés traités sont dirigés vers les réservoirs de stockage (réservoirs T).

Les effluents résiduaires peuvent également être traités par évaporation.

◆ **Effluents chimiques :**

Les effluents chimiques sont dirigés depuis les réservoirs de tête où ils sont stockés vers l'installation d'évaporation, qui se compose de :

- un évaporateur, qui permet de séparer les effluents usés, d'une part, en distillats peu actifs et peu pollués chimiquement et, d'autre part, en concentrat contenant la plus grande partie de l'activité et de la pollution chimique,
- un réservoir de stockage des distillats.

Les concentrats issus de l'évaporation sont évacués vers le circuit de traitement des effluents solides TES. Les distillats issus de cette évaporation peuvent être dirigés, en fonction du résultat de l'échantillonnage (critère d'activité) :

- en amont de l'installation d'évaporation, pour un retraitement complémentaire,
- vers les réservoirs de stockage de site avant rejet (réservoirs T).

◆ **Drains de planchers :**

Les drains de planchers sont dirigés depuis les réservoirs de tête où ils sont stockés vers l'installation de filtration. Celle-ci se compose d'un filtre, qui permet l'élimination des produits en suspension. Les effluents filtrés sont ensuite dirigés vers les réservoirs de stockage de site avant rejet (réservoirs T). Les drains de planchers peuvent également être traités par évaporation.

II.4.1.3.3 Traitement des purges des générateurs de vapeur

Le traitement des purges des générateurs de vapeur est présenté de façon synthétique sur le schéma suivant :

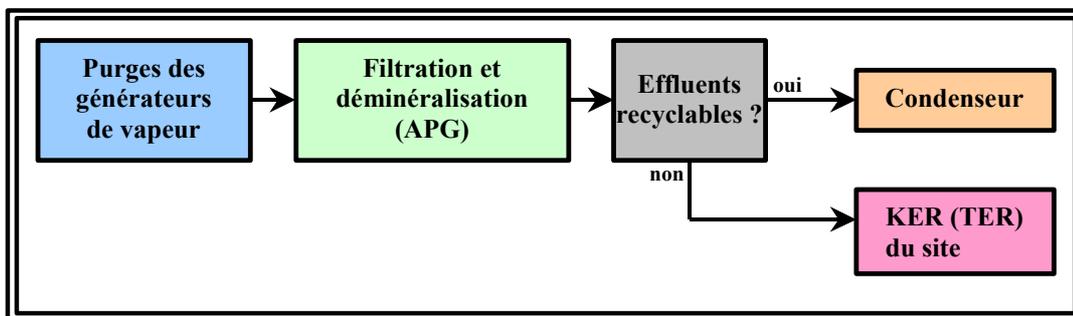


Figure B-II.4-e : Traitement des purges des générateurs de vapeur

Les purges des générateurs de vapeur sont traitées par le circuit de traitement des purges APG. Ce circuit, spécifique à chaque tranche, a pour rôle de purifier les purges avant leur recyclage.

L'installation de purification des purges des générateurs de vapeur se compose de :

- deux filtres en parallèle qui permettent l'élimination d'une partie des produits en suspension dans les purges,
- deux lignes de déminéralisation en parallèle comportant chacune deux déminéraliseurs, qui contiennent des résines, plus un second filtre, qui permet d'éviter la fuite des fines de résines dans le reste du circuit de traitement.

Après purification, les purges sont dirigées vers le condenseur pour y être recyclées. Elle peuvent également être dirigées vers les réservoirs de stockage avant rejet (réservoirs T), en cas de déconcentration en tritium du circuit secondaire ou d'indisponibilité du condenseur.

En cas d'indisponibilité du circuit de traitement APG, les purges peuvent être dirigées directement vers les réservoirs de stockage avant rejet (réservoirs T).

II.4.1.3.4 Traitement des eaux d'exhaure des salles des machines

Les eaux d'exhaure des salles des machines (fuites, purges et vidanges du circuit secondaire en dehors des purges des générateurs de vapeur) sont dirigées directement vers les réservoirs de stockage des eaux d'exhaure des salles des machines (réservoirs Ex) et ne subissent donc aucun traitement (y compris filtration).

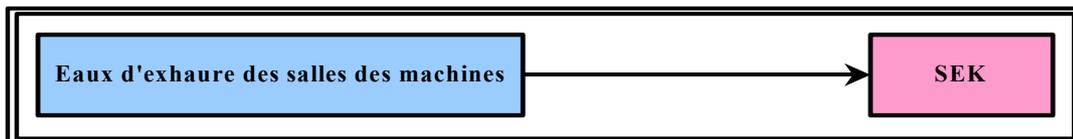


Figure B-II.4-f : Traitement des eaux d'exhaure des salles des machines

II.4.1.4 Contrôle des effluents liquides avant rejet

Les effluents liquides subissent des traitements différents suivant leur origine :

- traitement des effluents primaires,
- traitement des effluents usés,
- traitement des eaux d'exhaure des salles des machines.

Les effluents collectés au KER ont tous été filtrés à 5 microns.

Ils sont ensuite renvoyés dans trois types de réservoirs distincts pour contrôle avant rejet :

- les réservoirs T (circuit KER),
- les réservoirs S (circuit TER),
- les réservoirs Ex (circuit SEK).

II.4.2 Radioactifs gazeux

II.4.2.1 Origine des effluents radioactifs gazeux

Les effluents radioactifs gazeux comprennent :

- Des gaz rares, formés par fission et surtout composés de xénon 133 et de xénon 135, et dans une moindre mesure de krypton 85. Ils sont éliminés en grande partie par décroissance radioactive dans les lits à retard du circuit de traitement des effluents gazeux TEG. La procédure d'ouverture du circuit primaire pour rechargement du combustible peut s'accompagner d'une augmentation de l'activité volumique des gaz rares rejetés à la cheminée. On observe également, lors des vidanges d'air des bâtiments réacteur, la présence d'argon 41 (de période inférieure à deux heures), formé par activation de l'argon de l'air.
- Du tritium, formé par fission dans le combustible et par activation du bore et du lithium ajoutés au fluide primaire. Étant bien retenu par les gaines du combustible, le tritium présent dans les effluents gazeux provient principalement de l'activation du bore et du lithium. Il est présent dans les différents réservoirs et piscines du réacteur sous forme d'eau tritiée. Acheminé par le système de ventilation, il est rejeté de manière continue sous forme de vapeur d'eau à la cheminée.
- Du carbone 14, formé essentiellement par activation de l'oxygène et de l'azote dissous dans l'eau. Il se présente dans les rejets atmosphériques surtout sous forme de méthane, et également, dans une moindre mesure, sous forme de dioxyde de carbone. Son cheminement est identique à celui des gaz rares.
- Des iodes, formés par fission et surtout composés d'iode 131 et d'iode 133. Dans la plupart des cas, leur activité dans le circuit de traitement des effluents gazeux TEG est proche du seuil de mesure. Les iodes sont retenus sur les pièges à iode installés sur les circuits de ventilation (ces pièges à iode sont mis en service si nécessaire).

- Des aérosols, formés principalement par activation (cobalt 58 et cobalt 60) et par fission (césium 134 et césium 137). L'air véhiculé par les circuits de ventilation est filtré en permanence. Les rejets radioactifs d'aérosols dans l'environnement représentent en quantité de matière moins d'un microgramme par an (essentiellement composé de cobalt 60).

Les dispositifs de traitement des effluents radioactifs gazeux (filtres, pièges à iode, recombinaison, lits à retard) contribuent à limiter l'activité rejetée dans l'environnement.

La cheminée de l'EPR est repérée en **Document 4, Figure G-4**.

II.4.2.2 Nature des effluents radioactifs gazeux

Les effluents radioactifs gazeux se divisent en trois catégories, selon le schéma suivant :

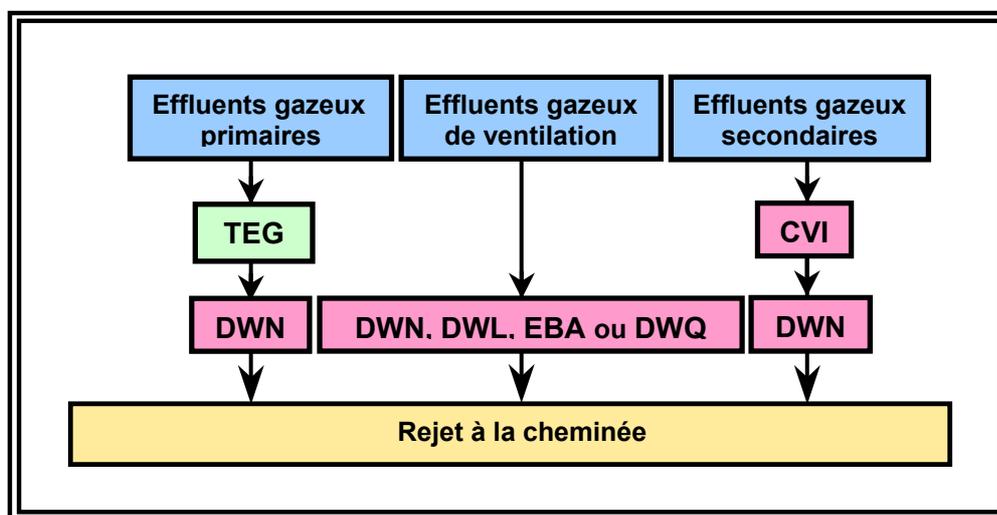


Figure B-II.4-g : Nature des effluents radioactifs gazeux

Ces trois catégories sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

II.4.2.2.1 Les effluents gazeux du circuit primaire

Ils proviennent du dégazage des effluents primaires par les dégazeurs de système de traitement des effluents primaires (TEP), du dégazage dans les ciels gazeux des capacités contenant du fluide primaire ou des effluents primaires : réservoirs RCV, TEP, RCP, certains réservoirs RPE.

Ils sont composés essentiellement d'hydrogène, d'azote et de produits gazeux de fission et d'activation : ils sont donc radioactifs.

Le balayage en azote permet de maintenir des taux faibles d'hydrogène ou d'oxygène. La notion d'effluents hydrogénés ou aérés pour les rejets gazeux du circuit primaire de la tranche EPR n'est donc pas pertinente.

Les effluents gazeux primaires sont directement déchargés dans le circuit de traitement des effluents gazeux TEG.

II.4.2.2 Les effluents gazeux de ventilation

Ils proviennent de l'extraction de la ventilation des locaux contaminables ou à risque iode du bâtiment des auxiliaires nucléaires, du bâtiment combustible, des bâtiments des auxiliaires de sauvegarde, du bâtiment réacteur, du pôle opérationnel d'exploitation, de la tour d'accès, du bâtiment de traitement des effluents.

Ils sont composés essentiellement d'air pouvant être pollué par des gaz radioactifs.

Ils sont collectés par les circuits de ventilation des différents bâtiments de l'îlot nucléaire (DWN, DWK, DWL, EBA (grand et petit débit), DWB, DWW, DWQ), où ils sont filtrés, si nécessaire par des pièges à iode, avant d'être rejetés à la cheminée.

II.4.2.3 Les effluents gazeux provenant du circuit secondaire

Les effluents gazeux issus du circuit secondaire proviennent des incondensables extraits lors de la mise sous vide du condenseur.

Ils sont composés essentiellement d'air pouvant être pollué par des gaz radioactifs, notamment du tritium, en cas d'inétanchéité entre le circuit primaire et le circuit secondaire au niveau des tubes des générateurs de vapeur.

Ils sont collectés par le circuit de mise sous vide du condenseur (CVI), puis dirigés vers le circuit de ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires (DWN), où ils sont filtrés sur filtre absolu avant d'être rejetés à la cheminée.

II.4.2.3 Traitement des effluents radioactifs gazeux

Le schéma de principe général des dispositifs de traitement des effluents gazeux est présenté sur la **Figure B-II.4-a**.

Selon leur nature, les effluents gazeux sont traités par des circuits différents. Les effluents gazeux primaires sont traités par le circuit de traitement des effluents gazeux TEG. Les effluents de ventilation sont traités par les circuits de ventilation DWN, DWK, DWL, EBA (grand et petit débit), DWB, DWW, DWQ.

Ces circuits de traitement sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

II.4.2.3.1 Traitement des effluents gazeux du circuit primaire

Le traitement des effluents gazeux primaires est fondamentalement différent de celui du Parc puisqu'il permet, entre autres, de réguler les taux d'oxygène et d'hydrogène, de balayer les capacités, de recycler les gaz traités.

Les effluents gazeux primaires sont traités par le circuit de traitement des effluents gazeux TEG. Ce circuit a pour rôle de compenser les variations de volume libre des réservoirs balayés, et de les confiner par un maintien en dépression, de limiter la teneur en hydrogène par une recombinaison avec l'oxygène, gérer les excès de gaz produits et retenir les gaz rares radioactifs pendant leur décroissance.

Les effluents sont collectés puis l'hydrogène est recombinaisonnée et éliminée du circuit. Les effluents recombinaisonnés sont comprimés par deux compresseurs afin soit d'être redistribués pour balayer les capacités, soit pour être dirigés vers les lits à retard et le rejet à la cheminée.

Les lits à retard sont au nombre de trois et ont pour rôle de retarder les gaz rares afin de permettre leur décroissance : 40 jours pour le xénon et 40 heures pour le krypton.

Le rejet à la cheminée se fait automatiquement selon la pression dans les lits à retard.

Le réseau de rejet est raccordé à la cheminée du bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN) via l'installation d'extraction du circuit de ventilation de ce bâtiment DWN. Lors des rejets, les effluents gazeux sont filtrés sur filtre absolu.

Le traitement du rejet des effluents gazeux du circuit primaire est présenté de façon synthétique sur le schéma suivant :

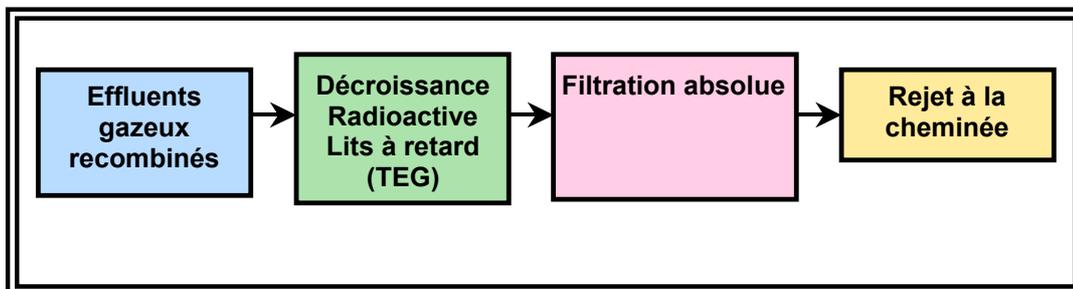


Figure B-II.4-h : Traitement du rejet des effluents gazeux primaires

II.4.2.3.2 Traitement des effluents gazeux de ventilation

Le traitement des effluents gazeux de ventilation est présenté de façon synthétique sur le schéma suivant :

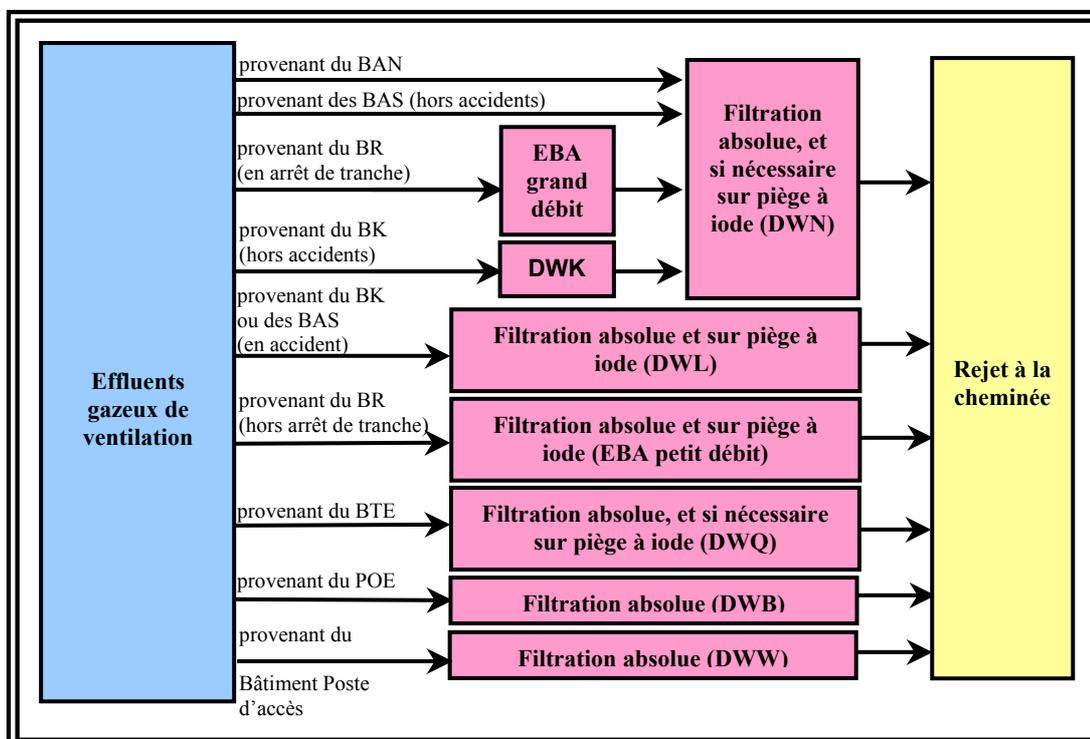


Figure B-II.4-i : Traitement des effluents gazeux de ventilation

II.4.2.3.2.1 Ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires DWN

Les effluents gazeux de ventilation extraits des locaux du bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN), des bâtiments des auxiliaires de sauvegarde (BAS) - hors accident - , du bâtiment combustible (BK) et du balayage du bâtiment réacteur en arrêt de tranche (EBA grand débit) sont traités par le circuit de ventilation DWN. Ce circuit comporte une installation d'extraction reliée à la cheminée comportant des préfiltres et des filtres THE (Très Haute Efficacité) commutable sur pièges à iode contournés en fonctionnement normal.

L'installation d'extraction est reliée à la cheminée et comporte :

- 6 files de filtration de débit unitaire de 20 000 m³/h : 3 pour la ventilation DWN, 2 pour la reprise de la ventilation du BK, 1 pour la reprise de la ventilation des BAS,
- 1 file de filtration de 25 000 m³/h pour EBA grand débit,
- 4 ventilateurs d'extraction,
- 4 pièges à iode équipés chacun de leur réchauffeur¹,
- 4 ventilateurs booster pour compenser la perte de charge supplémentaire.

Elle permet également le rejet à la cheminée des effluents gazeux primaires traités provenant du circuit de traitement des effluents gazeux TEG .

En cas de détection iode dans les gaines d'extraction des locaux, le débit d'air passe automatiquement sur piège à iode.

II.4.2.3.2.2 Ventilation du bâtiment combustible DWK

Ce système de ventilation souffle et extrait l'air du bâtiment combustible. Le soufflage, l'extraction et les rejets sont assurés par le système DWN.

II.4.2.3.2.3 Ventilation de la zone contrôlée des bâtiments des auxiliaires de sauvegarde DWL

En fonctionnement normal, l'extraction et les rejets sont assurés par le système DWN. Le système DWL n'est utilisé qu'en situation accidentelle : accident de perte de réfrigérant primaire ou accident de manutention combustible dans le BK. Il comporte deux files de filtration composée de préfiltres, filtres THE (Très Haute Efficacité) et pièges à iode.

II.4.2.3.2.4 Ventilation du bâtiment réacteur EBA

◆ **EBA petit débit**

Ce système assure le conditionnement, l'extraction et la filtration de l'air de balayage de l'enceinte. Il est en service tranche à l'arrêt ou en puissance, pour permettre dans ce cas l'accès du personnel dans le bâtiment réacteur.

Il comporte deux files de filtration composée de préfiltres, filtres THE (Très Haute Efficacité) et pièges à iode.

◆ **EBA grand débit**

Ce système assure, pendant l'arrêt de la tranche, le conditionnement et le rejet à la cheminée de l'air de ventilation de l'enceinte. L'air acheminé par le système est repris sur piège à iode par le système DWN.

¹ réchauffeur : appareil dans lequel on élève ou on maintient la température de l'air.

II.4.2.3.2.5 Ventilation de la zone contrôlée du pôle opérationnel d'exploitation (POE) DWB

La zone contrôlée du POE comporte les laboratoires chauds et vestiaires chauds. Le système comporte deux files de filtration composée de préfiltres, filtres THE (Très Haute Efficacité) .

II.4.2.3.2.6 Ventilation du bâtiment de traitement des effluents DWQ

Ce système assure le conditionnement, l'extraction et la filtration de l'air de ventilation du BTE.

Il comporte un réseau de gaines d'extraction relié à la cheminée comportant des préfiltres, des filtres THE (Très Haute Efficacité) et un piège à iode contourné en fonctionnement normal.

II.4.2.3.2.7 Ventilation de la zone contrôlée du bâtiment d'accès DWW

Le système comporte deux files de filtration composées de préfiltres, filtres THE (Très Haute Efficacité) .

II.4.2.3.3 Traitement des effluents gazeux provenant du circuit secondaire

Le traitement des effluents gazeux provenant du circuit secondaire est présenté de façon synthétique sur le schéma suivant :

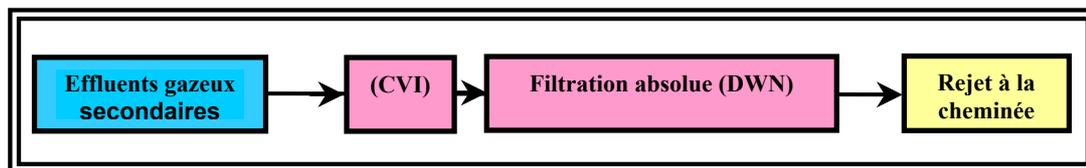


Figure B-II.4-j : Traitement des effluents gazeux provenant du circuit secondaire

Les effluents gazeux provenant du circuit secondaire sont collectés par le circuit de mise sous vide du condenseur (CVI) puis dirigés vers le circuit de ventilation du bâtiment des auxiliaires nucléaires (DWN), décrit dans le paragraphe précédent. Ils sont rejetés à la cheminée après filtration sur filtre absolu.

II.4.3 Effluents chimiques liquides

II.4.3.1 Généralités

Les rejets chimiques proviennent :

- d'une part des substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides,
- d'autre part des substances chimiques associées aux effluents des parties conventionnelles du site, à savoir principalement :
 - les effluents issus de la production d'eau déminéralisée (station de déminéralisation et unité de dessalement),
 - les effluents du traitement contre les salissures biologiques (chloration de l'eau de mer).
 - les eaux collectées par les réseaux d'eaux pluviales et d'eaux vannes et usées (effluents des stations d'épuration),
 - les eaux huileuses et les eaux industrielles collectées en salles des machines.

II.4.3.2 Rejets chimiques associés aux effluents radioactifs

Ce paragraphe traite des substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides susceptibles d'être rejetés dans le milieu aquatique. Il est présenté pour chacune d'elles, l'objet de leur utilisation, les principaux circuits concernés, un schéma de leur cheminement de l'injection jusqu'au rejet, qui fondent les valeurs maximales de rejet proposées.

Les systèmes de traitement et de rejet empruntés par ces substances chimiques sont ceux des effluents radioactifs, leur description est développée dans le **paragraphe IV.1.4**.

II.4.3.2.1 Origine des rejets

Les rejets de substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides proviennent des différents conditionnement de circuits qui ne peuvent être maintenus dans les circuits pour différentes raisons d'exploitation ou de maintenance : conditionnement du circuit primaire, conditionnement du circuit secondaire, conditionnement des circuits auxiliaires nucléaires et conventionnels.

II.4.3.2.2 Rejets dus au conditionnement des circuits

Dans le présent paragraphe, seules les valeurs maximales de flux annuels ajoutés sont précisées. En effet, les flux 24 heures, flux 2 heures et concentrations dans le bassin de rejet sont dépendants uniquement de la capacité du rejet existant commun aux tranches existantes et à l'EPR.

Le choix des substances considérées se fait sur la base de l'importance du flux et de la nocivité des substances rejetées.

Les valeurs maximales de flux annuels ajoutés de rejets chimiques sont déterminées dans l'optique de :

- pouvoir appliquer les politiques de conditionnement imposées par les spécifications chimiques des circuits,
- permettre l'exploitation courante des installations en incluant les transitoires inhérents au fonctionnement normal,

- limiter les rejets et leurs impacts.

Pour chaque substance susceptible d'être rejetée, des scénarii décrivant les paramètres du rejet (flux, concentrations) que celui-ci soit continu ou intermittent (vidange d'un réservoir) ont été étudiés.

Enfin, pour une substance non réglementée jusqu'à présent (ex. éthanolamine), la caractérisation du rejet s'appuie sur les résultats de campagnes de mesure ou sur l'expérience tirée d'autres sites.

L'application de cette démarche aboutit à proposer dans le dossier des valeurs maximales de flux annuels ajoutés de rejets chimiques qui visent à être raisonnablement enveloppes des différentes situations que le site est susceptible de rencontrer. Ceci explique qu'en général, ces valeurs sont plus élevées que celles des rejets réels.

Cette différence constitue des marges fonctionnelles indispensables au fonctionnement normal des installations.

◆ Conditionnement du circuit primaire

Le circuit primaire est conditionné :

- en acide borique pour ses propriétés d'absorbant neutronique,
- en lithine pour compenser l'acidité de l'acide borique, maintenir un pH légèrement alcalin et limiter la corrosion des matériaux,

Afin d'obtenir le pH de moindre corrosion, un produit basique doit être injecté dans le circuit secondaire. Les produits envisagés pour ce conditionnement sont l'ammoniaque, la morpholine, l'éthanolamine.

Chacun de ces produits présente des avantages et inconvénients, que ce soit en terme de protection des aciers au carbone contre la corrosion-érosion, d'encrassement des GV et de production d'oxydes sous forme de boues ou de gestion des rejets et des déchets.

La morpholine a une constante de dissociation qui diminue moins que celle de l'ammoniaque quand la température augmente. Elle se répartit uniformément dans le circuit, ce qui permet d'obtenir un pH à chaud plus élevé et donc de protéger les matériels de l'ensemble du circuit contre la corrosion-érosion. Le conditionnement à la morpholine produit moins de matières en suspension que l'ammoniaque. L'utilisation de la morpholine permet en théorie d'allonger la durée de vie des résines des purges des générateurs de vapeur, ce qui permettrait de réduire les déchets.

L'ammoniaque est plus simple à utiliser car déjà obtenue en partie à partir de la décomposition thermique de l'hydrazine. Elle permet aussi d'obtenir aisément le pH de moindre corrosion sur le poste d'eau en milieu monophasique.

L'éthanolamine (ETA) permet d'injecter 2 à 3 fois moins de produit que la morpholine, et du fait de son coefficient de partage favorable à la phase liquide, offre une bonne protection de matériels en milieu diphasique.

Le conditionnement est complété par de l'hydrazine pour éliminer l'oxygène de l'eau alimentaire et éviter l'encrassement des générateurs de vapeur induit par les produits de corrosion (principalement des oxydes de fer). L'hydrazine se dégrade thermiquement en produisant de l'ammoniaque.

Quel que soit le produit de conditionnement utilisé pour maintenir le pH de moindre corrosion, l'ammoniaque est toujours présent dans le circuit secondaire :

- dans le cas d'un conditionnement à l'ammoniaque, la quantité d'ammoniaque issue de la décomposition de l'hydrazine n'est pas suffisante pour maintenir le pH de moindre corrosion, des appoints sont donc réalisés,
- dans le cas d'un conditionnement à la morpholine ou à l'éthanolamine, la dégradation thermique de l'hydrazine sera responsable de la présence d'ammoniaque dans le circuit secondaire.

◆ Conditionnement en période d'arrêt

Le poste d'eau du circuit secondaire en période d'arrêt est conservé à sec.

Le conditionnement des générateurs de vapeur en période d'arrêt est réalisé avec :

- de l'hydrazine,
- de la morpholine ou de l'ammoniaque ou de l'éthanolamine.

◆ Conditionnement des circuits auxiliaires nucléaires et conventionnels

Les circuits de réfrigération et de chauffage sont conditionnés au phosphate trisodique. Ce type de produit est utilisé comme inhibiteur de corrosion au niveau des circuits en contact avec l'air où le conditionnement volatil ne peut être utilisé.

Au cours du fonctionnement de la tranche, ce produit est susceptible d'être rejeté dans l'environnement.

II.4.3.2.2.1 L'acide borique

◆ Rôle de l'acide borique

Le bore est utilisé sous forme d'acide borique (ou H_3BO_3). L'acide borique est un acide faible à basse température et très faible à haute température, et il n'induit pas de corrosion des matériaux du circuit primaire en présence de lithine.

Il possède une solubilité élevée garantissant sa bonne homogénéité dans les circuits.

Le bore est utilisé dans le circuit primaire pour la propriété neutrophage de son isotope 10 (présent à 20% dans le bore naturel) : c'est un absorbant neutronique qui permet de compenser les variations lentes de réactivité telles que celles liées à l'épuisement du combustible entre le début et la fin de cycle.

Pour ces mêmes propriétés le bore est présent également dans le circuit d'injection de sécurité (RIS) du circuit primaire, dans le circuit de traitement et de refroidissement de l'eau des piscines (PTR).

La concentration du circuit primaire en acide borique est liée au mode de gestion du combustible.

◆ Cheminement de l'acide borique dans les circuits

La **Figure B-II.4-k** présente de façon simplifiée le cheminement de l'acide borique dans le circuit primaire, de l'injection jusqu'aux réservoirs de rejet en passant par les systèmes de traitement.

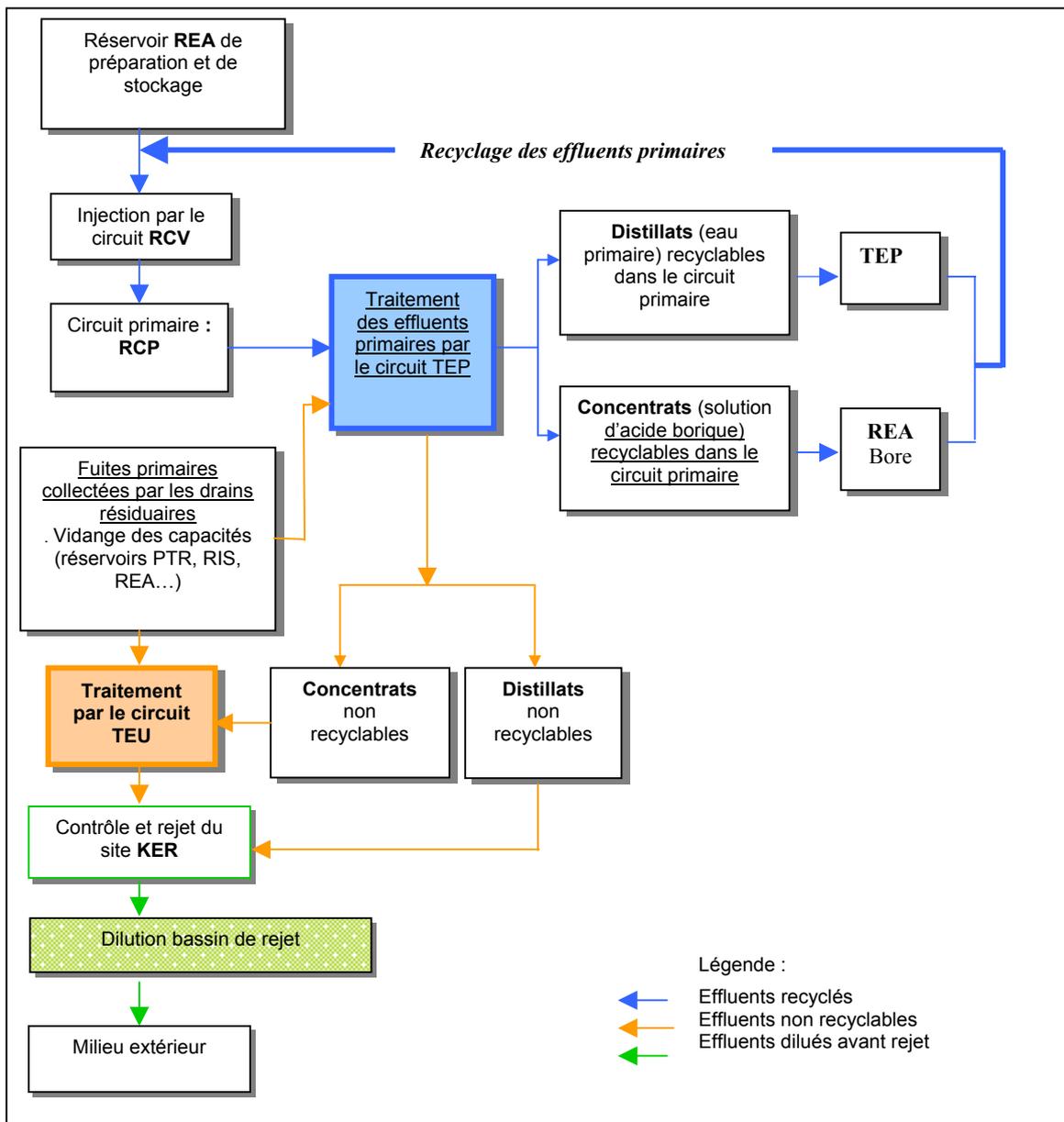


Figure B-II.4-k : Cheminement de l'acide borique dans le circuit primaire

◆ Caractéristiques des rejets

Comme le montre le schéma précédent, les rejets d'acide borique se font à partir des réservoirs T (KER). Ils proviennent du conditionnement du circuit primaire. Les volumes soutirés sont traités par TEP (circuit de traitement des effluents primaires) en fonction de leur radioactivité et de leurs caractéristiques chimiques. Une partie de ces effluents est recyclée et pourra être réinjectée dans le circuit primaire. L'autre partie de ces effluents qui ne peut plus être réutilisée est dirigée vers TEU (circuit de Traitement des Effluents Usés) pour traitement avant d'être envoyée vers les réservoirs T (KER).

II.4.3.2.2 La lithine

◆ **Rôle de la lithine**

La lithine est une base utilisée dans le circuit primaire pour maintenir un pH constant et légèrement alcalin afin de minimiser la corrosion des matériaux. Sa teneur est ajustée au cours du cycle en liaison avec celle de l'acide borique.

Le conditionnement du circuit primaire en lithine est lié au mode de gestion du combustible.

◆ **Cheminement de la lithine dans les circuits**

Le schéma ci-dessous présente de façon simplifiée le cheminement de la lithine dans le circuit primaire, de l'injection jusqu'aux réservoirs de rejet en passant par les systèmes de traitement.

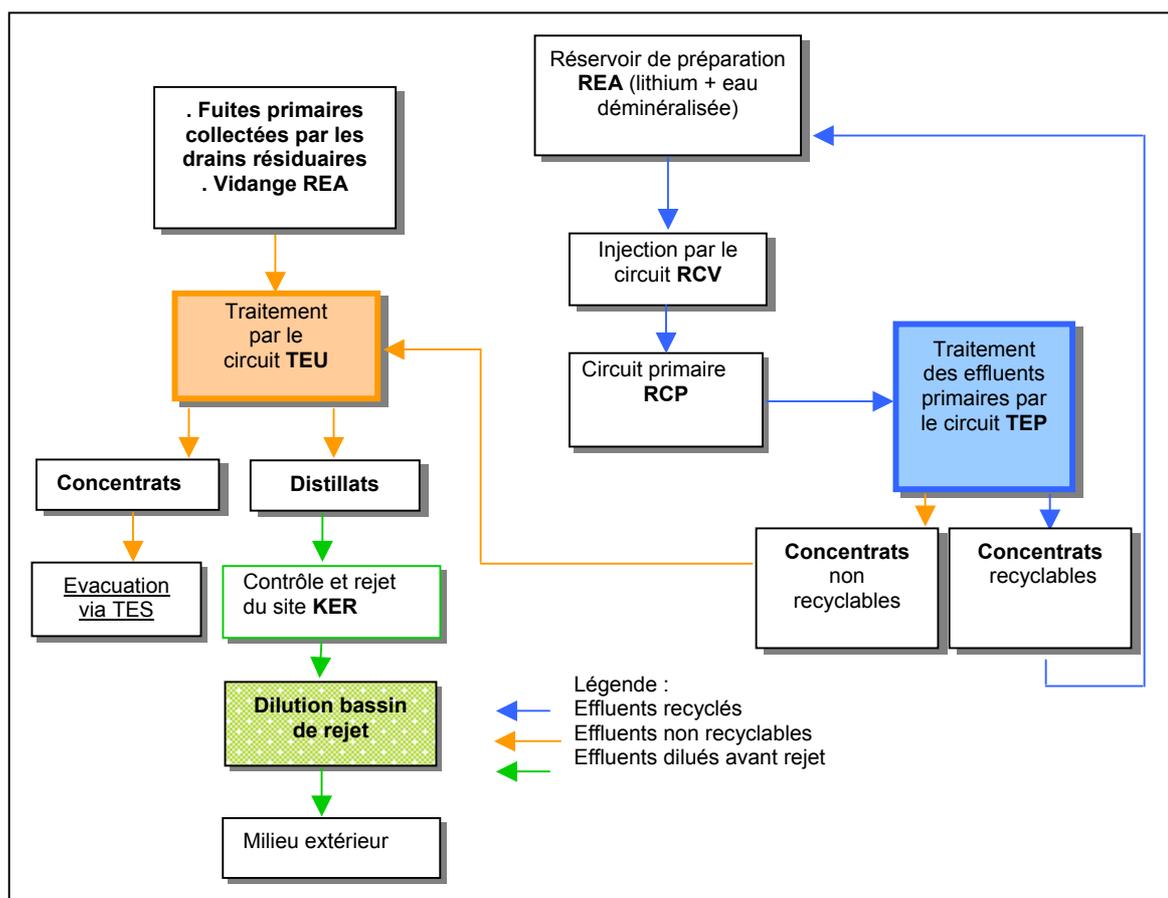


Figure B-II.4-I : Cheminement de la lithine dans le circuit primaire

◆ **Caractéristiques des rejets**

Comme le montre le schéma précédent, les rejets de lithine se font selon une seule voie :

A partir des réservoirs T (KER) :

La concentration en lithine varie tout au long du cycle du combustible. Pour maintenir un pH neutre ou légèrement alcalin, limitant la corrosion dans le circuit primaire, il est nécessaire d'effectuer des déconcentrations ou des injections de lithine. Les volumes soutirés sont traités par le circuit TEP (circuit de Traitement des Effluents Primaires).

II.4.3.2.2.3 L'hydrazine

◆ Rôle de l'hydrazine

L'hydrazine est une base faible volatile utilisée essentiellement pour ses propriétés réductrices dans les circuits.

Dans le circuit secondaire en fonctionnement, l'hydrazine sert à maintenir un milieu non oxydant, à réduire l'oxygène dissous dans l'eau alimentaire et à limiter la production d'oxydes dans le poste d'eau.

Ce produit de conditionnement se détruit de deux façons :

- par réaction avec l'oxygène présent dans l'eau pour former de l'eau et de l'azote,
- par dégradation thermique pour former de l'azote, de l'hydrogène et de l'ammoniaque.

En période d'arrêt, l'hydrazine est utilisé pour le conditionnement des générateurs de vapeur.

Le conditionnement est réalisé soit :

- à l'hydrazine et à la morpholine,
- à l'hydrazine et à l'ammoniaque,
- à l'hydrazine et à l'éthanolamine

Remarque : le poste d'eau du circuit secondaire est conservé à sec.

◆ Cheminement de l'hydrazine dans les circuits

La **Figure B-II.4-m** présente de façon simplifiée le cheminement de l'hydrazine dans le circuit secondaire, de l'injection jusqu'aux réservoirs de rejet en passant par les systèmes de traitement.

◆ Caractéristiques des rejets

Les rejets d'hydrazine se font selon deux voies :

A partir des réservoirs T (KER) :

En fonctionnement normal, l'hydrazine présent dans les effluents non recyclables est transformé en ammoniaque à partir de 120°C et dégradé en azote gazeux en présence d'oxygène dans les réservoirs. Les rejets d'hydrazine correspondent à la fraction non consommée dans le processus décrit ci-dessus.

En période d'arrêt de tranche, l'hydrazine provient de la vidange des générateurs de vapeur conditionnés à l'hydrazine.

A partir des réservoirs Ex (SEK) :

En fonctionnement normal, les rejets d'hydrazine proviennent des exhaures de la salle des machines, des vidanges de capacités et de circuits du poste d'eau. Ils proviennent aussi de la collecte des égouttures du poste d'injection dans les postes d'eau. L'ensemble de ces effluents est collecté et dirigé vers les réservoirs Ex (SEK).

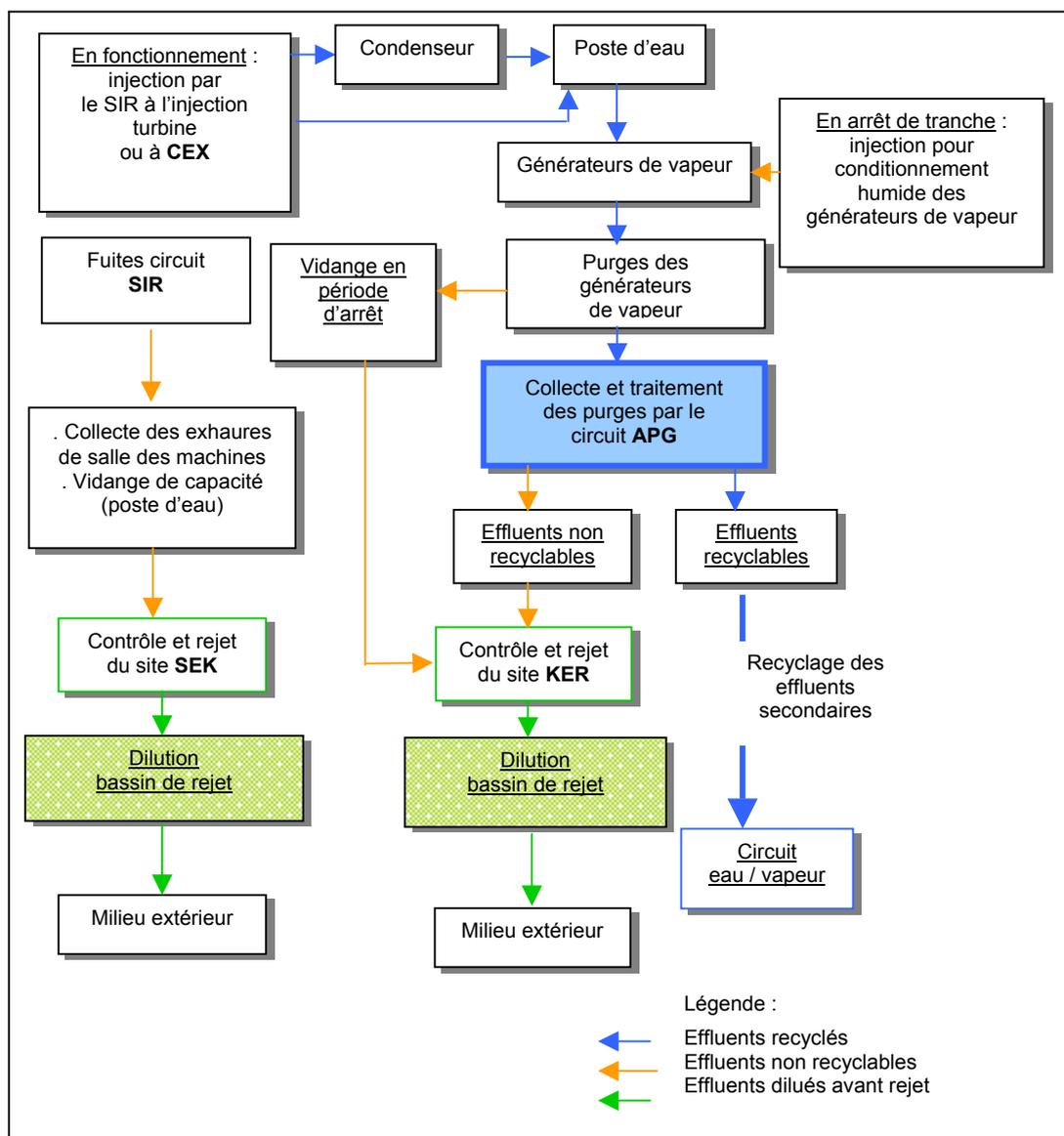


Figure B-II.4-m : Cheminement de l'hydrazine dans le circuit secondaire

II.4.3.2.2.4 La morpholine

◆ Rôle de la morpholine

La morpholine est une base faible volatile. Elle permet d'obtenir un pH alcalin en évitant le processus de concentration par évaporation, qui se produirait dans les générateurs de vapeur avec des réactifs de type « non volatil ».

Elle est donc utilisée pour le conditionnement du circuit secondaire afin d'obtenir le pH de moindre corrosion.

La morpholine est une base trop faible pour obtenir la valeur de pH de 9,7 requise à 25°C dans l'eau alimentaire par les spécifications chimiques, un complément d'ammoniaque est alors nécessaire. Ce complément est apporté par la décomposition de l'hydrazine injectée dans le poste d'eau pour éliminer les traces d'oxygène.

◆ **Cheminement de la morpholine dans les circuits**

Le schéma suivant présente de façon simplifiée le cheminement de la morpholine dans le circuit secondaire, de l'injection jusqu'aux réservoirs de rejet en passant par les systèmes de traitement.

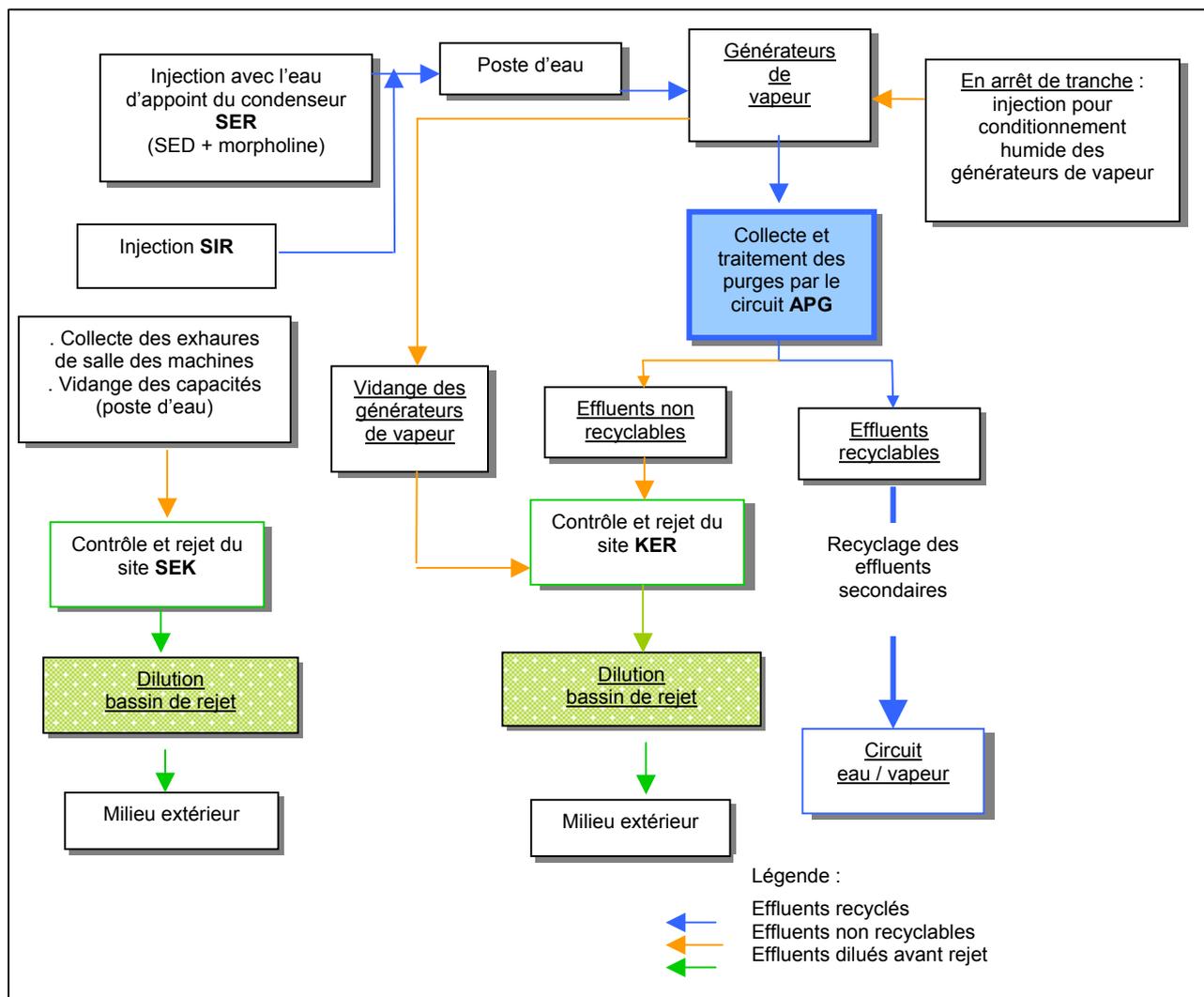


Figure B-II.4-n : Cheminement de la morpholine dans le circuit secondaire

◆ Caractéristiques des rejets

Comme le montre le schéma précédent, les rejets de morpholine se font selon deux voies :

A partir des réservoirs T (KER) :

En fonctionnement normal, la morpholine présente dans les purges des générateurs de vapeur est recyclée vers le circuit eau-vapeur après traitement par le circuit APG (circuit des purges des générateurs de vapeur).

Les purges non recyclables des générateurs de vapeur sont dirigées vers les réservoirs T (KER). Cette voie de rejet reste très minoritaire, sauf en cas de légères fuites primaire/secondaire pour baisser la teneur en tritium dans le circuit secondaire.

Les effluents induits par le soutirage d'eau pour les échantillonnages nécessaires aux appareils de mesure en ligne et aux prélèvements manuels pour les contrôles sont renvoyés en amont des résines APG et rejetés à partir des réservoirs T (KER).

En arrêt de tranche, la morpholine présente dans les réservoirs T (KER) provient du conditionnement humide des générateurs de vapeur.

A partir des réservoirs Ex (SEK) :

Les exhaures des salles des machines, les vidanges des capacités et circuits des postes d'eau en période d'arrêt et de redémarrage sont collectées et acheminées vers les réservoirs Ex (SEK).

II.4.3.2.2.5 L'éthanolamine

◆ Rôle de l'éthanolamine

L'éthanolamine (C_2H_7ON) est une base faible volatile, qui permet d'obtenir la valeur du pH de moindre corrosion requise dans l'ensemble du circuit eau-vapeur. Elle évite le processus de concentration par évaporation qui se produirait dans les générateurs de vapeur avec des réactifs de type « non volatil ».

Le conditionnement à l'éthanolamine est complété avec de l'ammoniaque qui provient de la décomposition de l'hydrazine ou, lorsque l'ammoniaque issue de cette décomposition n'est pas suffisante, par des appoints d'ammoniaque (conditionnement mixte).

◆ Cheminement de l'éthanolamine dans les circuits

La **Figure B-II.4-o** présente de façon simplifiée le cheminement de l'éthanolamine dans le circuit secondaire, de l'injection jusqu'aux réservoirs de rejet en passant par les systèmes de traitement.

◆ Caractéristiques des rejets

Comme le montre le schéma, les rejets d'éthanolamine se font selon deux voies :

A partir des réservoirs T (KER) :

En fonctionnement normal, l'éthanolamine présente dans les purges des générateurs de vapeur est recyclée vers le circuit eau-vapeur après traitement par le circuit APG (circuit des purges des générateurs de vapeur).

Néanmoins le recyclage a ses limites imposées par les spécifications chimiques et radiochimiques du fluide secondaire. Les purges des générateurs de vapeur non recyclables sont dirigées vers les réservoirs T (KER).

Les effluents induits par le soutirage d'eau pour les échantillonnages nécessaires aux appareils de mesure en ligne et aux prélèvements manuels pour les contrôles sont renvoyés en amont des résines APG.

En arrêt de tranche, l'éthanolamine présente dans les réservoirs T(KER) peut provenir du conditionnement humide des générateurs de vapeur.

A partir des réservoirs Ex (SEK) :

Les exhaustes des salles de machine, les vidanges des capacités et circuits des postes d'eau en période d'arrêt et de redémarrage sont collectées et acheminées vers les réservoirs Ex (SEK).

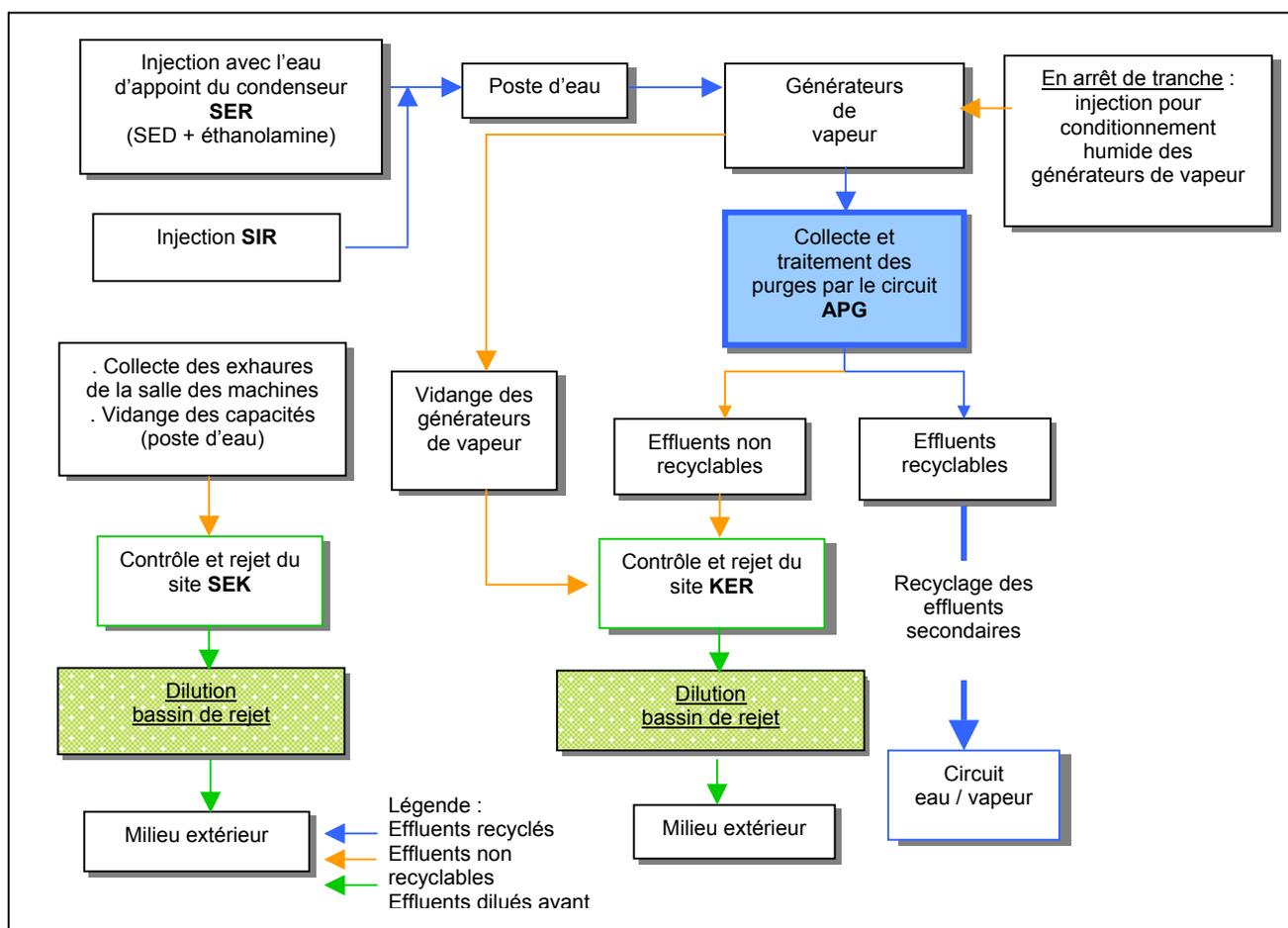


Figure B-II.4-o : Cheminement de l'éthanolamine dans le circuit secondaire

II.4.3.2.2.6 L'azote hors hydrazine, morpholine et éthanolamine

L'azote (N) est présent dans les réservoirs de stockage sous différentes formes :

- ions ammonium (NH_4^+),
- nitrates (NO_3^-),
- nitrites (NO_2^-).

Mais l'azote (N) est aussi présent dans les rejets au travers de l'hydrazine, de la morpholine ou de l'éthanolamine. Ces substances étant mesurées et comptabilisées de façon distincte, les scénarios de rejets d'azote étudiés ci-dessous portent uniquement sur l'azote issu de l'ammonium, des nitrates et des nitrites.

Dans l'eau du circuit secondaire, l'azote (hors hydrazine, morpholine ou éthanolamine) se présente exclusivement sous forme d'ion ammonium. Ce n'est qu'après collecte dans les puisards et transfert dans les réservoirs de stockage que celui-ci se transforme en nitrates voire en nitrites au contact de l'oxygène de l'air.

II.4.3.2.2.6.1 Générations des rejets d'ammonium

Les rejets d'ammonium sont liés à l'état de la tranche, arrêt ou fonctionnement ainsi qu'au type de conditionnement du circuit secondaire.

◆ En période d'arrêt

En présupposant des spécifications de conservation à l'arrêt EPR identiques aux existantes, les conditionnements sont :

- pour les générateurs de vapeur :
 - 75 mg/L en hydrazine + 7 mg/L d'hydrazine x nombre de jours d'arrêt prévu,
 - et 50 à 150 mg/L de morpholine ou 3 à 4 mg/L d'ammonium ou 3 à 30 mg/L d'éthanolamine
- pour le poste d'eau, la conservation est sèche afin de limiter les rejets d'hydrazine en patriculier.

◆ En période de fonctionnement

○ Pour un conditionnement à la morpholine ou éthanolamine

Dans ce type de conditionnement, la présence d'ions ammonium dans les circuits est théoriquement due à la décomposition de l'hydrazine. Si l'ammoniaque issue de cette décomposition est insuffisante pour maintenir le pH de moindre corrosion, des appoints en ammoniaque peuvent être réalisés ; on parle alors de conditionnement mixte. Quelle que soit l'origine de l'azote (décomposition de l'hydrazine ou appoints en ammoniaque), les valeurs visées dans les circuits sont précisées dans les spécifications chimiques :

- Valeurs attendues en ammonium dans le cas d'un conditionnement à la morpholine ou éthanolamine : 1 à 2 mg/L,
- Valeur limite : < 5mg/L.

○ Pour un conditionnement à l'ammoniaque

En considérant ce type de conditionnement, la présence d'ions ammonium dans les circuits est due à la décomposition de l'hydrazine et à l'ammoniaque ajoutée pour respecter les spécifications chimiques.

Celles-ci précisent :

- Valeurs attendues en ammonium : 10 mg/L (pH 10),
- Valeur limite : 15 mg/L (pH 10,06).

NOTA : Ces valeurs sont liées à l'un des fournisseurs potentiels de turbine.

Par ailleurs, il convient de noter qu'une partie de l'hydrazine, utilisée dans le circuit pour consommer l'oxygène dissous dans l'eau du circuit secondaire, se décompose thermiquement en ammoniacque qui est extraite par le système d'extraction des incondensables du condenseur (CVI).

Les concentrations atteintes dans les réservoirs d'eau de ce système peuvent atteindre des concentrations importantes qui seront par conséquent prises en compte.

II.4.3.2.6.2 Conditionnement du circuit secondaire à l'ammoniacque

◆ Rôle de l'ammoniacque

L'ammoniacque est une base faible qui permet d'obtenir la valeur du pH de moindre corrosion requise dans l'ensemble du circuit eau – vapeur.

◆ Cheminement de l'ammoniacque dans les circuits

La **Figure B-II.4-p** présente de façon simplifiée le cheminement de l'ammoniacque dans le circuit secondaire, de l'injection jusqu'aux réservoirs de rejet en passant par les systèmes de traitement.

II.4.3.2.6.3 Caractéristiques des rejets

Comme le montre le schéma précédent, les rejets de l'ammoniacque se font selon deux voies :

A partir des réservoirs T (KER) :

En fonctionnement normal, l'ammoniacque présente dans les purges des générateurs de vapeur est recyclée vers le circuit eau-vapeur après traitement par le circuit APG (circuit des purges des générateurs de vapeur).

Les purges non recyclables des générateurs de vapeur sont dirigées vers les réservoirs T (KER). Cette voie de rejet reste très minoritaire, sauf en cas de légères fuites primaire/secondaire pour baisser la teneur en tritium dans le circuit secondaire.

En arrêt de tranche, l'ammoniacque présente dans les réservoirs T (KER) provient du conditionnement humide des générateurs de vapeur.

A partir des réservoirs Ex (SEK) :

Les exhaures des salles des machines, les vidanges des capacités et circuits des postes d'eau en période d'arrêt et de redémarrage sont collectées et acheminées vers les réservoirs Ex (SEK).

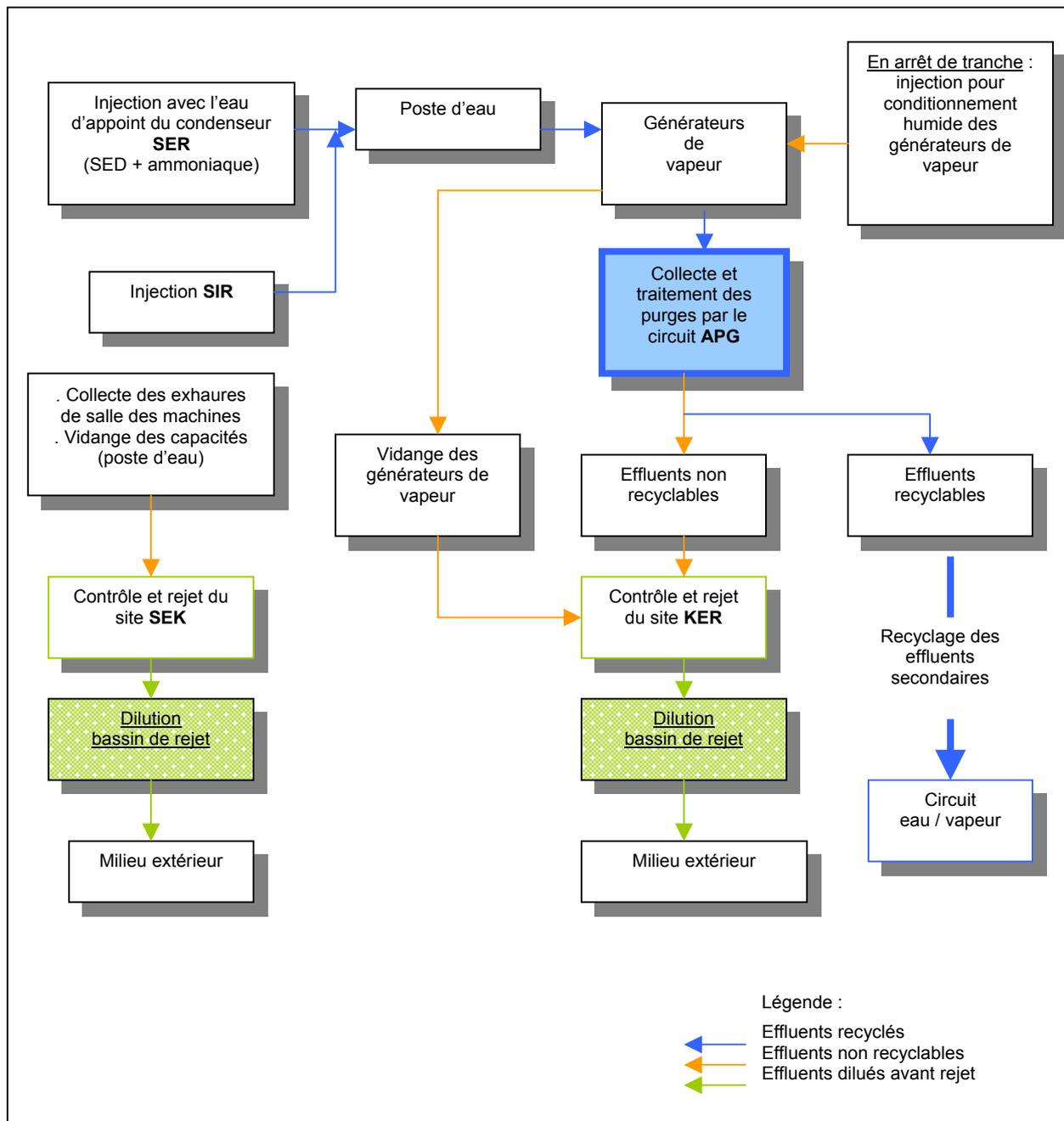


Figure B-II.4-p : Cheminement de l'ammoniaque dans le circuit secondaire

II.4.3.2.2.6.4 Conditionnement du circuit secondaire à la morpholine ou à l'éthanolamine

◆ Rôle de l'ammoniaque et cheminement dans les circuits

Le cheminement de l'ammoniaque issue de la décomposition de l'hydrazine ou des appoints en ammoniaque dans le circuit est identique à celui de la morpholine ou de l'éthanolamine présenté en **Figure B-II.4-n** et **Figure B-II.4-o**.

II.4.3.2.2.7 Le phosphate trisodique

◆ Rôle du phosphate trisodique

Le phosphate trisodique agit comme inhibiteur de corrosion. Il est utilisé pour le conditionnement des circuits en contact avec l'air où le conditionnement volatil ne peut être utilisé.

Les principaux circuits conditionnés au phosphate trisodique sont :

- RRI : circuit de réfrigération intermédiaire des auxiliaires nucléaires,
- TRI : circuit de réfrigération intermédiaire du BTE,
- SRI : circuit de refroidissement intermédiaire des circuits conventionnels
- DEL : circuit de production et de distribution d'eau glacée des locaux électriques et salle de commande,
- DER : circuit de production et de distribution d'eau glacée de l'îlot nucléaire.

◆ Cheminement du phosphate trisodique dans les circuits

Le schéma ci-dessous présente de façon simplifiée le cheminement du phosphate trisodique dans les circuits, de l'injection jusqu'aux réservoirs de rejet en passant par les systèmes de traitement.

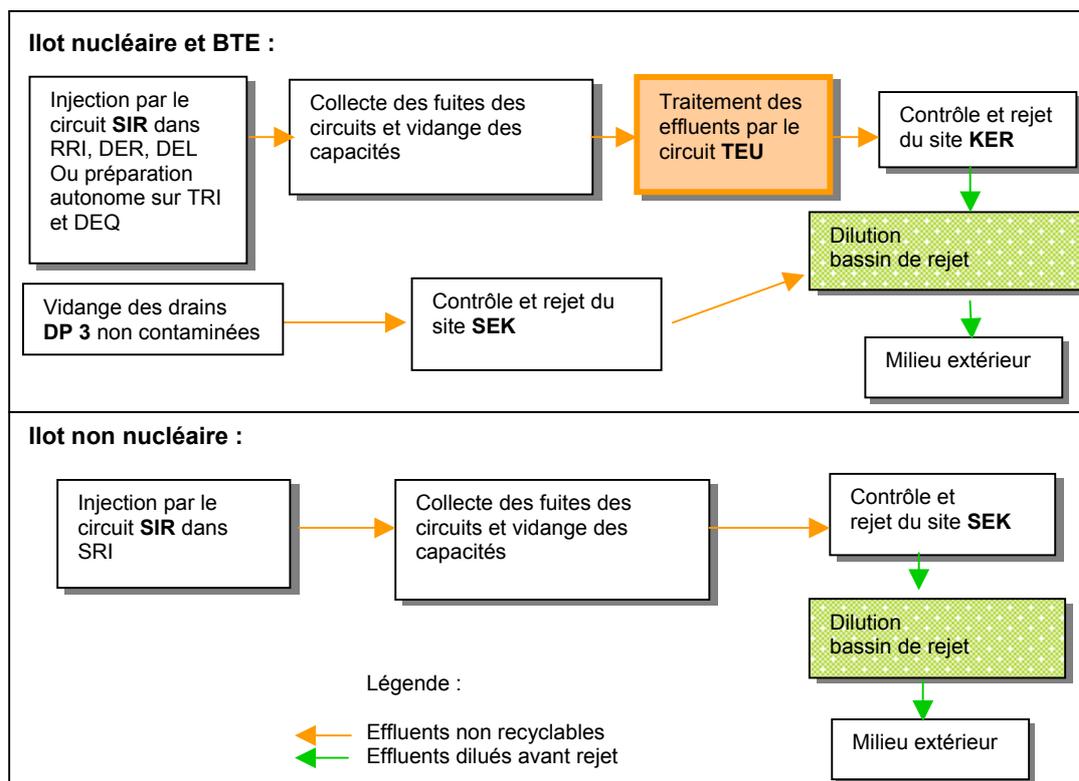


Figure B-II.4-q : Cheminement du phosphate dans les circuits auxiliaires

◆ **Caractéristiques des rejets**

Comme le montre le schéma précédent, les rejets de phosphate se font selon deux voies :

À partir des réservoirs T (KER) :

Ces réservoirs collectent les fuites ou vidanges des circuits de chauffage et de refroidissement des auxiliaires de la chaudière nucléaire.

À partir des réservoirs Ex (SEK) :

Ces réservoirs collectent les fuites ou vidanges des circuits de refroidissement et de chauffage des auxiliaires de la salle des machines et d'autres circuits non nucléaires.

II.4.3.2.2.8 Le sodium

Les rejets de sodium proviennent essentiellement des vidanges des circuits conditionnés au phosphate trisodique. Compte tenu du milieu de rejet (eau de mer), les rejets en sodium associés aux phosphates ne sont pas caractérisés, les concentrations rejetées sont négligeables devant la concentration du milieu récepteur.

II.4.3.2.3 Autres rejets associés

II.4.3.2.3.1 Les détergents

La laverie, génératrice de rejets en détergents, est située sur la partie existante du site. Un supplément de rejet dû au lavage des tenues utilisées dans l'EPR est à prendre en compte. Le flux annuel peut être estimé égal à celui d'une des tranches existantes.

II.4.3.2.3.2 Les métaux totaux, les matières en suspension et la demande chimique en oxygène

Les métaux que l'on peut rencontrer dans les rejets liquides associés aux effluents radioactifs sont ceux qui entrent dans la composition des circuits ou de certains équipements (aluminium, cuivre, chrome, fer, manganèse, nickel, zinc, cuivre, aluminium, plomb). Ils sont présents à l'état de trace dans les réservoirs et proviennent de l'usure des circuits. Le bon conditionnement chimique est un paramètre majeur pour en limiter la production. Malgré la filtration et le traitement des effluents sur résines échangeuses d'ions, une faible quantité de ces métaux se retrouve dans les réservoirs de rejet.

Les matières en suspension (MES) proviennent essentiellement de la collecte des effluents qui peuvent être pollués soit par de la poussière soit par l'eau brute utilisée pour la désurchauffe des effluents des installations d'auxiliaires du circuit secondaire. La présence des MES dans les réservoirs de stockage avant rejet (KER) est limitée du fait que les effluents sont filtrés.

La demande chimique en oxygène ou DCO est représentative de la majeure partie des composés organiques (notamment les détergents) ainsi que des sels minéraux oxydables de l'eau analysée.

II.4.3.3 Rejets chimiques non associés aux effluents radioactifs

II.4.3.3.1 Origines et type des rejets

Les rejets chimiques non associés aux effluents radioactifs proviennent des substances chimiques présentes dans les effluents des parties conventionnelles du site, à savoir principalement :

- les effluents issus de la production d'eau déminéralisée (station de déminéralisation et unité de dessalement),
- les effluents du traitement contre les salissures biologiques (chloration de l'eau de mer),
- les eaux collectées par les réseaux d'eaux pluviales et d'eaux vannes et usées (effluents des stations d'épuration),
- les eaux huileuses et les eaux industrielles collectées en salles des machines.

Les rejets se font en mer après traitement éventuel soit :

- dans le canal de prise d'eau, via les émissaires de rejet dits secondaires numérotés 2 à 5 et 15, pour le rejet :
 - des effluents de la station de déminéralisation (dont ceux issus de la fosse de neutralisation) et de l'unité de dessalement,
 - d'une partie des réseaux d'eaux pluviales, d'eaux vannes et usées,
 - des eaux huileuses passées dans un décanteur - déshuileur,
- en front de mer, via les émissaires de rejet numérotés 1 et 6 à 11, pour le rejet des effluents d'une partie des réseaux d'eaux pluviales, d'eaux vannes et usées,
- à distance de la côte, via les galeries de rejet sous-marines, avec les eaux de refroidissement, pour :
 - les rejets liés à la chloration de l'eau de mer,
 - les substances chimiques rejetées dans le chenal de prise d'eau, qui sont alors reprises par la station de pompage et diluées par l'eau de circulation avant d'être rejetées par la conduite en mer.

La **document 4, Figure G-5** permet de visualiser l'ensemble de ces émissaires.

II.4.3.3.2 Effluents issus des fosses de la station de déminéralisation

Les traitements appliqués en station de déminéralisation à l'eau douce pompée en rivière sont à l'origine de rejets à l'émissaire n°2 en :

- Fer : il est présent naturellement dans l'eau douce pompée en rivière, mais on l'introduit également sous forme de chlorure ferrique à l'entrée du décanteur (réactif de coagulation). La majorité du fer précipite lors de la coagulation-floculation réalisée pour le pré-traitement de l'eau brute. Il se retrouve donc majoritairement dans les boues liquides en sortie du décanteur ou dans les eaux de lavage des filtres à sable.
- MES : il s'agit des boues de la station de déminéralisation, ainsi que des matières en suspension relarguées lors du lavage des filtres.
- Sulfates : ils sont introduits lors de la régénération des résines à l'acide sulfurique ou lors de la neutralisation à l'acide sulfurique des effluents basiques dans la fosse de neutralisation.
- Sodium : il est introduit à trois niveaux, lors de l'injection d'hypochlorite de sodium (eau de javel) en sortie des bassins de stockage d'eau douce, lors de la régénération des résines à la soude et lors du traitement des effluents de la fosse de neutralisation par la soude.
- Chlorures : ils sont introduits lors de l'injection de chlorure ferrique et d'eau de Javel dans l'eau brute.

II.4.3.3.3 Effluents issus de l'unité de dessalement

L'unité de dessalement est à l'origine de rejets en :

- Fer : il est introduit sous forme de chlorure ferrique à l'entrée de l'étage de filtration. La majorité du fer précipite lors de la coagulation-floculation réalisée pour le pré-traitement de l'eau de mer. Il se retrouve donc majoritairement dans les rejets en sortie de filtration.
- Sodium : il est issu de l'eau de Javel (NaClO) et de la soude utilisées pour le nettoyage des membranes d'ultrafiltration, ainsi que du métabisulfite de sodium injecté pour réduire le chlore et l'oxygène présents dans l'eau, ainsi que lors de la régénération des résines de l'échangeur à lit mélangé.
- Sulfates : ils sont issus de l'acide sulfurique utilisé pour le nettoyage des membranes d'ultrafiltration et pour prévenir leur entartrage, ainsi que lors de la régénération des résines de l'échangeur à lit mélangé.
- Produits dispersants : il s'agit de produits injectés pour empêcher la précipitation des composés tels que le carbonate de calcium (CaCO₃), le sulfate de calcium (CaSO₄)...
- Chlorures : ils sont introduits sous forme de chlorure ferrique à l'entrée de l'installation et sont également contenus dans les rejets de concentrats de l'unité de dessalement.
- Produits de nettoyage des membranes : détergents.
- Saumures : ils sont issus de l'eau de mer.

Nota : La nature des produits dispersants dépend de la membrane d'osmose utilisée et sera caractérisée dès que le choix du fabriquant sera fait.

Les effluents de régénération des résines du lit mélangé de l'unité de dessalement sont envoyés dans la fosse de neutralisation de la station de déminéralisation. Les concentrats issus des deux étages d'osmose de cette unité sont évacués pour aboutir dans le canal d'amenée via l'émissaire n°2, ainsi que les effluents de lavage de l'étage de pré-traitement.

II.4.3.3.4 Effluents issus du traitement contre les salissures biologiques (chloration de l'eau de mer)

Les circuits de refroidissement sont protégés contre le développement de biofilm et de salissures biologiques par un traitement de chloration de l'eau de mer.

Un procédé électrochimique (électrolyse) permet la production d'eau de Javel à partir de l'eau de mer.

La chloration est effectuée dès que la température de l'eau de mer atteint 10°C.

Ce traitement implique des rejets en mer d'oxydants résiduels (somme des formes libres et combinées du chlore) et de trihalométhanes (représentés par le bromoforme).

II.4.3.3.5 Effluents contenus dans les eaux collectées par les réseaux d'égouts

Le réseau des égouts des tranches 1-2 rejette :

- les eaux pluviales collectées dans l'emprise de ces deux tranches,
- les eaux vannes et usées issues des sanitaires, après leur traitement par les stations d'épuration et les installations autonomes de traitement,
- les eaux industrielles non polluables par les hydrocarbures ou déshuilées (c'est à dire collectées par le réseau SEH et traitées par un déshuileur),
- les effluents de la station de déminéralisation et de l'unité de dessalement.

Le réseau des égouts de la tranche EPR rejette, via un collecteur unique (émissaire n°15) :

- les eaux pluviales collectées dans l'emprise de cette tranche,
- les eaux industrielles non polluables par les hydrocarbures ou déshuilées (c'est à dire collectées par le réseau SEH et traitées par un déshuileur).

Les eaux usées collectées sur cette tranche sont prises en charge par la station d'épuration Sud existante (agrandie pour répondre aux besoins de l'EPR) et rejoignent l'émissaire n°2.

Les rejets chimiques des stations d'épuration sont caractérisés par leur DBO₅ (Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours).

On notera que les rejets des fosses septiques et des fosses toutes eaux présentes dans la partie nord du site sont traités par la station d'épuration Sud.

Les eaux collectées sur les trois tranches et susceptibles de contenir des huiles (transformateurs, salle des machines, huilerie, stockages et aires de dépotage susceptibles de recevoir des hydrocarbures) sont dirigées respectivement dans le réseau SEH des tranches 1-2 et dans le réseau SEH de la tranche EPR qui sont équipés, avant leur exutoire dans le réseau d'eaux pluviales, d'un débourbeur-déshuileur. Le taux d'hydrocarbures en sortie des réseaux est donc limité grâce à la capacité d'épuration de ces ouvrages de traitement.

Par ailleurs, un by-pass piqué directement sur le collecteur principal du réseau SEO de la tranche EPR (émissaire n°15) permet la récupération des eaux polluées (eaux d'incendie, eaux chimiquement polluées de façon accidentelle) dans un bassin de confinement. Un regard de prélèvement branché sur le bassin permet d'analyser les caractéristiques chimiques de ces eaux. Celles-ci seront soit traitées sur place dans la mesure du possible, soit vidangées au moyen d'un dispositif mobile vers une station de traitement.

De leur côté, les réseaux d'eaux pluviales des tranches 1 et 2 véhiculent des rejets non permanents de phosphates (conditionnement du circuit d'eau surchauffée utilisée pour le chauffage du bâtiment administratif, conditionnement des chaudières auxiliaires...), morpholine ou éthanolamine ou azote, suivant le mode de conditionnement choisi pour les circuits secondaires (conditionnement du circuit d'eau de la station de déminéralisation, ...).

Dans le cas de la tranche EPR, des dispositions seront prises à la conception pour ne pas avoir de rejets de phosphates et de substances azotées (morpholine ou éthanolamine) dans les égouts.

II.4.4 Déchets radioactifs et conventionnels

II.4.4.1 Les différents types de déchets radioactifs

La directive communautaire EURATOM 92/3 du Conseil du 3 février 1992 relative à la surveillance et au contrôle des transferts de déchets radioactifs entre Etats membres ainsi qu'à l'entrée et à la sortie de la communauté, donne une définition du déchet radioactif : « *Toute matière contenant des radionucléides ou contaminée par des radionucléides et pour laquelle aucune utilisation n'est prévue* ».

Ces matières doivent être conditionnées de telle façon que les radionucléides qu'ils contiennent restent confinés jusqu'à l'extinction de leur radioactivité et qu'ainsi les rayonnements ionisants qu'ils émettent, potentiellement dangereux pour les organismes vivants, soient arrêtés par des substances faisant écran.

Les déchets radioactifs sont essentiellement caractérisés par la nature des éléments qu'ils contiennent et par l'activité par unité de volume ou de masse (exprimée en becquerels, nombre de désintégrations spontanées par seconde ; elle permet d'évaluer la quantité d'atomes de radionucléides contenus dans le déchet).

A chacun de ces radionucléides correspond une période de décroissance radioactive (indiquant le temps nécessaire pour diminuer son activité d'un facteur 2), un type de rayonnements émis (alpha, bêta, gamma ou neutrons) et l'énergie transmise par ces rayonnements.

Les déchets voient donc leurs caractéristiques évoluer dans le temps. De plus, il faut tenir compte des produits de filiation des radionucléides puisqu'en se désintégrant spontanément, les noyaux radioactifs peuvent donner naissance non seulement à des noyaux stables mais aussi à d'autres noyaux radioactifs qui se désintégreront à leur tour selon leurs caractéristiques propres.

C'est ainsi qu'il existe des chaînes radioactives, en particulier pour des éléments naturels tels que l'uranium ou le thorium.

Les déchets radioactifs ont été classés en quatre catégories selon leur nature, leur niveau de radioactivité et la durée de vie des radionucléides les constituant :

- les déchets de Très Faible Activité (TFA),
- les déchets de Faible Activité (FA),
- les déchets de Moyenne Activité (MA),
- les déchets de Haute Activité (HA).

Les déchets radioactifs sont dits « à vie longue » lorsque leur période dépasse 30 ans, ils sont dits « à vie courte » dans le cas contraire.

Les déchets radioactifs issus de la tranche EPR sont traités par l'installation de Traitement des Effluents Solides (TES).

Cette installation se répartit entre une installation de site située dans le bâtiment de traitement des effluents EPR et une installation TES de tranche située dans la tranche EPR.

Le TES de tranche assure la collecte sélective dans le bâtiment des auxiliaires nucléaires et le transport vers le bâtiment de traitement des effluents. Il s'agit des résines actives provenant des déminéraliseurs RCV, PTR et TEP, des résines APG peu actives et des déchets irradiants tels que les filtres RCV, PTR et TEP et les déchets technologiques.

Le système de site assure la collecte sélective des déchets solides produits par la tranche EPR, le stockage tampon des colis, la décroissance radioactive éventuelle pour les effluents très radioactifs et le conditionnement partiel ou total des déchets pour évacuation hors du site.

Les conditionnements effectués permettent le transport des déchets vers l'usine de traitement qui complète le conditionnement ou vers le site de stockage définitif de l'ANDRA.

Le BTE est accolé au BAN et un système de convoyage en souterrain entre les deux bâtiments a été conçu de façon à permettre le transfert de coques non bloquées sans sortie de zone.

II.4.4.1.1 Déchets solides hors combustible

Les déchets solides provenant de l'îlot nucléaire et du bâtiment de traitement des effluents en fonctionnement normal sont collectés vers le système TES puis conditionnés pour transport hors du site de l'installation vers un lieu de stockage définitif ou vers une usine pour traitement complémentaire (incinération, fusion ...).

Les déchets radioactifs issus de la centrale sont divisés en trois catégories :

- Les déchets dits de "procédé" liés à l'exploitation de la centrale. Ils proviennent du traitement des fluides dans le but :
 - soit de limiter les dépôts de contamination et d'en réduire l'activité pour éviter l'irradiation du personnel,
 - soit de réduire l'activité des effluents rejetés qu'ils soient liquides ou gazeux.

Les déchets de procédé résultant du traitement des effluents gazeux sont constitués principalement de filtres et de pièges à iode. Pour les liquides ils sont représentés par des filtres, des concentrats et des résines échangeuses d'ions.

- Les déchets dits « technologiques » provenant des travaux d'entretien (dépannage, réparation, remplacement de matériels actifs, etc). Ils sont constitués principalement par des matériaux compactables : vinyle, gants, scotch, papiers, fûts d'aspirateur, etc.
- Les déchets divers représentés par des déchets liés :
 - à des incidents (ex : huiles contaminées),
 - à des opérations ponctuelles (ex: grappes poison).

II.4.4.1.1.1 Les déchets de Très Faible Activité (TFA)

Ils proviennent de l'exploitation et en grande partie du démantèlement des INB. Ils présentent une activité massique moyenne de l'ordre de 100 Bq/g pour les émetteurs bêta-gamma et de l'ordre de 10 Bq/g pour les émetteurs alpha, et respectent les critères d'attente du centre de Stockage des Déchets de Très Faible Activité (CS-TFA) en terme de physico-chimie, conditionnement...

Les déchets TFA sont contrôlés, stabilisés, compactés et conditionnés en « big-bag », fûts PEHD ou en caissons métalliques avant d'être entreposés.

La gestion des déchets TFA fait l'objet d'une filière ouverte depuis fin 2003 (CS-TFA).

II.4.4.1.1.2 Les déchets de Faible Activité (FA)

Les déchets de faible activité (classés dans la catégorie A qui inclut également certains déchets de catégorie moyenne) ne renferment principalement que :

- des radioéléments émetteurs de rayonnements bêta (β) et gamma (γ) de période inférieure ou égale à 30 ans, et qui ne présentent ainsi qu'une nuisance faible ou moyenne qui devient négligeable au bout de 300 ans,
- des émetteurs alpha (α) ou à vie longue d'activité inférieure ou égale à 3700 Bq/g après 300 ans.

Les déchets FA sont stockés en France sur un site de stockage de surface : le Centre de la Manche (dont l'état de remplissage est atteint) et le Centre de l'Aube qui reçoit actuellement ces déchets.

Selon la Règle Fondamentale de Sûreté (RFS) n° 1-2 du 19 juin 1984, l'activité massique moyenne en émetteurs alpha de l'ensemble des colis du centre de stockage de surface ne devra pas dépasser 370 Bq/g à l'issue de la phase de surveillance (300 ans).

II.4.4.1.2 Déchets issus du combustible

La réduction de la production de déchets issus du combustible, et notamment des déchets dits « à vie longue », pour une même quantité d'énergie produite, constitue un axe fort d'optimisation du cycle du combustible nucléaire du point de vue environnemental et ce quel que soit le choix final opéré (Loi Bataille) sur la gestion de ce type de déchets.

EPR, par ses options de conception et ses performances intrinsèques, intègre directement cet objectif de réduction.

Après avoir produit son énergie en réacteur pendant 5 ou 6 ans, un assemblage combustible est usagé et doit être déchargé. Il est alors constitué :

- De matériaux de structure renfermant la matière combustible (gainage, grilles, embouts,...) qui ne sont pas recyclables. Ils constituent des déchets de « moyenne activité à vie longue »
- D'un contenu, matière combustible constituée de :
 - 96 % de matière recyclable (uranium et plutonium)
 - 4 % de déchets dits de « haute activité à vie longue » (césium, américium, ...).

D'un point de vue du cœur et de l'utilisation du combustible, l'EPR est un réacteur évolutionnaire dont la conception bénéficie de l'expérience des réacteurs existants. Comme ces derniers, il utilise les mêmes types de combustibles à l'uranium enrichi et au plutonium, avec un rendement amélioré grâce à ses options de conception et à l'amélioration des performances du combustible.

II.4.4.1.2.1 Les déchets de Moyenne Activité (MA)

Ils contiennent des radioéléments, généralement des actinides, émetteurs de rayonnement alpha d'activité supérieure à 3 700 Bq/g et de période supérieure à 30 ans. Ils proviennent principalement des structures ayant contenu du combustible nucléaire.

Ces déchets font l'objet d'un entreposage intermédiaire et provisoire dans l'attente d'une solution à définir selon les modalités issues des recherches préconisées par la loi Bataille du 30 décembre 1991.

II.4.4.1.2.2 Les déchets de Haute Activité (HA)

Ils contiennent des radioéléments émetteurs de rayonnement alpha, bêta et gamma de période supérieure à 30 ans. Ils sont constitués de solutions de produits de fission et d'activation issues du traitement du combustible irradié.

Actuellement vitrifiés, les déchets HA font l'objet d'un entreposage intermédiaire et provisoire dans des installations appropriées en toute sûreté.

La répartition des déchets radioactifs montre qu'environ 95 % de la radioactivité est contenue dans moins de 1% des déchets (cf. *tableau B-IV.2-e*).

II.4.4.2 **Types de déchets conventionnels**

Les déchets conventionnels comprennent d'une part les déchets industriels banals DIB (cartons, papiers, bois et métaux), d'autre part les déchets industriels spéciaux DIS ou déchets industriels dangereux DID solides (bombes aérosols), liquides (solvants, huiles) ou pâteux (résidus de peinture) et les déchets inertes (gravats).

Les déchets conventionnels sont regroupés et entreposés vers l'aire de transit des déchets commune aux trois tranches. A l'image de la déchetterie communale alimentée par les ménages, le but de cette aire de tri est de séparer les déchets afin de les traiter dans des filières adaptées et, quand cela est possible, les valoriser.

Aucun traitement n'est effectué sur la station et les déchets conditionnés en fûts ne sont pas entreposés plus de 90 jours. Certains déchets, présentant un faible flux et faisant l'objet de campagne nationale d'élimination, peuvent avoir une durée d'entreposage plus grande (tubes fluorescents, déchets amiantifères, cartes et composants électroniques...). Pour ce type de déchets, la durée d'entreposage ne peut excéder un an.

Les déchets sont entreposés selon leur altérabilité aux intempéries et aux caractéristiques physico-chimiques. Environ 2/3 des déchets reçus sont des déchets banals non altérables à la pluie. Ils ne présentent pas de caractéristiques dangereuses. Les déchets industriels dangereux solides, liquides ou pâteux à abriter des intempéries ne représentent qu'environ 15% des déchets devant transiter par l'aire. Le reste est composé de déchets banals altérables et d'emballages.

PIECE B

CHAPITRE III

LISTE DES ICPE

POUR LE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

SOMMAIRE Chapitre III

III	INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT .....3
------------	--

SOMMAIRE Tableaux Chapitre III

Tableau B-III-a :	Liste des équipements nécessaires de l'INB.....	5
Tableau B-III-b :	Liste des ICPE de l'INB – 6 BIS	8
Tableau B-III-c :	Liste des équipements nécessaires temporaires de l'INB.....	9
Tableau B-III-d :	Liste des ICPE hors périmètre INB et appartenant au CNPE	11

III INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Ce chapitre recense les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) liées à l'implantation de la tranche EPR. Seuls les équipements ou installations relevant d'un régime d'autorisation ou de déclaration sont recensés. Ce recensement permet de tracer les équipements et installations spécifiques EPR (Tr3) et ceux qui seront mutualisés pour l'ensemble des trois tranches (Tr0).

Les ICPE situées sur un site nucléaire relèvent d'un des trois statuts ci-après en fonction de leur localisation à l'extérieur ou à l'intérieur du périmètre de l'Installation Nucléaire de Base et pour ces dernières en fonction du caractère nécessaire ou non à l'exploitation de l'INB :

- **Equipements constitutifs d'une INB ou Equipements nécessaires - EN**

Les équipements constitutifs d'une INB ou équipements qui participent de façon directe au fonctionnement des installations de l'INB ou qui sont nécessaires à leur exploitation, leur surveillance ou leur maintenance sont soumis aux articles 2 et 3 du décret n°63-1228 du 11 décembre 1963 modifié relatif aux INB.

- **ICPE situées à l'intérieur du périmètre d'une INB – 6BIS**

Les installations inscrites à la nomenclature des ICPE situées à l'intérieur du périmètre d'une INB et n'étant pas nécessaires à l'exploitation de cette INB relèvent des articles L511-1 et suivants du Code de l'Environnement et font l'objet de dérogations prévues à l'article 6bis du décret n°63-1228 du 11 décembre 1963 modifié. Il s'agit de produits ou substances en stock, ou d'activités pouvant se pratiquer sans inconvénients pour le bon fonctionnement de l'INB.

- **ICPE situées à l'extérieur du périmètre d'INB appartenant au CNPE**

Les installations inscrites à la nomenclature des ICPE situées à l'extérieur du périmètre d'une INB et appartenant au CNPE sont soumises aux articles L511-1 et suivants du Code de l'Environnement.

Remarques :

En fonction de leur taille (quantités stockées, puissance, ...) les installations peuvent être soumises au régime de déclaration ou d'autorisation. Elles sont non soumises si leur taille est inférieure aux critères définis ou si elles n'apparaissent pas dans une rubrique de la nomenclature ICPE (ces dernières ne sont pas présentées dans les tableaux ci-après).

La loi n°76-663 du 19 juillet 1976 modifiée est codifiée dans le Code de l'Environnement sous le titre 1^{er}, Installations Classées pour la Protection de l'Environnement du Livre V, Prévention des pollutions, des risques et des nuisances (articles L511-1 et suivants).

La liste des ICPE et des équipements constitutifs est présentée dans les tableaux suivants :

- Tableau **B-III-a** : Liste des équipements nécessaires de l'INB
- Tableau **B-III-b** : Liste des ICPE de l'INB – 6 BIS
- Tableau **B-III-c** : Liste des équipements nécessaires temporaires de l'INB
- Tableau **B-III-d** : Liste des ICPE hors périmètre INB et appartenant au CNPE

Ces tableaux présentent, pour chaque installation classée ou équipement, le numéro de nomenclature ICPE, la désignation correspondante, les installations concernées par ce numéro et leur capacité. Pour les installations ou les équipements soumis au régime d'autorisation ou de déclaration (hors temporaires) des repères géographiques permettent de les localiser sur la **Figure G-7 du Document 4**. L'implantation des bâtiments est donnée en **Document 4, Figure G-6**.

Le tableau B-III-b constitue le sous-dossier prévu dans le cadre de l'article 6 bis du décret n°63-1228 du 11 décembre 1963.

NOTA : les numéros de repère géographique sont répartis selon leur appartenance à la tranche EPR (Tr3) ou à l'ensemble des trois tranches (Tr0) de la façon suivante :

- $n^{\circ} < 50$: équipements ou installations créés pour la tranche EPR,
- $n^{\circ} \geq 50$: équipements ou installations existants et mutualisés, cette mutualisation étant à l'origine dans certains cas d'aménagements (exemple : laverie, ateliers chauds).

Code couleur des tableaux:

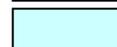
Équipements ou installations créés pour EPR :



Équipements ou installations mutualisés et inchangés :



Équipements ou installations mutualisés et aménagés :



Il est à noter que l'approvisionnement des différents produits dangereux (toxiques, radioactifs, inflammables, corrosifs, explosifs), répertoriés au travers des différents tableaux présentés ci-après, fait l'objet de précautions particulières visant à limiter les risques d'incendie d'explosion, de pollution liquide lors de leur acheminement et du transfert sur le site : les conteneurs adaptés aux risques des produits transportés, les trajets sur le site sont définis, effectués à vitesse réduite et accompagnés par un membre du personnel du site, formé pour intervenir en cas d'incident. Par ailleurs, les liquides sont transportés en citernes doubles-enveloppes ou en conteneurs sur rétention, le dépotage des citernes étant réalisé sur des aires dédiées équipées de zones de collecte et de puisards isolables du réseau d'eaux pluviales.

Tableau B-III-a : Liste des équipements nécessaires de l'INB

Soumises à Autorisation

Rubrique ICPE Assimilable	Désignation	Seuils ICPE à considérer	Installation concernée	Localisation – repère plan G-6	Quantité ou puissance	n° plan G-7
167a	Déchets industriels provenant d'installations classées	A. - Stations de transit : Régime de l'autorisation	Aire de transit déchets conventionnels	Tr0 Aire devant Déminée - 51	Sans objet	50
1150	Stockage, emploi, fabrication industrielle, formulation et conditionnement de substances et préparations toxiques particulières ou à base de : [...] 1- diméthyl hydrazine ou hydrazine ...	A : q < 2 T (quantité totale à des concentrations en poids supérieures à 5%)	1 bêche d'hydrate d'hydrazine à 24%	Tr3 Salle des machines - 208	≈ 300 kg	1
			containers de 1 m3 d'hydrate d'hydrazine à 24%	Tr0 Aire stockage produits chimiques Station de pompage Tranche 2 - 55	≈ 900 kg	51
1710	Substances radioactives (préparation, fabrication) et utilisation sous forme de sources non scellées ou non conforme aux normes NF M 61-002 et NF M 61-003	370 MBq < A < 3700 GBq ; 3,7 MBq < D < 370 MBq	Appareils de comptage - Stockage principal source	Tr0 Local de stockage sources principal - 40	3,42 TBq	52
			local tampon de stockage des sources des prestataires pour tir radio en arrêt de tranche	Tr3 BAN -203	≈ 1,21 TBq par tranche	2
1711	Dépôt ou stockage de substances radioactives sous forme de sources non scellées ou non conforme aux normes NF M 61-002 et NF M 61-003	3,7 GBq < A < 37 TBq ; 37 MBq < D < 3,7 GBq	Stockage sources KRT en attente de mise en déchet, pièces de rechange et sources non scellées	Tr0 Local de stockage sources principal - 40	1,21 TBq	53
1720	Dépôt ou stockage de substances radioactives sous forme de sources scellées, conforme aux normes NF M 61-002 et NF M 61-003	370 GBq < A < 370 TBq 370 MBq < D < 370 GBq	Test fonctionnement et étalonnage appareils SPR, chimie; Gammagraphie	Tr0 Local de stockage sources principal - 40	11,5 TBq	54
			Local tampon de stockage des sources des prestataires pour tir radio en arrêt de tranche	Tr3 BAN - 203	≈ 6,31 TBq par tranche	3
2799	Déchets provenant d'installations nucléaires de base	A : pas de seuil	Aire de transit déchets conventionnels	Tr0 Aire devant Déminée - 51	Sans objet	55
			Bennes de déchets putrescibles (déchets verts, déchets organiques, déchets des restaurants, boues de station d'épuration) Déchets particuliers (déchets médicaux),	Tr0 : -déchets verts : haut falaise -déchets de resto: local face BDS alques: bennes Stations de pompage -déchets médicaux: local près de l'infirmerie		56 57 58 59
			Déchets huileux et fyrquel	Tr0 Bungalows derrière huilerie - 41		60
			Aire TFA pérenne	Tr0 Aire sur le haut de la falaise - 52		61

Soumises à Autorisation (suite)

Rubrique ICPE Assimilable	Désignation	Seuils ICPE à considérer	Installation concernée	Localisation – repère plan G-6	Quantité ou puissance	n° plan G-7
2920	Réfrigération ou compression (installations de) fonctionnant à des pressions effectives supérieures à 105 Pa	A : $p > 500$ kW; D : $50 < p < 500$ kW (par installation)	Groupes compresseurs SAP 1 × 355 kW et 2 × 105 kW Production SAR et SAT	Tr3 Salle des machines – 208	565 kW	4
			Groupes DEL de 600 kW unitaire Production eau glacée pour traitement d'air des locaux électriques	Tr3 Bâtiment électrique - 202	2400 kW	5
			Groupes DER principaux de 480 kW production eau glacée BAN / BK / BR / secours BL	Tr3 BAN – 203	960 kW	6
			compresseurs frigorifiques fluide caloporteur : R12	Tr3 POE EPR – 207	≈ 1420 kW	7

Soumises à Déclaration

Rubrique ICPE Assimilable	Désignation	Seuils ICPE à considérer	Installation concernée	Localisation – repère plan G-6	Quantité ou puissance	n° plan G-7
1185-2	Chlorofluorocarbures (CFC), halons et autres carbures et hydrocarbures halogénés	D : capacité unitaire > 800 L	groupes de R12	Tr3 POE – 207	4000 L	8
1190	Emploi ou stockage dans un laboratoire de substances ou préparations très toxiques ou toxiques, dans les cas non visés par les rubriques 1100 à 1191	D : quantité présente > 1 kg	Tranche 3, bidons de 20 L d'hydrate d'hydrazine à 24%.	Tr3 Laboratoire POE - 207	≈ 12 kg	9
1416	Stockage ou emploi de l'hydrogène	AS : $q > 50$ t; A : $1 < q < 50$ T; D : $0,1 T < q < 1 T$ (max / installation)	Parc à gaz H ₂ 4200 m ³ 20 cadres de 18 bouteilles	Tr3 plateforme gaz - 209	380 kg	10

Soumises à Déclaration (suite)

Rubrique ICPE Assimilable	Désignation	Seuils ICPE à considérer	Installation concernée	Localisation – repère plan G-6	Quantité ou puissance	n° plan G-7
1432	Stockage en réservoirs manufacturés de liquides inflammables	A : $q > 100 \text{ m}^3$ D : $10 \text{ m}^3 < q < 100 \text{ m}^3$	Par tranche : 2x2 réservoirs de 130 m ³ de diesel FOD en fosse	Tr3 Sous sol des locaux diesels de tranche - 205	Ceq = 52 m ³	11
			Par tranche 1x2 réservoirs de 14 m ³ de diesel FOD en fosse	Tr3 Sous sol des locaux diesels de tranche - 205	Ceq = 2,8 m ³	12
			wagons de 38 m ³ d'huile	Tr3 Salle des machines - 208	Ceq = 15,2 m ³	13
1611	Emploi ou stockage d'acide sulfurique à +25% mais à -70% en poids d'acide	A : $q > 250 \text{ T}$; D : $50 < q < 250 \text{ T}$ (max / installation)	2 bâches de 15 m ³ d'acide sulfurique à 98% en poids d'acide	Tr0 Station de déminée - 51	54,1 T	62
			bâches de 15 m ³ d'acide sulfurique à 98% en poids d'acide	Tr0 Unité de dessalement - 51	55 T	62
2340	Blanchisseries, laveries de linge	A : capacité > 5 T/j ; D : 500 kg/j < capacité < 5 T/j	Capacité installée : 300 kg/bordée	Tr0 Laverie SBE - 42	4,5 T/jour	63
2910	Installation de combustion	A : $P > 20 \text{ MW}$; D : $2 < P < 20 \text{ MW}$ (puissance thermique (th) maximale par installation)	groupes électrogènes (1x1,5 MW - 2x5 MW) dans chacun des 2 bâtiments diesel (locaux séparés)	Tr3 Bâtiments Diesel - 205	13 MW par voie	14
2920	Réfrigération ou compression	A : $p > 500 \text{ kW}$; D : $50 < p < 500 \text{ kW}$ (par installation)	Groupes DEQ de plusieurs compresseurs	Tr3 BTE - 213	450 kW	15
			Groupes DER dédiés TEG de 100 kW	Tr3 BAN - 203	200 kW	16
			compresseur frigorifique fluide caloporteur : R22	Tr3 Stations de pompage - 212	60 kW	17
			2 groupes frigo de 45 kW	Tr3 BLNC - 217	90 kW	18
			compresseurs d'air	Tr3 POE EPR - 207	≈ 203 kW	19
2925	Atelier de charge d'accumulateurs	D : $P > 10 \text{ kW}$	Redresseurs locaux batteries (répartis sur différents locaux & systèmes)	Tr3 bâtiment électrique - 202	≈230 kW repartis	20
			Redresseurs locaux charge (répartis sur différents locaux & systèmes)	Tr3 bâtiment électrique - 202	≈230 kW repartis	21
			2 redresseurs étanchéité turbine	Tr3 BLNC EPR - 217	2 × 220 kW	22
			2 redresseurs, 1 en service	Tr0 Déminée - 51	20 kW	64
			redresseurs	Tr0 Unité de dessalement - 51	20 kW	64

Tableau B-III-b : Liste des ICPE de l'INB – 6 BIS

Soumises à Déclaration

Rubrique ICPE Assimilable	Désignation	Seuils ICPE à considérer	Installation concernée	Localisation – repère plan G-6	Quantité ou puissance	n° plan G-7
1418	Stockage ou emploi d'acétylène	D : 0,1 T < q < 1 T (max / installation)	bouteilles d'acétylène B50	Tr0 Enceinte aérée stockage gaz magasin froid - 42	110 kg	70
2560	Travail mécanique des métaux et alliages	A : P > 500 kW; D : P > 50 kW puissance installée de l'ensemble des machines fixes	cisailles, étuves, fraiseuses, meules, microbilleuses, mortaiseuses, perceuses, plieuses, poinçonneuses, ponceuses, pont roulant, postes à souder, presses, scies circulaires, tables rectificatrices, tours	Tr0 Ateliers froid POE EPR - 207	140 kW	71
2565	Revêtement métallique ou traitement de surfaces par voie électrolytique ou chimique	avec Cd : A; pour liquides sans Cd : A: v > 1500 L; D : 200 < v < 1500 L ; autres traitements: D	2 cuves fermées de 800 L remplies avec de l'Alcatum, SBE 011 et 012 BA	Tr0 Atelier décontamination - 42	800 L par cuve	72
2925	Atelier de charge d'accumulateurs	D : P > 10 KW	1 redresseur, 0 LAL 001BT	Tr0 BDS - local UX 0501- 105	57 KW	73
			3 redresseurs en service de 4,8 KW unitaire, 0 DTV 001BT	Tr0 Bât. Administratif local HA 0406 - 40	14,4 KW	74
			1 redresseur, 0 LNR 001BT	Tr0 Bât. Administratif local HA 0507 - 40	33,6 KW	75
			1 redresseur, 0 SBD 002 DL	Tr0 Bât. Administratif sous sol HA 0421 - 40	33,6 KW	76

Tableau B-III-c : Liste des équipements nécessaires temporaires de l'INB

Soumises à Autorisation

Rubrique ICPE Assimilable	Désignation	Seuils ICPE à considérer	Installation concernée	Localisation – repère plan G-6	Quantité ou puissance
1710-1a	Substances radioactives (préparation, fabrication, transformation et conditionnement des) et utilisation de substances radioactives sous forme de sources non scellées ou sous forme de sources scellées non conformes aux normes NF M 61-002 et NF M 61-003	A: 370 MBq < Act < 3700 GBq	Dispositif d'enrobage des résines (MERCURE) : Enrobage de substances radioactives (résines) + utilisation de 3 sources d'étalonnage	Tr3 BTE – 213	305,02 GBq
1710-3a	Substances radioactives (préparation, fabrication, transformation et conditionnement des) et utilisation de substances radioactives sous forme de sources non scellées ou sous forme de sources scellées non conformes aux normes NF M 61-002 et NF M 61-003	3,7GBq < Act < 37 TBq Activité du sodium au moment de l'injection	Taux de primage des GV : Utilisation d'une source de sodium 24	Tr3 Salle des machines - 208	37 GBq
1711-3a	Substances radioactives (dépôt ou stockage de sous forme de sources non scellées ou sous forme de sources scellées non conformes aux normes NF M 61-002 et NF M 61-003	37 GBq < Act < 370 TBq Activité du sodium au moment de l'injection	Taux de primage des GV : Utilisation d'une source de sodium 24	Tr3 Salle des machines - 208	37 GBq
2920-2	Refrigération ou compression (installations de) fonctionnant à des pressions effectives supérieures à 10 ⁵ Pa	A : P > 500 kW	Epreuve enceinte bâtiment réacteur : utilisation de 5 à 7 compresseurs	Tr3 Salle des machines - 208	1750 à 2450 kW

Soumises à Déclaration

Rubrique ICPE Assimilable	Désignation	Seuils ICPE à considérer	Installation concernée	Localisation – repère plan G-6	Quantité ou puissance
1131-2c	Emploi ou stockage de substances et préparations toxiques liquides	A: $q > 10 \text{ T}$; D: $1 \text{ T} < q < 10 \text{ T}$ (max par installation)	Dispositif d'enrobage des résines (MERCURE) : opération de polymérisation lors du conditionnement des résines	Tr3 BTE – 213	9,72 T
1433-Bb	Liquides inflammables (installations de mélange ou d'emploi de) à l'exclusion des installations de simple mélange à froid	A: $10 \text{ T} < q < 200 \text{ T}$; D: $1 \text{ t} < q < 10 \text{ t}$ quantité totale équivalente de liquides inflammables de la catégorie de référence (coefficient 1)	Dispositif d'enrobage des résines (MERCURE) : produits pour polymérisation de catégorie D	Tr3 BTE – 213	1,87 T
2661-1b	Polymères (matières plastiques, caoutchoucs, élastomères, résines et adhésifs synthétiques) (transformation de) par des procédés exigeant des conditions particulières de température ou de pression (extrusion, injection, moulage, segmentation à chaud, densification ...)	A: $q > 10 \text{ T/j}$; D: $1 \text{ t/j} < q < 10 \text{ t/j}$ quantité de matière susceptible d'être traitée	Dispositif d'enrobage des résines (MERCURE) : opération de polymérisation lors du conditionnement des résines	Tr3 BTE – 213	2,76 T/j

Tableau B-III-d : Liste des ICPE hors périmètre INB et appartenant au CNPE

Soumises à Déclaration

Rubrique ICPE Assimilable	Désignation	Seuils ICPE à considérer	Installation concernée	Localisation – repère plan G-6	Quantité ou puissance	n° plan G-7
2920	Réfrigération ou compression	A : p > 500 kW ; D : 50 < p < 500 kW (par installation)	1 compresseur frigorifique fluide caloporteur : R407C	Tr3 Bât. Simulateur EPR - 219	75 kW	30
2925	Atelier de charge d'accumulateurs	D : P > 10 KW	Onduleur et batteries	Tr3 Bât. Simulateur EPR - 219	15 kW	31

PIECE B

CHAPITRE IV

**BESOINS ET EMISSIONS
DE L'INSTALLATION EN EXPLOITATION**

SOMMAIRE Chapitre IV

IV	BESOINS ET EMISSIONS DE L'INSTALLATION EN EXPLOITATION	5
IV.1	BESOINS DE L'INSTALLATION EPR DANS LE DOMAINE MARIN.....	5
IV.1.1	Occupation du domaine public maritime sous-marin	5
IV.1.2	Besoins en eau de mer	5
IV.1.2.1	Besoins pour le refroidissement.....	6
IV.1.2.2	Besoins pour l'unité de dessalement	6
IV.1.3	Rejets thermiques en mer	6
IV.1.4	Rejets radioactifs liquides	7
IV.1.4.1	Performances attendues hors aléa	7
IV.1.4.2	Rejets maximaux.....	8
IV.1.5	Rejets chimiques.....	9
IV.1.5.1	Rejets chimiques associés aux effluents radioactifs	10
IV.1.5.2	Rejets chimiques non associés aux effluents radioactifs	11
IV.1.5.2.1	<i>Rejets chimiques de la station de déminéralisation et de l'unité de dessalement.....</i>	<i>12</i>
IV.1.5.2.2	<i>Rejets des eaux vannes et usées, des eaux huileuses et des eaux pluviales</i>	<i>13</i>
IV.1.5.2.3	<i>Rejets dus à la lutte contre les salissures biologiques</i>	<i>13</i>
IV.1.6	Dragage	14
IV.2	BESOINS DE L'INSTALLATION DANS LE DOMAINE TERRESTRE.....	15
IV.2.1	Besoins fonciers.....	15
IV.2.2	Besoins en eau douce brute (eau prélevée en rivière)	15
IV.2.3	Besoins en eau potable.....	15
IV.2.4	Rejets radioactifs gazeux	16
IV.2.4.1	Performances attendues hors aléa	16
IV.2.4.2	Rejets maximaux.....	17
IV.2.5	Rejets chimiques à l'atmosphère	18
IV.2.5.1	Rejets d'oxydes de soufre et d'azote	19
IV.2.5.2	Rejets de formol et de monoxyde de carbone	19
IV.2.5.2.1	<i>Origine des rejets</i>	<i>19</i>
IV.2.5.2.2	<i>Estimation des rejets gazeux</i>	<i>19</i>
IV.2.5.3	Rejets d'ammoniac.....	19
IV.2.5.3.1	<i>Origine des rejets</i>	<i>19</i>
IV.2.5.3.2	<i>Estimation des rejets gazeux</i>	<i>20</i>
IV.2.5.4	Émission d'odeurs.....	20
IV.2.6	Gestion des déchets radioactifs et conventionnels	21
IV.2.6.1	Déchets radioactifs.....	21
IV.2.6.1.1	<i>Déchets solides hors combustible</i>	<i>21</i>
IV.2.6.1.2	<i>Déchets issus du combustible</i>	<i>22</i>
IV.2.6.2	Déchets conventionnels	23
IV.2.7	Bruit.....	23
IV.2.8	Image architecturale des bâtiments	25
IV.3	CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES LIEES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION.....	27

IV.4	SYNTHESE DES BESOINS ET EMISSIONS POUR L'ENSEMBLE DU SITE.....	28
IV.4.1	Domaine marin.....	28
IV.4.1.1	Besoins en eau de mer.....	28
IV.4.1.1.1	<i>Besoins pour le refroidissement</i>	28
IV.4.1.1.2	<i>Besoins pour l'unité de dessalement</i>	28
IV.4.1.2	Rejets thermiques.....	28
IV.4.1.3	Rejets radioactifs liquides.....	28
IV.4.1.3.1	<i>Rejets « réalistes »</i>	28
IV.4.1.3.2	<i>Rejets « maximaux »</i>	29
IV.4.1.4	Rejets chimiques.....	30
IV.4.1.4.1	<i>Rejets chimiques associés aux effluents radioactifs</i>	30
IV.4.1.4.1.1	Rejets maximaux.....	30
IV.4.1.4.1.2	Rejets réalistes.....	31
IV.4.1.4.2	<i>Rejets chimiques non associés aux effluents radioactifs</i>	31
IV.4.1.4.2.1	Rejets chimiques de la station de déminéralisation et de l'unité de dessalement.....	31
IV.4.1.4.2.2	Rejets des eaux vannes et usées, des eaux huileuses et des eaux pluviales.....	32
IV.4.1.4.2.3	Rejets dus à la lutte contre les salissures biologiques.....	32
IV.4.1.5	Dragage du canal d'aménée.....	33
IV.4.2	Domaine terrestre.....	36
IV.4.2.1	Besoins en eau douce brute.....	36
IV.4.2.2	Besoins en eau potable.....	36
IV.4.2.3	Rejets radioactifs gazeux.....	36
IV.4.2.3.1	<i>Rejets « réalistes »</i>	36
IV.4.2.3.2	<i>Rejets « maximaux »</i>	37
IV.4.2.4	Rejets chimiques à l'atmosphère.....	38
IV.4.2.5	Gestion des déchets.....	38
IV.4.2.6	Bruit.....	38

SOMMAIRE Tableaux Chapitre IV

Tableau B-IV.1-a :	Performances annuelles attendues hors aléa pour les rejets radioactifs liquides.....	8
Tableau B-IV.1-b :	Répartition en produits de fission et d'activation des radionucléides liquides rejetés (performance attendue).....	8
Tableau B-IV.1-c :	Rejets radioactifs liquides maximaux annuels.....	9
Tableau B-IV.1-d :	Répartition en produits de fission et d'activation des radionucléides liquides rejetés (valeurs maximales).....	9
Tableau B-IV.1-e :	Performances attendues hors aléa et rejets maximaux annuels ajoutés pour les chimiques associés aux effluents radioactifs.....	10
Tableau B-IV.1-f :	Flux annuel des produits de dégradation de la morpholine et de l'éthanolamine (en kg)	11
Tableau B-IV.1-g :	Spectre de répartition des métaux totaux.....	11
Tableau B-IV.1-h :	Rejets maximaux issus de la production déminéralisée pour la tranche EPR.....	12
Tableau B-IV.1-i :	Performances attendues hors aléa pour les chimiques issus de l'électrochloration.....	13
Tableau B-IV.1-j :	Rejets maximaux en oxydants et en bromoforme de la tranche EPR.....	14
Tableau B-IV.2-a :	Performances annuelles attendues hors aléa pour les rejets radioactifs gazeux.....	17
Tableau B-IV.2-b :	Répartition des activités en iodes, gaz rares et produits de fission et d'activation (performance attendue).....	17
Tableau B-IV.2-c :	Rejets radioactifs gazeux maximaux annuels.....	18
Tableau B-IV.2-d :	Répartition en produits de fission et d'activation des radionucléides gazeux rejetés (valeurs maximales).....	18
Tableau B-IV.2-e :	Répartition en volume et en activité de déchets issus du combustible.....	21
Tableau B-IV.2-f :	Estimation des volumes de déchets solides produits par l'exploitation de la tranche EPR.....	22
Tableau B-IV.2-g :	Estimation en masse des déchets issus du combustible après conditionnement.....	23
Tableau B-IV.2-h :	Répartition de la production des déchets conventionnels de Flamanville tranche EPR sur une année.....	23
Tableau B-IV.2-i :	Caractéristiques des sources sonores de l'EPR.....	24
Tableau B-IV.4-a :	Rejets radioactifs liquides « réalistes » du site de Flamanville.....	29
Tableau B-IV.4-b :	Rejets radioactifs liquides « maximaux » du site de Flamanville.....	29
Tableau B-IV.4-c :	Rejets chimiques associés « maximums » du site de Flamanville.....	30
Tableau B-IV.4-d :	Flux annuel des produits de dégradation de la morpholine et de l'éthanolamine, site de Flamanville (en kg).....	30
Tableau B-IV.4-e :	Rejets chimiques associés « réalistes » du site de Flamanville.....	31
Tableau B-IV.4-f :	Rejets maximaux issus de la production d'eau déminéralisée pour le site de Flamanville.....	31
Tableau B-IV.4-g :	Rejets de substances chimiques par le réseau SEO pour le site de Flamanville.....	32
Tableau B-IV.4-h :	Rejets réalistes en oxydants et en bromoforme pour le site de Flamanville.....	32
Tableau B-IV.4-i :	Rejets maximaux en oxydants et en bromoforme pour le site de Flamanville.....	33
Tableau B-IV.4-j :	Historique des dragages du canal d'aménée.....	33
Tableau B-IV.4-k :	Coordonnées géographiques des sites d'immersion M3 et M4.....	35
Tableau B-IV.4-l :	Rejets radioactifs gazeux « réalistes » du site de Flamanville.....	37
Tableau B-IV.4-m :	Rejets radioactifs gazeux « maximums » du site de Flamanville.....	37

SOMMAIRE Figures Chapitre IV

Figure B-IV.2-a :	Vue de la tranche EPR sur le site de Flamanville.....	26
Figure B-IV.4-a :	Zones de clapage des sédiments du canal d'aménée.....	35

IV BESOINS ET EMISSIONS DE L'INSTALLATION EN EXPLOITATION

Ce chapitre présente les besoins et les émissions spécifiques de la tranche EPR en exploitation dans les domaines marin, terrestre, et socio-économique puis une synthèse pour l'ensemble du site de Flamanville avec les trois unités de production d'électricité. D'après le planning de construction, ces besoins et émissions interviendront à partir d'octobre 2011, date prévue de chargement du combustible sur l'unité EPR. Avant, les besoins et émissions de l'installation en construction sont présentés au **Chapitre V.2**.

IV.1 BESOINS DE L'INSTALLATION EPR DANS LE DOMAINE MARIN

IV.1.1 Occupation du domaine public maritime sous-marin

Le site de la centrale de Flamanville a une superficie d'environ 120 hectares répartie sur le domaine terrestre (62 ha) et sur le domaine maritime (58 ha) dont un peu plus de la moitié est mise hors d'eau (36 ha).

Cette emprise sur le domaine maritime a fait l'objet de deux concessions d'endiguage octroyées à EDF respectivement les 9 août 1979 et 9 juillet 2001 par le préfet de la Manche agissant au nom de l'Etat :

- la première pour la construction et l'exploitation des centrales électronucléaires à Flamanville sur une parcelle du Domaine Public Maritime de 58 ha,
- la seconde pour le maintien de deux conduites de rejets des eaux de refroidissement sur une parcelle de 5 140 m².

Les eaux de réfrigération de la tranche EPR sont rejetées en mer par l'intermédiaire d'une galerie sous-marine qui débouche à environ 700 m au large.

Cette galerie et le puits de rejet qui lui est associé sont implantés également sur le Domaine Public Maritime et font l'objet d'une demande de nouvelle concession d'occupation du domaine public maritime naturel par le biais d'un dossier spécifique au titre du décret du 29 mars 2004.

IV.1.2 Besoins en eau de mer

L'essentiel des volumes d'eau prélevés dans la mer est utilisé :

- au niveau des stations de pompage : pour le refroidissement des condenseurs des turbines à vapeur (CRF),
- au niveau de l'unité de dessalement : pour la production d'eau déminéralisée (besoin d'une eau chimiquement pure pour éviter la corrosion et les dépôts dans les circuits), (système SDS).

L'utilisation de l'eau de mer nécessite que cette dernière soit filtrée et traitée à d'hypochlorite de sodium.

◆ Filtration

Le circuit CFI assure la filtration de l'eau de mer nécessaire aux besoins en eau de réfrigération de la tranche : il se divise en une préfiltration (assurée par des grilles fixes et des dégrilleurs) suivie d'une filtration fine (assurée par des tambours filtrants et des filtres à chaînes). Le système de filtration est constitué de quatre voies indépendantes.

◆ Electrochloration

Comme pour les tranches 1 et 2, les circuits de refroidissement de la tranche EPR sont protégés contre le développement de biofilm et de salissures biologiques par injection d'hypochlorite de sodium à l'eau de circulation. Cette substance est produite in situ par électrolyse de l'eau de mer.

L'installation de production d'hypochlorite de sodium (CTE) propre à la tranche EPR sera située dans sa station de pompage, au-dessus de la prise d'eau centrale.

IV.1.2.1 Besoins pour le refroidissement

Pour la tranche EPR, le débit nominal prélevé au niveau de la station de pompage est d'environ 67 m³/s, répartis de la façon suivante :

- 61 m³/s pour le circuit d'eau de circulation (CRF), prélevés par 2 pompes d'un débit nominal de 30,5 m³/s,
- 2 m³/s pour le circuit d'eau brute secourue des auxiliaires des chaudières nucléaires (SEC), prélevés par 4 pompes d'un débit nominal de 1 m³/s (seules deux pompes fonctionnent simultanément),
- 2,80 m³/s pour le circuit d'eau brute des auxiliaires conventionnels (SEN), composé de 4 pompes d'un débit nominal de 1,4 m³/s dont deux seulement fonctionnent en régime normal,
- 0,04 m³/s pour le circuit de traitement d'eau de circulation par injection d'hypochlorite de sodium obtenu à partir de l'électrolyse de l'eau de mer (CTE), prélevés par 1 pompe d'un débit nominal de 0,04 m³/s,
- 0,56 m³/s pour le circuit d'alimentation des pompes de lavage des tambours filtrants et des filtres à chaînes (CFI), deux pompes pour les tambours filtrants et deux pompes pour les filtres à chaînes,
- 0,14 m³/s pour le circuit d'eau de refroidissement ultime (SRU) prélevé par 1 pompe d'un débit nominal de 0,14 m³/s.

Le prélèvement annuel d'eau de mer pour l'EPR, dans l'hypothèse où il n'y a pas d'arrêt de tranche, est estimé à 2,10 milliards de m³.

IV.1.2.2 Besoins pour l'unité de dessalement

L'unité de dessalement fonctionne 24h/24, assurant ainsi une production de 85 m³/h, soit environ 2 000 m³/j d'eau déminéralisée.

Le volume annuel d'eau de mer prélevé par l'unité de dessalement pour la production d'eau déminéralisée couvrant les besoins de la tranche EPR est estimé à 400 000 m³.

IV.1.3 Rejets thermiques en mer

Le refroidissement du condenseur de la turbine à vapeur est assuré par la circulation d'eau prélevée dans la mer puis rejetée dans celle-ci. Au passage dans le condenseur, cette eau subit un échauffement conduisant à des rejets thermiques.

L'eau de refroidissement est rejetée dans le bassin de rejet Flamanville 3, puis elle part dans une galerie sous-marine pour être diffusée au large à environ 700 m (distance calculée à partir du puits de rejet à terre).

Le refroidissement du condenseur est effectué par un débit d'eau de mer (CRF) d'environ 61 m³/s.

Par conservation, il est considéré que les circuits auxiliaires sont échauffés comme le circuit CRF alors qu'en réalité leur échauffement est plus faible.

L'eau de mer s'échauffe au passage dans le condenseur de la tranche EPR :

- de 12°C en conditions nominales (couple Q=67 m³/s ; ΔT=12°C),
- de 14°C en conditions maximalistes (couple Q=58 m³/s ; ΔT=14°C) : cas des marées basses et pompes encrassées.

IV.1.4 Rejets radioactifs liquides

Les effluents radioactifs liquides proviennent :

- Des produits de corrosion activés, issus de la corrosion des tubes des générateurs de vapeur,
- Des produits d'activation, issus des espèces chimiques présentes dans le fluide primaire,
- Des produits de fissions volatils, issus de « fuites » dues aux inétanchéités d'éléments combustibles (défaut de gainage).

Ces effluents liquides radioactifs produits par le process sont décrits en **Pièce B, paragraphe II.4.1**. Les circuits de stockage KER à partir desquels sont effectués ces rejets, sont mutualisés entre les tranches existantes et la tranche EPR. Le rejet au large en mer de ces circuits se fait par les galeries tranche 1 ou tranche 2. Réglementairement, les radionucléides rejetés sont regroupés en quatre familles :

- Le tritium,
- Le carbone 14,
- Les iodes,
- Les autres produits de fission ou d'activation.

Pour chacune de ces catégories, on présente les performances de rejets attendues correspondant aux évaluations réalistes hors aléa significatif ainsi que les rejets maximaux estimés prenant en compte des marges pour couvrir les aléas normaux d'exploitation.

IV.1.4.1 Performances attendues hors aléa

Le projet EPR est conçu sur les mêmes principes de fonctionnement que les réacteurs REP actuels exploités en France et en Allemagne. Les performances attendues hors aléa en terme de rejets radioactifs liquides sont estimées à partir des tranches actuelles en prenant en compte :

- l'analyse des résultats d'exploitation des meilleures tranches en terme d'environnement et les caractéristiques propres à l'EPR en terme de puissance et de gestion combustible ;
- la réduction des termes sources dans le process par l'optimisation des choix de matériaux et de conditionnement chimique ;

- la recherche des meilleurs procédés de tri et de traitement disponibles, éprouvés industriellement et présentant un coût raisonnable.

Catégorie	Performances annuelles attendues hors aléa pour les rejets radioactifs liquides
Tritium	52 000 GBq/an
Carbone 14	23 GBq/an
Iode	0,007 GBq/an
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma	0,6 GBq/an

Tableau B-IV.1-a : Performances annuelles attendues hors aléa pour les rejets radioactifs liquides

La répartition de l'activité globale de 0,6 GBq entre les différents radionucléides autres produits de fission ou d'activation est établie à partir de la moyenne des rejets de toutes les tranches 1300 MWe calculée sur la période 2002-2004. Aucun retour d'expérience n'étant disponible pour la tranche EPR, le palier 1300 MWe a été utilisé préférentiellement comme référence parce qu'il dispose d'un large retour d'expérience (20 tranches) pour une conception proche de celle de l'EPR.

Radionucléides	Performance attendue
Ag 110 m	0,0342 GBq
Co 56	0,1242 GBq
Co 60	0,18 GBq
Cs 134	0,0336 GBq
Cs 137	0,0567 GBq
Mn 54	0,0162 GBq
Sb 124	0,0294 GBq
Te 123 m	0,0156 GBq
Ni 63	0,0576 GBq
Sb 125	0,0489 GBq
Cr 51	0,0036 GBq

Tableau B-IV.1-b : Répartition en produits de fission et d'activation des radionucléides liquides rejetés (performance attendue)

IV.1.4.2 Rejets maximaux

Les rejets liquides radioactifs maximaux pour la tranche EPR prennent en compte les aléas d'exploitation normale et visent à être raisonnablement enveloppes des différentes situations que la tranche est susceptible de rencontrer. Ces aléas ne relèvent pas des domaines incidentel ou accidentel (au sens sûreté de ces termes). La différence par rapport aux valeurs de performance attendues constitue une marge fonctionnelle indispensable au fonctionnement normal des installations. Ces rejets maximaux sont pris en compte pour l'élaboration de la limite réglementaire demandée dans le cadre du renouvellement de l'Arrêté de rejets du site.

Catégorie	Rejets radioactifs liquides maximaux annuels
Tritium	75 000 GBq/an
Carbone 14	95 GBq/an
Iode	0,05 GBq/an
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma	10 GBq/an

Tableau B-IV.1-c : Rejets radioactifs liquides maximaux annuels

La répartition de l'activité globale de 10 GBq entre les différents radionucléides autres produits de fission et d'activation est établie à partir de la moyenne des rejets de toutes les tranches 1300MWe calculée sur la période 2002-2004. Aucun retour d'expérience n'étant disponible pour la tranche EPR, le palier 1300MWe a été utilisé préférentiellement comme référence parce qu'il dispose d'un large retour d'expérience (20 tranches) pour une conception proche de celle de l'EPR.

Radionucléides	activité annuelle maximale
Ag 110 m	0,57 GBq
Co 58	2,07 GBq
Co 60	3 GBq
Cs 134	0,56 GBq
Cs 137	0,945 GBq
Mn 54	0,27 GBq
Sb 124	0,49 GBq
Sb 125	0,815 GBq
Ni 63	0,96 GBq
Te 123 m	0,26 GBq
Autres	0,06 GBq

Tableau B-IV.1-d : Répartition en produits de fission et d'activation des radionucléides liquides rejetés (valeurs maximales)

IV.1.5 Rejets chimiques

Les rejets chimiques proviennent :

- d'une part des substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides,
- d'autre part des substances chimiques associées aux effluents des parties conventionnelles du site, à savoir principalement :
 - les effluents issus de la production d'eau déminéralisée (station de déminéralisation et unité de dessalement),
 - les effluents du traitement contre les salissures biologiques (chloration de l'eau de mer),

- les eaux collectées par les réseaux d'eaux pluviales et d'eaux vannes et usées (effluents des stations d'épuration),
- les eaux huileuses et les eaux industrielles collectées en salles des machines.

IV.1.5.1 Rejets chimiques associés aux effluents radioactifs

Ce paragraphe traite des substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides, susceptibles d'être rejetés dans le milieu aquatique, détaillées en **Pièce B, paragraphe II.4.3**. Les systèmes de traitement et de rejet empruntés par ces substances chimiques sont ceux des effluents radioactifs, leur description est développée en **Pièce B, paragraphe II.4.1**.

Dans le présent paragraphe, seules les valeurs maximales de flux annuels ajoutés ainsi que les performances attendues hors aléas sont précisées. Les flux 24 heures, dépendants de la capacité du stockage commun aux tranches existantes et à l'EPR sont présentés au **paragraphe IV.4**.

Les valeurs maximales de flux annuels ajoutés de rejets chimiques sont déterminées dans l'optique de :

- pouvoir appliquer les politiques de conditionnement imposées par les spécifications chimiques des circuits,
- permettre l'exploitation courante des installations en incluant les transitoires inhérents au fonctionnement normal,
- limiter les rejets et leurs impacts.

L'application de cette démarche aboutit à retenir dans le dossier des valeurs de rejets réalistes correspondant aux performances de rejets attendus hors aléa significatif et des valeurs maximales de rejets chimiques qui visent à être raisonnablement enveloppés des différentes situations que le site est susceptible de rencontrer comme pour les effluents radioactifs liquides.

Le tableau ci-dessous présente les performances attendues hors aléa et les rejets maximaux, correspondant aux rejets ajoutés des substances chimiques associées aux effluents radioactifs.

Substances chimiques	Performance attendue hors aléa (kg)	Rejet maximal annuel ajouté (kg)
Acide borique (H ₃ BO ₃)	2000	7000
Lithine (LiOH)	Inférieur à 1	4,4
Hydrazine (N ₂ H ₄)	7	14
Morpholine (C ₄ H ₉ ON)	345	840
Ethanolamine (C ₂ H ₇ ON)	250	460
Azote (exprimé en N) hors hydrazine, morpholine et éthanolamine	2530	5060
Phosphate (PO ₄ ³⁻)	155	400
Détergents	630	1600
Métaux	16	27,5
MES	655	1400
DCO	1490	2525

Tableau B-IV.1-e : Performances attendues hors aléa et rejets maximaux annuels ajoutés pour les chimiques associés aux effluents radioactifs

Le tableau appelle les commentaires suivants :

- Acide borique : une conception du traitement de l'eau primaire permettant un recyclage accru ainsi que l'utilisation de bore enrichi en bore10 conduisent à une réduction sensible des rejets hors aléa,
- Morpholine : suite à une réaction de décomposition thermique, conduit à la formation d'éthanolamine. Cette substance subit à son tour plusieurs réactions de décomposition conduisant au final à la formation de glycolates, formiates, acétates et oxalates. L'estimation du flux annuel maximal rejeté pour chacune de ces substances est donnée dans le tableau suivant :

	Acétates	Formiates	Glycolates	Oxalates
Flux annuel	1,53	1,9	0,19	0,127

Tableau B-IV.1-f : Flux annuel des produits de dégradation de la morpholine et de l'éthanolamine (en kg)

- Azote : dans l'eau du circuit secondaire, l'azote (hors hydrazine, morpholine ou éthanolamine) se présente exclusivement sous forme d'ion ammonium. Après collecte dans les puisards et transfert dans les réservoirs de stockage, il peut se transformer en nitrates voire en nitrites au contact de l'oxygène de l'air. La forme stable dans l'environnement est la forme nitrates.
- Compte tenu du milieu de rejet (eau de mer), les rejets en sodium associés aux phosphates ne sont pas caractérisés, les concentrations rejetées sont négligeables devant la concentration du milieu récepteur,
- Le rejet en détergents, métaux, MES et DCO est estimé égal à celui d'une tranche de Flamanville 1-2 . les détergents utilisés sur l'installation sont des produits commerciaux classiques répondant aux exigences de la réglementation en ce qui concerne la biodégradabilité et l'absence d'EDTA (Ethylène Diamine TétrAcétique) ainsi que de phosphates,
- Le spectre de répartition des métaux totaux dans les bâches KER et SEK, déterminé sur la base du retour d'expérience des tranches 1-2 est le suivant :

Al	Cu	Cr	Fe	Mg	Ni	Pb	Zn
8,95%	0,70%	14,10%	59,30%	5,60%	0,75%	0,50%	10,10%

Tableau B-IV.1-g : Spectre de répartition des métaux totaux

IV.1.5.2 Rejets chimiques non associés aux effluents radioactifs

Les rejets chimiques non associés aux effluents radioactifs proviennent des substances chimiques présentes dans les effluents des parties conventionnelles du site, à savoir principalement :

- les effluents issus de la production d'eau déminéralisée (unité de dessalement en base et station de déminéralisation en support),
- les effluents du traitement contre les salissures biologiques (chloration de l'eau de mer),

- les eaux collectées par les réseaux d'eaux pluviales et d'eaux vannes et usées (effluents des stations d'épuration),
- les eaux huileuses et les eaux industrielles collectées en salles des machines.

Les rejets se font en mer soit :

- dans le canal de prise d'eau, via les émissaires de rejet dits secondaires numérotés 2 à 5 et 15, pour le rejet :
 - des effluents de la station de déminéralisation (dont ceux issus de la fosse de neutralisation) et de l'unité de dessalement,
 - d'une partie des réseaux d'eaux pluviales, d'eaux vannes et usées,
 - des eaux huileuses,
- en front de mer, via les émissaires de rejet numérotés 1 et 6 à 11, pour le rejet des effluents d'une partie des réseaux d'eaux pluviales, d'eaux vannes et usées,
- à distance de la côte, via les galeries de rejet sous-marines, avec les eaux de refroidissement, pour :
 - les rejets liés à la chloration de l'eau de mer,
 - les substances chimiques rejetées dans le chenal de prise d'eau, qui sont alors reprises par la station de pompage et diluées par l'eau de circulation avant d'être rejetées par la conduite en mer.

Le **Document 4, Figure G-5** permet de visualiser l'ensemble de ces émissaires.

IV.1.5.2.1 Rejets chimiques de la station de déminéralisation et de l'unité de dessalement

La station de déminéralisation et l'unité de dessalement sont à l'origine de rejets en : fer, MES, chlorures, sodium, sulfates, détergents et saumures.

Les valeurs maximales de rejets chimiques engendrés pour les besoins de la tranche EPR sont présentées dans le Tableau B-IV.1-h. Elles sont calculées sur la base du fonctionnement continu de l'unité de dessalement complété par le fonctionnement quelques heures par jour du prétraitement de l'installation de déminéralisation actuelle et le fonctionnement 40 jours par an des chaînes de régénération. Seuls les flux annuels sont présentés, les flux 24h étant liés au fonctionnement de l'ensemble des tranches du site, ils sont donnés au **paragraphe IV.4**. Ces valeurs correspondent à une optimisation des rejets par rapport à la situation actuelle du site de déminéralisation à 100% à partir d'eau douce. Il n'y a pas de valeur de performance attendue de ce fait sur ces paramètres.

Paramètres	Flux annuel (kg)
MES	1621
Fer	848
Chlorures	3616
Sulfates	11725
Sodium	13523
Détergents	312

Tableau B-IV.1-h : Rejets maximaux issus de la production déminéralisée pour la tranche EPR

La saumure est rejetée dans le canal d'amenée à un débit de 150 m³/h et une concentration de 70 g/L.

IV.1.5.2.2 Rejets des eaux vannes et usées, des eaux huileuses et des eaux pluviales

Les substances chimiques rejetées en mer via le réseau des égouts sont traitées sur la station d'épuration Sud, ce qui assure une concentration de DBO₅ dans l'effluent rejeté inférieure à 35 mg/L.

Les eaux usagées susceptibles de contenir des hydrocarbures sont traitées au niveau des débourbeurs-déshuileurs de site. La concentration en hydrocarbures dans les rejets respecte la valeur réglementaire de 5 mg/L.

IV.1.5.2.3 Rejets dus à la lutte contre les salissures biologiques

La chloration est effectuée dès que la température de l'eau de mer atteint 10°C.

Ce traitement implique des rejets en mer d'oxydants résiduels (somme des formes libres et combinées du chlore) et de trihalométhanes (représentés par le bromoforme). Des chlorures provenant du nettoyage des dispositifs de traitement sont également rejetés en mer.

◆ Chloration normale :

Le protocole technique d'exploitation consiste à chlorer à une concentration de 0,5 mg/L de chlore actif. L'injection est réalisée en mode séquentiel à raison de 30 minutes par voie de refroidissement.

◆ Cas exceptionnel :

Une modification de la qualité de l'eau de mer peut entraîner une prolifération excessive de salissures biologiques qui nécessite la réalisation d'une chloration exceptionnelle à 1 mg/L (10 jours par an et par tranche, non concomitants) afin de traiter les différentes parties des circuits en eau brute.

Par ailleurs, une chloration choc à 6 mg/L peut être appliquée aux circuits SEN, SEC, et SRU qui présentent la particularité, par rapport aux tranches 1 et 2, d'être équipés de canalisations de banalisation inter-voies en station de pompage. Ces banalisations présentent de nombreuses zones mortes et donc à risques en termes de développement de bio-salissures.

Sur la base du retour d'expérience des deux unités de production en exploitation de Flamanville, les rejets réalistes attendus pour la tranche EPR sont présentés dans le tableau suivant.

	Concentration réaliste dans le bassin de rejet (mg/L)	
	Oxydants résiduels	Bromoforme
Chloration	0,14	0,0027

Tableau B-IV.1-i : Performances attendues hors aléa pour les chimiques issus de l'électrochloration

L'estimation des rejets maximaux liés au traitement des circuits contre les salissures biologiques est la suivante :

	Concentration maximale dans le bassin de rejet (mg/L)	
	Oxydants résiduels	Bromoforme
Chloration normale	0,5	0,02
Chloration exceptionnelle, à 1 mg/L	1	0,04
Chloration choc à 6 mg/L	0,72	0,0244

Tableau B-IV.1-j : Rejets maximaux en oxydants et en bromoforme de la tranche EPR

Le flux annuel maximal de chlorures rejetés est estimé à 2600 kg.

IV.1.6 Dragage

Le dragage du canal d'amenée commun aux trois tranches est effectué en cas d'ensablement pour assurer le pompage de l'eau brute de refroidissement sur la base de relevés bathymétriques. Cette activité ne relève pas spécifiquement de la tranche EPR mais de l'ensemble du site. Les prélèvements et rejets associés sont décrits au **paragraphe IV.4.1.5**.

IV.2 BESOINS DE L'INSTALLATION DANS LE DOMAINE TERRESTRE

IV.2.1 Besoins fonciers

L'emprise totale du site est de 120 hectares dont 62 seulement sont pris sur le domaine terrestre dans un souci de réduire l'emprise sur les terres agricoles de ce secteur essentiellement rural. Les 58 autres hectares sont gagnés sur la mer par mise en place des remblais issus de l'excavation de la falaise sur 900 mètres de long. La plate-forme ainsi constituée, à 12 m au-dessus du niveau de la mer, servira également à l'implantation de la tranche EPR.

Le site est conçu dès l'origine pour recevoir quatre tranches nucléaires, la réalisation de la tranche EPR ne modifiera donc pas l'emprise au sol du site

La nouvelle tranche (palier EPR) d'une surface au sol d'environ 50500 m² est implantée au plus près de la tranche 2 pour rogner le moins possible sur le merlon rocheux existant au Nord de la falaise.

IV.2.2 Besoins en eau douce brute (eau prélevée en rivière)

L'eau déminéralisée sera principalement produite par l'installation de dessalement (fonctionnement en continu 24h/24). Toutefois, il est nécessaire de faire fonctionner les installations de déminéralisation existantes à partir d'eau douce pour la préparation d'eau filtrée et d'eau déminéralisée en cas d'indisponibilité de la station de dessalement.

Les autres utilisations de l'eau douce brute sont les suivantes :

- alimentation du système SEI (eau industrielle) utilisé en salle des machines pour le lavage des planchers, la désurchauffe SEK, etc.
- la station de pompage (arrosage des presse-étoupes...)
- production d'eau filtrée pour le lavage des filtres à sable, les régénérations et le rinçage des échangeurs d'ions.

Les besoins en eau filtrée/déminéralisée produite à partir de l'eau douce pour la tranche EPR sont estimés à 25 000 m³ par an. Les besoins annuels en eau brute non traitée sont estimés à 115 000 m³ dont 40 000 m³ pour l'arrosage des presse-étoupes et 75 000 m³ pour l'utilisation en salle des machines notamment.

Au total, les besoins en eau douce pour la tranche EPR sont donc de 140000 m³/an.

IV.2.3 Besoins en eau potable

L'approvisionnement en eau potable est destiné à répondre aux besoins sanitaires (W.C, douches), aux activités de restauration, à l'alimentation des appareils à boisson mais également pour quelques besoins industriels tels que :

- laverie,
- station de déminéralisation (garde hydraulique décanteur),
- rinçage des électrolyseurs en fin de campagne,
- BTE (bouchage des colis béton),
- presse-étoupes des pompes CRF (secours),

- circuit incendie (en complément du réseau JPD),
- groupes froids, climatiseurs,
- activités de laboratoires.

On notera en outre, que de l'eau potable est utilisée au niveau des stations de pompage de Diélette et de Siouville pour alimenter les barrages flottants et les sanitaires. La consommation annuelle générée par ces stations de pompage est de l'ordre de 25 m³ sur Diélette et 3 m³ sur Siouville .

Le CNPE est alimenté en eau potable par deux raccordements au réseau intercommunal géré par la Communauté de Communes des Pieux, selon le schéma suivant :

- une tuyauterie permet une alimentation depuis le château d'eau de la « cité Sainte Barbe », situé sur la commune de Flamanville (cette conduite dessert la plateforme Nord du site et en particulier le restaurant Entreprises, le bâtiment accueil et le poste d'accès Nord),
- une tuyauterie assure une fourniture gravitaire depuis des réservoirs construits sur la commune des Pieux (elle constitue l'alimentation préférentielle du site et permet l'alimentation des bâtiments situés en haut et en bas de falaise).

L'ensemble des réservoirs est maintenu à niveau constant par des stations de pompes situées sur les communes de Benoîtville (3 captages), Sotteville (1 captage) et Les Pieux (1 captage).

La consommation moyenne annuelle de la tranche EPR est estimée à 30 600 m³.

IV.2.4 Rejets radioactifs gazeux

Les effluents gazeux radioactifs produits par le process sont décrits au **paragraphe II.4.2**. Ils sont rejetés par la cheminée du BAN. Réglementairement, les radionucléides rejetés sont regroupés en cinq familles :

- Le tritium,
- Le carbone 14,
- Les gaz rares,
- Les iodes,
- Les autres produits de fission ou d'activation.

Pour chacune de ces catégories, on présente les performances de rejets attendues correspondant aux évaluations réalistes hors aléa significatif ainsi que les rejets maximums estimés prenant en compte des marges pour couvrir les aléas normaux d'exploitation.

IV.2.4.1 Performances attendues hors aléa

Comme explicité au **paragraphe IV.1.4.1** pour les rejets radioactifs liquides, les performances attendues d'EPR pour les rejets radioactifs gazeux sont estimés à partir des tranches actuelles en intégrant les améliorations EPR.

Catégorie	Performances annuelles attendues hors aléa
Tritium	500 GBq/an
Carbone 14	350 GBq/an
Iode	0,05 GBq/an
Gaz rares	800 GBq/an
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma	0,004 GBq/an

Tableau B-IV.2-a : Performances annuelles attendues hors aléa pour les rejets radioactifs gazeux

La répartition des activités globales en iodes, gaz rares et autres produits de fissions et d'activation entre les différents radionucléides est établie à partir de la moyenne des rejets de toutes les tranches 1300 MWe calculée sur la période 2002-2004. Aucun retour d'expérience n'étant disponible pour le palier EPR, le palier 1300 MWe a été utilisé préférentiellement comme référence car il dispose d'un large retour d'expérience (20 tranches) pour une conception proche de l'EPR.

Catégorie de radionucléides	Performance attendue
I 131	0,0228
I 133	0,0272
<i>Total Iodes</i>	0,05 GBq
Kr 85	111,2 GBq
Xe 133	504,8 GBq
Xe 135	158,4 GBq
Ar 41	23,2 GBq
Xe 131 m	2,4 GBq
<i>Total gaz rares</i>	800 GBq
Co 58	0,000102 GBq
Co 60	0,0001204 GBq
Cs 134	0,0000936 GBq
Cs 137	0,000084 GBq
<i>Total PF / PA</i>	0,0004 GBq

Tableau B-IV.2-b : Répartition des activités en iodes, gaz rares et produits de fission et d'activation (performance attendue)

IV.2.4.2 Rejets maximaux

Comme pour les rejets liquides décrits au **paragraphe IV.1.4.2** les rejets maximaux gazeux d'EPR prennent en compte les aléas d'exploitation permettant de couvrir les différentes situations que la tranche est susceptible de rencontrer en fonctionnement normal.

Catégorie	Rejets radioactifs gazeux maximaux annuels
Tritium	3000 GBq/an
Carbone 14	900 GBq/an
Iode	0,4 GBq/an
Gaz rares	22500 GBq/an
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma	0,34 GBq/an

Tableau B-IV.2-c : Rejets radioactifs gazeux maximaux annuels

La répartition des activités globales en iodures, gaz rares et autres produits de fissions et d'activation entre les différents radionucléides est établie à partir de la moyenne des rejets de toutes les tranches 1300 MWe calculée sur la période 2002-2004. Aucun retour d'expérience n'étant disponible pour le palier EPR, le palier 1300 MWe a été utilisé préférentiellement comme référence car il dispose d'un large retour d'expérience (20 tranches) pour une conception proche de l'EPR.

Catégorie de radionucléides	Activité annuelle maximale
I 131	182,4 MBq
I 133	217,6 MBq
<i>Total iodures</i>	400 MBq
Kr 85	3,1275 TBq
Xe 133	14,1975 TBq
Xe 135	4,455 TBq
Ar 41	0,6525 TBq
Xe 131 m	0,0675 TBq
<i>Total gaz rares</i>	22,5 TBq
Co 58	86,7 MBq
Co 60	102,4 MBq
Cs 134	79,56 MBq
Cs 137	71,4 MBq
<i>Total PF / PA</i>	340 MBq

Tableau B-IV.2-d : Répartition en produits de fission et d'activation des radionucléides gazeux rejetés (valeurs maximales)

IV.2.5 Rejets chimiques à l'atmosphère

Les rejets gazeux non radioactifs dans l'atmosphère sont limités :

- aux rejets d'oxydes de soufre et d'azote provenant des gaz d'échappement des moteurs des groupes électrogènes de secours,
- aux émanations de formol et de monoxyde de carbone émis par les calorifuges lors de la remise en service des installations suite aux opérations de maintenance,
- aux rejets d'ammoniac liés à la montée en température dans les Générateurs de Vapeurs en phase de redémarrage.

IV.2.5.1 Rejets d'oxydes de soufre et d'azote

Les groupes électrogènes de secours, composés de quatre groupes principaux d'environ 7 MWe et deux d'ultime secours d'environ 2 MWe, sont des équipements de sûreté qui assurent un secours électrique en cas de coupure du réseau, permettant la mise à l'état de sûreté des tranches et le refroidissement des réacteurs. À ce titre, les essais périodiques pour s'assurer du bon fonctionnement de ces équipements sont indispensables.

Le combustible utilisé a une teneur en soufre conforme aux dispositions de la Directive 2003/17/CE. Cette teneur est de fait très faible : inférieure à 0,1 % de soufre en masse.

IV.2.5.2 Rejets de formol et de monoxyde de carbone

IV.2.5.2.1 Origine des rejets

A l'occasion des opérations de maintenance effectuées dans le bâtiment réacteur, une quantité plus ou moins importante de calorifuge peut être changée par des produits neufs. Pendant les phases de montée en température correspondant à la remise en service des installations, les calorifuges émettent, par dégradation thermique, des vapeurs formolées dans l'enceinte du bâtiment réacteur, qui peuvent également être à l'origine de monoxyde de carbone.

Ainsi, afin de maintenir des concentrations de formol et de monoxyde de carbone inférieures aux valeurs limites moyenne d'exposition (VME) indicatives qui peuvent être admises dans l'air des locaux de travail, les rejets gazeux sont évacués via la cheminée de la tranche par la mise en fonctionnement du système de ventilation EBA à débit normal ou petit débit selon l'état de la tranche.

IV.2.5.2.2 Estimation des rejets gazeux

Les estimations de rejets gazeux de formol et de monoxyde de carbone ajoutés dans l'environnement suite au redémarrage de la tranche après maintenance sont réalisées en considérant les cas les plus pénalisants.

Les quantités maximales produites dans l'enceinte du bâtiment réacteur suite à la remise en service des installations sont de l'ordre de 700 g de formol et de 660 g de monoxyde de carbone. Ainsi, selon le débit de ventilation mis en service dans l'enceinte du bâtiment réacteur, le temps de fonctionnement nécessaire pour évacuer ces quantités afin de respecter les VME est estimé à 8 heures à débit normal et à 42 heures à petit débit.

Les concentrations maximales ajoutées dans l'environnement correspondantes sont les suivantes : $3,2 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en formol et $3 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en monoxyde de carbone.

Les concentrations moyennes ajoutées dans l'environnement correspondantes sont les suivantes : $1 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en formol et $1 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en monoxyde de carbone.

IV.2.5.3 Rejets d'ammoniac

IV.2.5.3.1 Origine des rejets

À l'occasion des arrêts de tranche pour une durée supérieure à une semaine, la conservation humide des générateurs de vapeur permet de s'affranchir du risque de corrosion des matériaux constitutifs et de disposer d'une barrière biologique (écran d'eau) pour réaliser des travaux environnants.

Elle consiste à remplir les générateurs de vapeur avec de l'eau déminéralisée conditionnée à l'hydrazine et additionnée avec de la morpholine, de l'éthanolamine ou de l'ammoniaque dans les proportions définies dans les spécifications chimiques de conservation à l'arrêt.

En fin d'arrêt de tranche, la solution de conservation humide peut être vidangée vers les réservoirs du système KER ou faire l'objet d'un traitement thermique directement dans les générateurs de vapeur lors du redémarrage des installations. Les effluents gazeux issus de ce traitement sont ensuite évacués par l'intermédiaire du contournement turbine à l'atmosphère (GCT Atmosphère).

La montée en température génère des rejets d'ammoniac gazeux issus d'une part de la solution de conservation humide des GV et d'autre part, de l'eau issue du circuit d'Alimentation de Secours des GV (ASG) qui provient soit du dégazeur ASG soit du circuit d'extraction condenseur (CEX), et servant d'appoint aux GV.

La destruction thermique de l'hydrazine présente l'avantage de limiter les rejets en hydrazine par voie liquide.

IV.2.5.3.2 Estimation des rejets gazeux

De manière générale, on suppose que toute l'hydrazine présente dans l'eau se dégrade en ammoniacque.

◆ Ammoniac provenant de l'eau ASG ou CEX

L'estimation des rejets d'ammoniac provenant de l'eau ASG ou CEX est faite à partir des hypothèses suivantes :

- le tonnage de vapeur d'eau rejetée est de 5000t par arrêt,
- le circuit secondaire est conditionné à l'ammoniacque haut pH,
- toute l'ammoniacque présente dans l'eau est rejetée à l'atmosphère.

Dans ces conditions, les quantités d'ammoniac rejetées sont estimées à environ 1,5 kg dans le cas de ASG et 17 kg dans le cas de CEX. Le rejet s'effectue sur toute la durée d'ouverture des soupapes du GCTa.

◆ Ammoniac provenant de la conservation humide des GV

L'estimation des rejets d'ammoniac provenant de la conservation humide des GV est faite à partir des hypothèses suivantes :

- une teneur résiduelle d'hydrazine dans les GV de 100 mg/L,
- la présence de 100 t d'eau dans les GV,
- 2/3 de l'ammoniacque présente dans l'eau sont rejetés à l'atmosphère,

Dans ces conditions, les quantités d'ammoniac rejetées sont estimées à environ 20 kg. On suppose que ces quantités sont évacuées dans les premières heures de l'opération.

IV.2.5.4 Émission d'odeurs

Les seules substances chimiques rejetées par la tranche EPR et susceptibles de générer un impact olfactif sont le formol, l'ammoniac et les gaz d'échappement des diesels.

IV.2.6 Gestion des déchets radioactifs et conventionnels

IV.2.6.1 Déchets radioactifs

Les déchets radioactifs ont été classés en quatre catégories selon leur nature, leur niveau de radioactivité et la durée de vie des radionucléides les constituant :

- les déchets de Très Faible Activité (TFA),
- les déchets de Faible Activité (FA),
- les déchets de Moyenne Activité (MA),
- les déchets de Haute Activité (HA).

Les déchets radioactifs sont dits « à vie longue » lorsque leur période dépasse 30 ans, ils sont dits « à vie courte » dans le cas contraire.

Le tableau suivant donne la répartition des quatre catégories de déchets radioactifs en volume et en activité. Il montre qu'environ 95 % de la radioactivité est contenue dans moins de 1% des déchets.

Catégories de déchets radioactifs	Volume	Activité
TFA et FA	97%	1%
MA	2%	4%
HA	< 1%	95%

Tableau B-IV.2-e : Répartition en volume et en activité de déchets issus du combustible

Les déchets radioactifs issus de la tranche EPR sont traités par l'installation de Traitement des Effluents Solides (TES) implantée dans le BTE.

IV.2.6.1.1 Déchets solides hors combustible

Les déchets solides provenant de l'îlot nucléaire et du bâtiment de traitement des effluents en fonctionnement normal sont collectés vers le système TES puis conditionnés pour transport hors du site de l'installation vers un lieu de stockage définitif ou vers une usine pour traitement complémentaire (incinération, fusion ...).

Ils comprennent :

- Les résines usées des déminéraliseurs des différents circuits nucléaires,
- Les filtres des différents circuits nucléaires,
- Les concentrats des évaporateurs du circuit de traitement des effluents usés,
- Les effluents chimiques à forte concentration provenant des décontaminations,
- Les déchets technologiques divers susceptibles d'être contaminés (vinylns, papier, ferrailles ...).

	TYPE DE DECHET	VOLUME ANNUEL DE DECHET BRUT (m ³)
Déchets de procédé	Résines échangeuses d'ions de l'îlot nucléaire	3
	Résines très peu actives (APG)*	2,5 / 7,5 *
	Boues (puisards et bâches)	1
	Filtres d'eau des systèmes de traitement des effluents (>2mSv/h au contact)	5
	Concentrats d'évaporateurs	3
Déchets technologiques et déchets de procédé < 2 mSv/h au contact	déchets technologiques pré-compactés (densité apparente 0,5) et non compactables : maintenance (hors métaux), gravats, opérations de décontamination, calorifuge	50
	déchets de procédé non compactables : filtres air, filtre d'eau	4
Déchets entreposés en fûts métalliques de 200 litres :		
Déchets technologiques > 2 mSv/h au contact	Ces déchets sont stockés dans des conteneurs en béton	1
Déchets technologiques spéciaux < 2 mSv/h au contact	Huiles	2
	Déchets métalliques de maintenance	6
TOTAL		77,5 / 82,5 *

*régénérables/non régénérables

Tableau B-IV.2-f : Estimation des volumes de déchets solides produits par l'exploitation de la tranche EPR

IV.2.6.1.2 Déchets issus du combustible

Après avoir produit son énergie en réacteur pendant 5 ou 6 ans, un assemblage combustible est usagé et doit être déchargé. Il est alors constitué :

- De matériaux de structure renfermant la matière combustible (gainage, grilles, embouts,...) qui ne sont pas recyclables. Ils constituent des déchets de « moyenne activité à vie longue »
- D'un contenu, matière combustible constituée de :
 - 96 % de matière recyclable (uranium et plutonium)
 - 4 % de déchets dits de « haute activité à vie longue » (césium, américium, ...).

L'estimation en masse de déchets issus du combustible après conditionnement est donné dans le tableau suivant.

Type de déchets	Volume annuel
HA (« cendres » de la combustion nucléaire qui seront vitrifiées)	5m ³
MA (gainés et embouts)	4m ³

Tableau B-IV.2-g : Estimation en masse des déchets issus du combustible après conditionnement

IV.2.6.2 Déchets conventionnels

Les déchets conventionnels comprennent d'une part les déchets industriels banals DIB (cartons, papiers, bois et métaux), d'autre part les déchets industriels spéciaux DIS ou déchets industriels dangereux DID solides (bombes aérosols), liquides (solvants, huiles) ou pâteux (résidus de peinture) et les déchets inertes (gravats).

L'estimation des déchets conventionnels produits par EPR sur la base du retour d'expérience de Flamanville 1-2 est donné dans le tableau joint.

Types	Poids en tonnes
Classe 3 – déchets inertes (gravats)	70
Classe 2 – déchets industriels banals (DIB)	300
Classe 1 – déchets industriels spéciaux (DIS)	230
Total	600

Tableau B-IV.2-h : Répartition de la production des déchets conventionnels de Flamanville tranche EPR sur une année.

IV.2.7 Bruit

La définition des caractéristiques acoustiques de la tranche EPR consiste à identifier les matériels et équipements susceptibles d'engendrer un impact sonore dans les zones à émergence réglementée (ZER). Il a été défini, respectivement pour l'îlot nucléaire et pour l'îlot conventionnel de l'EPR, une liste de sources sonores potentiellement bruyantes, sur la base des sources habituellement rencontrées sur les CNPE en exploitation.

Les sources sonores recensées sur la tranche EPR sont listées dans le Tableau B-IV.2-i. Ce tableau précise pour chaque source sa localisation (bâtiment dans lequel elle se situe) et les hypothèses de puissance acoustique retenues. Dans l'attente des spécifications définitives des matériels implantés sur la tranche EPR, il a été attribué à chaque source sonore un spectre de puissance acoustique de sources similaires caractérisées sur les autres CNPE.

	Bâtiment	Sources sonores	Puissance de l'équipement (dB(A))
ÎLOT NUCLEAIRE	Bâtiment des auxiliaires nucléaires	6 trémies d'entrée ou de sortie d'air	79,9 par trémie
		2 groupes de production d'eau glacée placés au sol	102,1 par groupe
	Bâtiment combustible	Cheminée de rejet dont :	104,9 dont :
		- Conduite cheminée	91,3
		- Bouche cheminée	104,7
	Bâtiment électrique	2 trémies d'entrée d'air	85,9 par trémie
		1 trémie de sortie d'air	87,7
		1 groupe de production d'eau froide placé en toiture	101,4
		2 trémies d'entrée d'air	85,9
		1 groupe de production d'eau froide placé en toiture	101,4
		Sortie d'air du système de ventilation en toiture	95,0
		Apport d'air frais en toiture	89,9
		Apport d'air frais en toiture	89,9
		10 trémies de ventilation	96,4
	Diesel	3 trémies d'entrée d'air	89,5 par trémie
		3 trémies d'entrée d'air	87,7 par trémie
		3 trémies de sortie d'air	105,0 par trémie
		3 trémies d'entrée d'air	89,5 par trémie
		3 trémies d'entrée d'air	87,7 par trémie
		3 trémies de sortie d'air	105,0 par trémie
Au-dessus des bâtiments électriques	Tuyauterie vapeur division 1	83,0	
	Tuyauterie vapeur division 2	82,0	
	Tuyauterie vapeur division 3	82,0	
	Tuyauterie vapeur division 4	83,0	
Bâtiment de Traitement des Effluents	Aéro TRI	104,7	
ÎLOT CONVENTIONNEL	Salle des machines	Rayonnement des façades (lié au rayonnement du GTA)	94,2
		Ventilation terrasse basse	93,8
		Ventilation terrasse haute (6 ventilations)	88,1 dont 80,3 par ventilation
	Bâtiment électrique non classé	4 groupes froids en toiture	88,8
	Station de pompage	3 portails fermés rayonnants	85,6 par portail
	Transformateur principal	3 pôles monophasés	105,2 par pôle
		3 murs de ventilateurs	88,2 par mur
	Transformateur de soutirage	2 pôles	98 par pôle
		4 colonnes de 2 ventilateurs	88,7 par colonne
	Transformateur auxiliaire	1 pôle	98 par pôle
2 colonnes de 2 ventilateurs		88,7 par colonne	

Tableau B-IV.2-i : Caractéristiques des sources sonores de l'EPR

IV.2.8 Image architecturale des bâtiments

Les choix architecturaux de la tranche 3 reprennent les définitions initiales du parti d'aménagement général choisi lors de la réalisation des deux premières tranches, notamment les orientations suivantes :

- Alignement des façades et extension du chenal pour constituer un front de mer en accompagnement de la taille frontale de la falaise située en arrière du plan, et s'étendant sur 900 m.
- Implantation de la tranche 3 au niveau des unités de production existantes, de manière à ce que l'écran naturel constitué par la falaise dissimule, depuis les communes environnantes, la presque totalité des volumes à construire.
- Préservation du site actuel en utilisant la plate-forme de chantier ayant servi aux tranches 1 et 2.

La Figure **B-IV.2-a** en page suivante permet de visualiser l'image architecturale définie pour les bâtiments de l'unité EPR implantés sur le site de Flamanville par photomontage.



Figure B-IV.2-a : Vue de la tranche EPR sur le site de Flamanville

IV.3 CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES LIEES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Le gréement des effectifs d'exploitation sur le site de Flamanville se fait progressivement. L'effectif de l'entreprise exploitante devrait augmenter localement d'environ 240 personnes un peu après la mise en service.

Les équipes sont constituées en procédant principalement à des mutations au sein du groupe EDF à cause du haut niveau de qualification nécessaire à l'exploitation d'une tranche nucléaire. Une partie du personnel est d'origine locale.

Les emplois de sous-traitants qui atteignent plusieurs milliers pendant la période de chantier diminuent après le couplage. En ordre de grandeur, Flamanville 3 pourrait générer quelques dizaines d'emplois de sous-traitants quasi-permanents. Il s'agit de personnel des services d'exploitation du lieu de vie et de maintenance de l'outil de production.

Pour les arrêts de tranche qui ont lieu tous les 12 à 24 mois, la tranche EPR doit faire appel à 500 personnes supplémentaires voire 1000 personnes en période de pointe. Ces personnels viennent de toute la France ou d'entreprises locales.

IV.4 SYNTHÈSE DES BESOINS ET ÉMISSIONS POUR L'ENSEMBLE DU SITE

Ce paragraphe présente les besoins et les émissions du site de Flamanville dans son ensemble, intégrant la future tranche EPR et les tranches 1-2 actuellement en fonctionnement. Les besoins de prélèvements en eau douce et de rejets d'effluents gazeux et liquides pour l'exploitation du site avec la tranche EPR, à partir d'octobre 2011, font l'objet d'une demande spécifique de modification de l'arrêté de rejets actuel du site de Flamanville.

IV.4.1 Domaine marin

IV.4.1.1 Besoins en eau de mer

IV.4.1.1.1 Besoins pour le refroidissement

Pour chacune des tranches 1 et 2, le prélèvement nominal réalisé au niveau des stations de pompage est d'environ 45 m³/s.

Le volume annuel prélevé par les tranches 1 et 2, dans l'hypothèse où il n'y a pas d'arrêt de tranche, est donc de 2,84 milliards de m³.

Pour l'ensemble du site, le débit total d'eau de mer prélevée est donc de 157 m³/s, ce qui représente, dans l'hypothèse où il n'y a pas d'arrêt de tranche, un volume total annuel d'environ 5 milliards de m³.

IV.4.1.1.2 Besoins pour l'unité de dessalement

Au total, le volume annuel d'eau de mer prélevé par l'unité de dessalement pour la production d'eau déminéralisée couvrant l'ensemble des besoins des tranches 1, 2 et de la tranche EPR est estimé à 1,2 millions de m³.

L'eau de mer prélevée par les stations de pompage est entièrement restituée. L'eau prélevée par l'unité de dessalement est partiellement restituée à la mer (pertes occasionnées au fur et à mesure de l'ultrafiltration et de l'osmose inverse). L'eau rejetée par l'unité de dessalement dans le canal d'aménée est reprise par les pompes CRF des stations de pompage, puis rejetée en mer via le bassin et les galeries de rejet.

IV.4.1.2 Rejets thermiques

L'échauffement de l'eau au passage des condenseurs des tranches 1-2 est de 15°C en conditions maximalistes (couple Q=45 m³/s ; ΔT=15°C).

L'eau de mer s'échauffe donc au maximum au passage dans la tranche EPR :

- de 12°C en conditions nominales (couple Q=67 m³/s ; ΔT=12°C),
- de 14°C en conditions maximalistes (couple Q=58 m³/s ; ΔT=14°C).

IV.4.1.3 Rejets radioactifs liquides

IV.4.1.3.1 Rejets « réalistes »

Les rejets « réalistes » du site de Flamanville correspondent à la performance attendue hors aléa de la tranche EPR et à la moyenne des rejets réels des tranches 1-2 mesurés sur la période 2002-2004. Ils sont synthétisés dans le tableau en page suivante.

radionucléides	Rejets « réalistes » pour le site de Flamanville : 1-2 + EPR	performance attendue tranche EPR	Rejets réels 2002-2004 tranches 1-2
Ag 110m	0,1202 GBq	0,0342 GBq	0,086 GBq
Co 58	0,3782 GBq	0,1242 GBq	0,254 GBq
Co 60	0,861 GBq	0,18 GBq	0,681 GBq
Cs 134	0,0536 GBq	0,0336 GBq	0,020 GBq
Cs 137	0,1317 GBq	0,0567 GBq	0,075 GBq
Mn 54	0,0472 GBq	0,0162 GBq	0,031 GBq
Sb 124	0,0794 GBq	0,0294 GBq	0,050 GBq
Te123m	0,0256 GBq	0,0156 GBq	0,010 GBq
Ni 63	0,8016 GBq	0,0576 GBq	0,744 GBq
Sb 125	0,1809 GBq	0,0489 GBq	0,132 GBq
Cr 51	0,0036 GBq	0,0036 GBq	0 GBq
<i>Total</i>	<i>2,683 GBq</i>	<i>0,6 GBq</i>	<i>2,083 GBq</i>
I 131	23,3 MBq	7 MBq	16,3 MBq
H3	111 TBq	52 TBq	59 TBq
C14	54 GBq	23 GBq	31 GBq ¹

Tableau B-IV.4-a : Rejets radioactifs liquides « réalistes » du site de Flamanville

IV.4.1.3.2 Rejets « maximaux »

Les rejets « maximaux » du site de Flamanville correspondent aux rejets maximaux d'EPR et des tranches 1-2 au moment de la mise en service de la tranche EPR.

radionucléides	Activités rejetées par le site de Flamanville : tranches 1-2 + tranche EPR (spectre ²)	Part attribuable à la tranche EPR	Part attribuable aux tranches 1-2
Ag 110m	1,995 GBq (5,7%)	0,57 GBq	1,425 GBq
Co 58	7,245 GBq (20,7%)	2,07 GBq	5,175 GBq
Co 60	10,5 GBq (30%)	3 GBq	7,5 GBq
Cs 134	1,96 GBq (5,6%)	0,56 GBq	1,4 GBq
Cs 137	3,3075 GBq (9,45%)	0,945 GBq	2,3625 GBq
Mn 54	0,945 GBq (2,7%)	0,27 GBq	0,675 GBq
Sb 124	1,715 GBq (4,9%)	0,49 GBq	1,225 GBq
Sb 125	2,8525 GBq (8,15%)	0,815 GBq	2,0375 GBq
Ni 63	3,36 GBq (9,6%)	0,96 GBq	2,4 GBq
Te 123m	0,91 GBq (2,6%)	0,26 GBq	0,65 GBq
Autres ³	0,21 GBq (0,6%)	0,06 GBq	0,15 GBq
<i>Total</i>	<i>35 GBq</i>	<i>10 GBq</i>	<i>25 GBq</i>
I 131	150 MBq	50 MBq	100 MBq
H3 ⁴	185 TBq	75 TBq	110 TBq
C14	285 GBq	95 GBq	190 GBq

Tableau B-IV.4-b : Rejets radioactifs liquides « maximaux » du site de Flamanville

¹ En l'absence de mesure, le rejet de carbone 14 est calculé avec le coefficient 15 GBq/GWe.an (énergie brute)

² Le spectre retenu est établi à partir de la moyenne des rejets de toutes les tranches 1300 MWe calculée sur la période 2002-2004. Il est supposé identique pour les tranches 1-2 et la tranche EPR, aucun retour d'expérience n'étant disponible pour la tranche EPR.

³ Ensemble de différents radionucléides pouvant être détectés de façon épisodique. Sur le palier 1300 MWe, la catégorie « autres » est représentée par le Cr51.

⁴ La production de tritium est fonction, notamment, du mode de gestion du combustible. Actuellement, les tranches 1-2 de Flamanville sont en mode GEMMES (enrichissement UO2 à 4%). Il est envisagé de passer à un mode de gestion du combustible à HTC (Haut Taux de Combustion : 4,5% puis 4,95%). Les valeurs présentées ici correspondent à ce mode dans la mesure où lorsque la tranche EPR sera mise en service, les tranches 1-2 seront en mode HTC. Pour la tranche EPR, il n'est pas fait de distinction entre les différents modes de gestion du combustible, les valeurs prises en compte étant enveloppes des différents modes de gestion.

IV.4.1.4 Rejets chimiques

IV.4.1.4.1 Rejets chimiques associés aux effluents radioactifs

Les rejets de substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides et eaux d'exhaure de la tranche EPR après traitement sont dirigés vers les réservoirs de stockage KER et SEK des tranches existantes. Il y a donc mélange des effluents dans les bâches et rejet par la même galerie de rejet.

IV.4.1.4.1.1 Rejets maximaux

La détermination du flux annuel du site de Flamanville se fait par addition des flux annuels des tranches 1-2 et du flux annuel de la tranche EPR.

Les flux 24h sont déterminés à partir de la concentration maximale dans les bâches KER et SEK (selon les substances, ces flux correspondent au rejet d'une bâche KER et d'une ou plusieurs bâches SEK contenant les effluents des 3 tranches sans distinction).

La concentration maximale dans les bâches contenant des effluents des 3 tranches est le maximum entre la concentration maximale dans les bâches ne contenant que des effluents des tranches 1-2 et la concentration maximale dans les bâches ne contenant que des effluents de la tranche EPR. Pour toutes les substances exceptée la lithine, c'est la concentration dans les bâches ne contenant que des effluents des tranches 1-2 qui est dimensionnante. Les flux 24h sont donc identiques avant et après mise en service de la tranche EPR, lithine mise à part.

Le tableau suivant présente, pour les substances chimiques associées, les flux 24h et annuels maximums du site de Flamanville :

Substances chimiques		Flux 24h (kg)	Flux annuel (kg)
Acide borique		5 630	32 000
Lithine		9	12,4
Hydrazine		4	114
Morpholine		95	2 520
Éthanolamine		25	1 380
Azote	Conditionnement ammoniac	320	28 360
	Conditionnement morpholine ou éthanolamine	160	14 770
Phosphates		200	2 200
Sodium		440	2 291
Détergents		270	4 800
Métaux totaux		12	82,5
Matières en suspension (MES)		230	4 200
Demande Chimique en Oxygène (DCO)		330	7 575

Tableau B-IV.4-c : Rejets chimiques associés « maximums » du site de Flamanville

Remarque : La morpholine, suite à une réaction de décomposition thermique, conduit à la formation d'éthanolamine. Cette substance subit à son tour plusieurs réactions de décomposition conduisant au final à la formation de glycolates, formiates, acétates et oxalates. L'estimation du flux annuel maximal rejeté pour chacune de ces substances pour le site de Flamanville est donnée dans le tableau suivant.

	Acétates	Formiates	Glycolates	Oxalates
Flux annuel	4,6	5,7	0,57	0,38

Tableau B-IV.4-d : Flux annuel des produits de dégradation de la morpholine et de l'éthanolamine, site de Flamanville (en kg)

IV.4.1.4.1.2 Rejets réalistes

Les rejets « réalistes » du site de Flamanville correspondent à la performance attendue hors aléas de la tranche EPR et à la moyenne des rejets réels des tranches 1-2 mesurés sur la période 2002-2004. Ils sont synthétisés dans le tableau suivant.

Substances chimiques	performance attendue tranche EPR	Rejets réels 2002-2004 tranches 1-2
Acide borique (H_3BO_3)	2000	7827
Lithine (LiOH)	Inférieur à 1	0,75
Hydrazine (N_2H_4)	7	20
Morpholine (C_4H_9ON)	345	Produits non utilisés sur la période 2002-2004
Ethanolamine (C_2H_7ON)	250	
Azote (exprimé en N) hors hydrazine, morpholine et éthanolamine	2530	6620
Phosphate (PO_4^{3-})	155	1037
Détergents	650	1263
Métaux	16	32
MES	655	1310
DCO	1490	2981

Tableau B-IV.4-e : Rejets chimiques associés « réalistes » du site de Flamanville

IV.4.1.4.2 *Rejets chimiques non associés aux effluents radioactifs*

IV.4.1.4.2.1 Rejets chimiques de la station de déminéralisation et de l'unité de dessalement

Après mise en service de l'EPR, la production de l'eau déminéralisée sera assurée par l'unité de dessalement. Cependant, la station de déminéralisation actuelle pourra être utilisée en cas d'indisponibilité de l'unité de dessalement ou pour faire face aux pics de consommation d'eau déminéralisée notamment lors des redémarrages de tranches.

Ainsi, pour les substances communes rejetées par l'unité de dessalement ou la station de déminéralisation, le flux 24h est dimensionné par l'utilisation de la station de déminéralisation actuelle. Le flux annuel maximal est dimensionné par l'utilisation de l'unité de dessalement pendant 325 jours, les 40 jours restants étant assurés par la station de déminéralisation actuelle.

Les rejets maximaux issus de la production d'eau déminéralisée pour le site de Flamanville sont présentés dans le tableau suivant. Ces valeurs correspondent à une optimisation des rejets par rapport à la situation actuelle du site de déminéralisation à 100% à partir d'eau douce. Il n'y a pas de valeur de performance attendue de ce fait sur ces paramètres.

	Flux 24h (kg)	Flux annuel (kg)
Sodium	1 054	39 410
MES	190	8 642
Fer	100	4 523
Sulfates	2 100	30 846
Chlorures	190	14 609
Détergents	125	937

Tableau B-IV.4-f : Rejets maximaux issus de la production d'eau déminéralisée pour le site de Flamanville

IV.4.1.4.2 Rejets des eaux vannes et usées, des eaux huileuses et des eaux pluviales

Les substances chimiques rejetées en mer via le réseau des égouts sont traitées sur les stations d'épuration Nord et Sud, ce qui assure une concentration de DBO₅ dans l'effluent rejeté inférieure à 35 mg/L.

Les eaux usagées susceptibles de contenir des hydrocarbures sont traitées au niveau des débourbeurs-déshuileurs de site. La concentration en hydrocarbures dans les rejets respecte la valeur réglementaire de 5 mg/L.

Les eaux pluviales du réseau SEO sont susceptibles de contenir de la morpholine, de l'éthanolamine et des phosphates provenant des tranches 1-2 (la tranche EPR est équipée pour éviter le rejet de ces substances par le réseau SEO). Cependant ces rejets sont faibles, comme le montre le tableau suivant.

	Flux annuel en kg	Flux 24 h en kg
Rejets en phosphates	123,5	8
Rejets en morpholine	16	16
Rejets en éthanolamine	8	8

Tableau B-IV.4-g : Rejets de substances chimiques par le réseau SEO pour le site de Flamanville

IV.4.1.4.2.3 Rejets dus à la lutte contre les salissures biologiques

Les tranches 1-2 et la tranche EPR traitent les eaux de refroidissement suivant le même protocole :

- chloration à environ 0,5 mg/L alternativement sur chaque voie en fonctionnement normal,
- chloration exceptionnelle à 1 mg/L alternativement sur chaque voie en cas de prolifération excessive de salissures biologiques (traitement limité à 10 jours par an et par tranche).

La tranche EPR applique par ailleurs un traitement « choc » sur les circuits auxiliaires.

Les rejets « réalistes » du site en oxydants résiduels et bromoforme liés à l'électrochloration sont les suivants :

	Concentration réaliste dans les bassins de rejet (mg/L)	
	Oxydants résiduels	Bromoforme
Performance attendue EPR	0,14	0,0027
Rejets réels Flamanville 1-2 sur 2002-2004	0,14	0,0027

Tableau B-IV.4-h : Rejets réalistes en oxydants et en bromoforme pour le site de Flamanville

Les rejets maximaux en oxydants résiduels et bromoforme liés à la chloration sur le site de Flamanville sont présentés dans le tableau en page suivante.

	Concentration maximale dans les bassins de rejet (mg/L)	
	Oxydants résiduels	Bromoforme
Chloration normale	0,5	0,02
Chloration exceptionnelle, à 1 mg/L	1	0,04
Chloration choc à 6 mg/L (tranche EPR uniquement)	0,72	0,0244

Tableau B-IV.4-i : Rejets maximaux en oxydants et en bromoforme pour le site de Flamanville

Les flux annuels maximaux de bromoforme produits par la tranche EPR et les tranches 1-2 sont respectivement de 19500 kg et 12500 kg (par tranche).

La tranche EPR rejette par ailleurs un flux annuel de chlorures de 2600 kg et un flux 24h de 50 kg.

IV.4.1.5 Dragage du canal d'amenée

Le CNPE de Flamanville connaît, depuis sa mise en service, un ensablement de son canal d'amenée qui nécessite le dragage des sédiments afin d'assurer en permanence la disponibilité de la source froide. Des levés bathymétriques sont effectués deux fois par an afin de surveiller l'évolution des fonds et de programmer les opérations de dragage.

Les dernières interventions ont été réalisées en 1998, 2001 et 2006. Les modalités de réalisation de ces opérations sont présentées dans le Tableau B-IV.4-j.

	1998	2001	2006
Volume <i>in situ</i> (m³)	20 000	20 000	15 000
Filière de destination	Zone 3-4	Zone 3-4	Refoulement dans canalisation de rejet
Méthode de dragage	Drague aspiratrice	Pelle sur ponton	Drague aspiratrice

Tableau B-IV.4-j : Historique des dragages du canal d'amenée

Les dragages de 1998 et de 2006 ont été effectués à la drague aspiratrice. Ce procédé consiste à désagréger puis à aspirer un mélange d'eau (80-85 %) et de sédiments (15-20 %) qui est ensuite refoulé via une conduite de rejet. En 1998, la conduite de refoulement cheminait sur la route inter-tranches 2-3 et allait jusqu'aux fouilles du bâtiment réacteur de la tranche 3. En 2006, la conduite de rejet évacuait les sédiments jusque dans le bassin de rejet des eaux de refroidissement de la tranche 1 ou de la tranche 2⁵. Ces matériaux fins se mélangent au débit d'eau du circuit CRF (45 m³/s) pour être rejetés au large via les canalisations de rejet sous-marines. Le dragage de 2001 a lui été effectué à la pelle sur ponton.

A l'avenir, il est envisagé deux situations pour le curage du canal d'amenée :

- utilisation d'une drague aspiratrice et rejet en mer des sédiments via les canalisations sous-marines (circuit CRF),
- dragage hydraulique ou mécanique et évacuation en mer des sédiments par transport maritime vers un site d'immersion (clapage).

Le rejet des sédiments via les canalisations sous-marines est utilisé dans le cas d'un dragage de sédiments de faible granulométrie (sable de 150 microns en moyenne), exempts de cailloux, réalisé pour éliminer les buttes localisées et vider les pièges à sable.

Les opérations de clapage en mer sont réalisées par des chalands remorqués ou autopropulsés qui déversent leur contenu en un point prédéterminé. Ces chalands sont chargés selon deux modalités pratiques, à savoir le chargement direct par engins mécaniques (types pelles ou bennes), ou par des moyens hydrauliques (types dragues aspiratrices). Ces opérations seront mises en œuvre pour des travaux de plus grande ampleur, notamment pour un nettoyage complet du canal d'amenée et un retour aux cotes initiales.

A la suite d'une étude de faisabilité portant sur quatre sites potentiels d'immersion par clapage des sédiments de dragage, deux sites ont été retenus. Ces sites correspondent en effet au meilleur compromis des différents critères d'évaluation étudiés, à savoir : distance au site d'extraction, coût du transport et /ou du chantier, incidences environnementales, contraintes d'usages, contraintes administratives.

⁵ Un panier filtrant est installé au niveau des bassins de rejet afin de retenir les macro-déchets (algues, bois, déchets divers...).

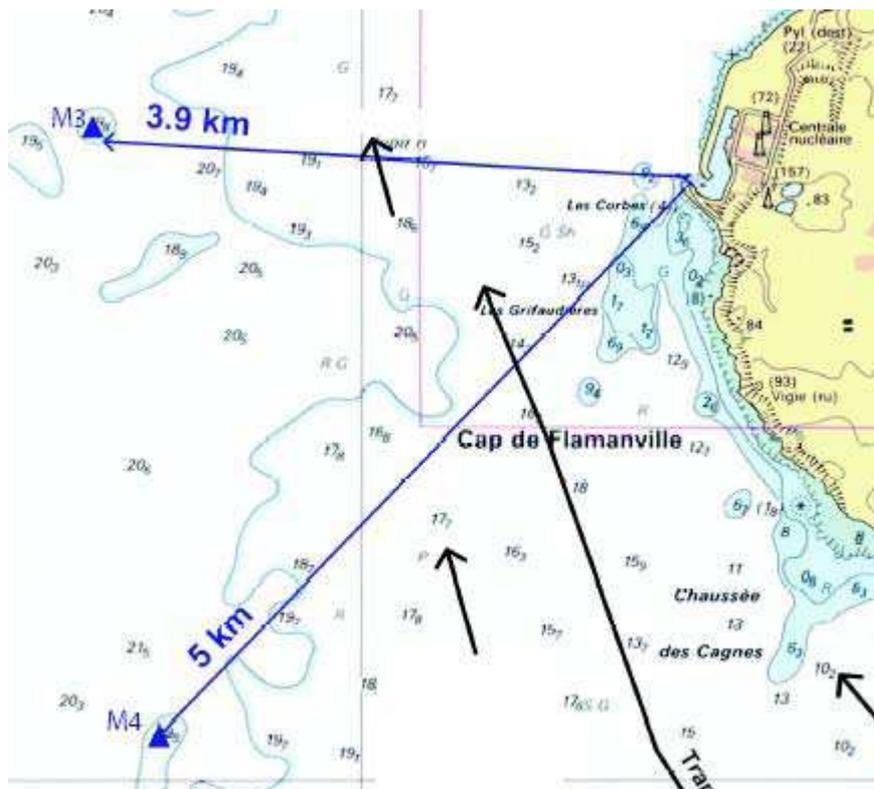


Figure B-IV.4-a : Zones de clapage des sédiments du canal d'aménée

Les coordonnées géographiques de ces sites d'immersion, appelés M3 et M4, sont les suivantes (Lambert I) :

	X (m)	Y (m)
M3	293 095,947	212 750,280
M4	292 676,474	213 474,040

Tableau B-IV.4-k : Coordonnées géographiques des sites d'immersion M3 et M4

IV.4.2 Domaine terrestre

IV.4.2.1 Besoins en eau douce brute

Au total, 430 000 m³/an d'eau douce sont utilisés aux niveau des tranches 1-2 et EPR pour divers usages :

- 265 000 m³/an d'eau douce brute non traitée sont nécessaires pour les usages en salle des machines et en station de pompage des tranches 1-2 et EPR (225 000 m³) et pour l'arrosage des presse-étoupe de la tranche EPR (40 000 m³),
- 165 000 m³/an d'eau douce filtrée sont nécessaires à la production d'eau déminéralisée lors des périodes d'utilisation des chaînes de déminéralisation par échange d'ions (75 000 m³) et à l'arrosage des presse-étoupes des pompes CRF des tranches 1-2 (90 000 m³).

Les besoins en eau déminéralisée de la tranche EPR en fonctionnement normal et au démarrage sont respectivement de 410 m³/j et de 1 110 m³/j. Les besoins en eau déminéralisée des tranches 1-2 en fonctionnement normal et au démarrage sont respectivement de 340 m³/j et de 1 320 m³/j.

Comparativement aux besoins des tranches 1-2 dans l'état actuel (soit 590 000 m³/an), les prélèvement en eau douce des tranches 1-2 et EPR seront, compte tenu de l'installation de l'unité de dessalement, diminués de 160 000 m³/an.

Remarque : après mise en service de la tranche EPR et en cas d'indisponibilité totale de l'unité de dessalement sur une année, les besoins en eau douce sont estimés à 891 000 m³/an pour l'ensemble des trois tranches.

IV.4.2.2 Besoins en eau potable

La consommation moyenne annuelle en eau potable du site de Flamanville est estimée à 91 800 m³.

IV.4.2.3 Rejets radioactifs gazeux

IV.4.2.3.1 Rejets « réalistes »

Les rejets « réalistes » du site de Flamanville correspondent à la performance attendue hors aléas de la tranche EPR et à la moyenne des rejets réels des tranches 1-2 mesurés sur la période 2002-2004. Ils sont synthétisés dans le tableau en page suivante.

Catégorie de radionucléides	Rejets « réalistes » pour le site de Flamanville : tranches 1-2 + tranche EPR (GBq)	Performance attendue tranche EPR (GBq)	Rejets réels 2002-2004 tranches 1-2 (GBq)
Kr 85	245,1	111,2	133,9
Xe 133	1258,5	504,8	753,7
Xe 135	587,3	158,4	428,9
Ar 41	78,1	23,2	54,9
Xe 131m	8	2,4	5,6
<i>Total Gaz Rares</i>	<i>2177</i>	<i>800</i>	<i>1377</i>
I 131	0,0462	0,0228	0,0234
I 133	0,0938	0,0272	0,0666
<i>Total Iodes</i>	<i>0,14</i>	<i>0,05</i>	<i>0,09</i>
Co 58	0,001649	0,000102	0,001547
Co 60	0,0014574	0,0001204	0,001337
Cs 134	0,0011311	0,0000936	0,0010375
Cs 137	0,0012575	0,000084	0,0011735
<i>Total PF/PA*</i>	<i>0,005495</i>	<i>0,0004</i>	<i>0,005095</i>
H3	2 50	500	2 250
C 14	765	350	415

* PF/PA : produits de fission et d'activation

Tableau B-IV.4-l : Rejets radioactifs gazeux « réalistes » du site de Flamanville

IV.4.2.3.2 Rejets « maximaux »

Les rejets « maximums » du site de Flamanville correspondent aux rejets maximums de la tranche EPR des tranches 1-2. Ils sont synthétisés dans le tableau suivant.

Catégorie de radionucléides	Activités rejetées par le site de Flamanville : tranches 1-2 + tranche EPR (GBq)	Part attribuable à la tranche EPR (GBq)	Part attribuable aux tranches 1-2 (GBq)
Kr 85	9 382,5	3 127,5	6 255
Xe 133	42 592,5	14 197,5	28 395
Xe 135	13 365	4 455	8 910
Ar 41	1 957,5	652,5	1 305
Xe 131m	202,5	67,5	135
<i>Total Gaz rares</i>	<i>67 500</i>	<i>22 500</i>	<i>45 000</i>
I 131	0,5472	0,1824	0,3648
I 133	0,6528	0,2176	0,4352
<i>Total Iodes</i>	<i>1,2</i>	<i>0,4</i>	<i>0,8</i>
Co 58	0,2907	0,0867	0,204
Co 60	0,34314	0,10234	0,2408
Cs 134	0,26676	0,07956	0,1872
Cs 137	0,2394	0,0714	0,168
<i>Total PF/PA*</i>	<i>1,14</i>	<i>0,340</i>	<i>0,8</i>
H3	11 000	3 000	8 000
C 14	2 300	900	1 400

* PF/PA : produits de fission et d'activation

Tableau B-IV.4-m : Rejets radioactifs gazeux « maximums » du site de Flamanville

IV.4.2.4 Rejets chimiques à l'atmosphère

Les rejets gazeux non radioactifs dans l'atmosphère du site de Flamanville sont limités :

- aux gaz d'échappement des moteurs des groupes électrogènes de secours,
- aux émanations de formol et de monoxyde de carbone émis par les calorifuges au cours des opérations de maintenance,
- aux rejets d'ammoniac issus de la décomposition thermique de l'hydrazine au cours de la montée en puissance du réacteur.

Les quantités rejetées sont identiques pour les tranches 1-2 et la tranches EPR. On se rapportera au **paragraphe IV.2.5** pour l'estimation de ces quantités.

IV.4.2.5 Gestion des déchets

Sur le site les déchets radioactifs et conventionnels sont gérés (tri, traitement et entreposage) selon leurs catégories d'appartenance et évacués en fonction des filières appropriées comme précisé au **paragraphe IV.2.6**.

IV.4.2.6 Bruit

En complément des sources sonores EPR listées au **paragraphe IV.2.7**, l'inventaire des sources d'émissions sonores des tranches 1-2 a conduit à retenir les sources suivantes :

Sources sonores	Puissance de l'équipement mesurée sur site en dB(A)
Rayonnement Salle des Machines (TR.1 ; TR.2)	104,7 (calculé à partir des mesures sur GTA)
Transformateurs principaux Façades bétonnées (TR.1 ; TR.2)	96,5 (puissance de l'ensemble des 4 façades bétonnées d'un mono transformateur)
Transformateurs principaux Sommet du TP (TR.1 ; TR.2)	96,5
Ventilations des transformateurs principaux (un mur de ventilation par mono-transformateur) (TR.1 ; TR.2)	91
Systèmes d'extraction d'air : 20 ventilations horizontales sur la terrasse SDM	82
Systèmes d'extraction d'air : 16 fenêtres de toit sur la terrasse SDM	75
Systèmes d'extraction d'air : 2 ventilations horizontales sur la toiture de SDM	82
Systèmes d'extraction d'air : 8 fenêtres de toit sur la toiture de SDM	75
Bouches de cheminée BAN (TR.1 ; TR.2)	93

Tableau B-IV.4-n : Inventaire des sources sonores des tranches 1-2

PIECE B

CHAPITRE V

CHANTIER DE CONSTRUCTION DE L'INSTALLATION

SOMMAIRE Chapitre V

V	CHANTIER DE CONSTRUCTION DE L'INSTALLATION	3
V.1	DESCRIPTION GENERALE DU CHANTIER DE CONSTRUCTION	4
V.1.1	Grandes étapes et planning	4
V.1.2	Description des travaux	5
V.1.2.1	Travaux préparatoires	5
V.1.2.1.1	<i>Installations de chantier</i>	7
V.1.2.1.2	<i>Travaux préparatoires</i>	9
V.1.2.2	Réalisation de l'ouvrage de rejet principal	10
V.1.2.3	Construction des bâtiments	13
V.1.2.4	Essais de démarrage	16
V.2	BESOINS ET EMISSIONS DU CHANTIER DANS LE DOMAINE MARIN	19
V.2.1	Installation d'une plate-forme en mer pour creuser le puits de rejets	19
V.2.2	Rejets chimiques en mer	19
V.2.2.1	Effluents collectés lors des différentes activités de chantier	19
V.2.2.2	Estimation des rejets chimiques liés au chantier	22
V.2.3	Clapage en mer des matériaux extraits du puits de rejets en mer	25
V.3	BESOINS ET EMISSIONS DU CHANTIER DANS LE DOMAINE TERRESTRE	28
V.3.1	Besoins fonciers pour les installations de chantier	28
V.3.2	Modification des sols pour la construction	28
V.3.3	Besoins en eau douce brute	28
V.3.4	Besoins en eau potable	30
V.3.5	Besoins en matériaux de construction	32
V.3.6	Transports liés au chantier	32
V.3.7	Rejets chimiques à l'atmosphère et odeurs	32
V.3.8	Bruits et vibrations	33
V.4	CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUE DU CHANTIER	34

SOMMAIRE Tableaux Chapitre V

Tableau B-V.1-a :	Etapes du chantier EPR	4
Tableau B-V.2-a :	Rejets chimiques lors des travaux préparatoires et de construction principale	22
Tableau B-V.2-b :	Rejets chimiques lors des montages électromécaniques et des essais de démarrage	25
Tableau B-V.2-c :	Rejets liés aux essais d'électrochloration	25
Tableau B-V.3-a :	Répartition des besoins en eau douce brute du chantier	29
Tableau B-V.3-b :	Hypothèses retenues pour estimer les besoins en eau potable	30

SOMMAIRE Figures Chapitre V

Figure B-V.1-a :	Zone de construction de la nouvelle unité	3
Figure B-V.1-b :	Localisation des piézomètres	6
Figure B-V.1-c :	Implantation des différentes zones du chantier	8
Figure B-V.1-d :	Ouvrage de rejets – Coupe longitudinale	11
Figure B-V.1-e :	Installation de chantier en mer	13
Figure B-V.1-f :	Volume de béton coulé pendant le chantier	14
Figure B-V.1-g :	Suppression du bouchon inter-tranches 2-3	15
Figure B-V.2-a :	Implantation de la conduite de rejet des eaux des fonds de fouille	21
Figure B-V.2-b :	Localisation des zones de clapage en mer	27
Figure B-V.3-a :	Evolution des besoins en eau douce brute du chantier	30
Figure B-V.3-b :	Effectif au cours du chantier	31
Figure B-V.3-c :	Besoins en eau potable au cours du chantier	31

V CHANTIER DE CONSTRUCTION DE L'INSTALLATION

Ce chapitre décrit le chantier de construction ainsi que les essais de démarrage de la tranche EPR sur le site de Flamanville. La tranche 3 est construite à côté de la tranche 2, dans le prolongement du canal d'amenée d'eau de mer.



Figure B-V.1-a : Zone de construction de la nouvelle unité

Conformément à la réglementation, le chantier de construction fait l'objet de demandes d'autorisation au titre de l'urbanisme (installations et travaux divers, permis de construire), de l'occupation domaniale (travaux et occupation du Domaine Public Maritime), de la loi sur l'eau (prélèvements et rejets de chantier).

V.1 DESCRIPTION GENERALE DU CHANTIER DE CONSTRUCTION

V.1.1 Grandes étapes et planning

Le chantier peut être découpé en trois étapes distinctes : les travaux préparatoires du site nécessaires avant de commencer la construction des bâtiments, la construction proprement dite de la tranche EPR, les essais de démarrage.

La durée de la construction de la tranche EPR est d'environ 6 ans répartis en 18 mois de travaux préparatoires, 47 mois de construction et d'essais avant chargement du combustible de la tranche et 7 mois d'essais de puissance. Les grandes étapes du chantier de construction avec leur enclenchement dans le planning général sont présentées dans le Tableau B-V.1-a. La date J0 de premier béton de construction est prévue, de manière indicative, au 1/12/07.

Grandes étapes du chantier de l'EPR	Calendrier relatif /Jo
Travaux préparatoires	
Ouverture du site : installation du chantier	Jo-18
Travaux préalables	Jo-18
Travaux préparatoires à terre	Jo-18
Réalisation de l'ouvrage de rejets principal	Jo-12
Construction de l'îlot nucléaire	
Début du ferrailage du radier	Jo-3
Premier béton	Jo
Fin des radiers de la croix	Jo+3
Fin du radier du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires	Jo+5
Début des montages mécaniques dans le Bâtiment des Auxiliaires de Sauvegarde	Jo+12
Début des montages électriques dans le Bâtiment Electrique	Jo+15
Début des montages mécaniques dans le Bâtiment Réacteur	Jo+18
Mise hors d'eau du Bâtiment Réacteur	Jo+20
Mise à disposition du pont tournant	Jo+24
Introduction de la cuve	Jo+25
Introduction du premier Générateur de Vapeur	Jo+26
Fin de la précontrainte	Jo+31
Epreuves piscines	Jo+33
Construction de l'îlot conventionnel et des autres ouvrages de site	
Début du bétonnage du radier de la table de groupe	Jo
Fin de réalisation de la table de groupe	Jo+17
Pont principal de la salle des machines	Jo+18
Début des montages du condenseur	Jo+18
Montage du Groupe Turbo-Alternateur	Jo+21
Mise sous tension du Transformateur Auxiliaire (400kV)	Jo+24
Mise en eau de la station de pompage	Jo+33
Mise sous tension des 2 Transformateurs de Soutirage (400kV)	Jo+36
Essais d'ensemble	
Début des chasses en cuve	Jo+37
Mise sur vireur du Groupe Turbo-Alternateur	Jo+39
Epreuve enceinte	Jo+41
Vide au condenseur	Jo+42
Début des essais à chaud	Jo+43
Livraison du combustible	Jo+43
Début du chargement	Jo+47
Pleine puissance	Jo+54

Tableau B-V.1-a : Etapes du chantier EPR

V.1.2 Description des travaux

V.1.2.1 Travaux préparatoires

Au début des années 90, certains travaux avaient été réalisés sur le site dans le cadre de l'implantation de deux tranches supplémentaires de type N4, et notamment :

- terrassements et fouilles secondaires des blocs usine des tranches 3 et 4, de la station de pompage, du bassin de rejet et du canal de prise de la tranche 3,
- modifications des réseaux (SEP, etc.),
- réalisation d'une plate-forme pour entreprises d'environ 10 hectares,
- réalisation des sondages pour reconnaissance géologique des tranches 3 et 4.

Actuellement les fouilles secondaires sont en partie en eau (à proximité du canal d'amenée : pluie, percolation à travers les digues). D'autre part, les déblais issus de ces fouilles ont été entreposés dans un premier temps sur la plate-forme Nord puis sortis du site. Il ne reste donc quasiment aucun déblai antérieur disponible à ce jour.

Les travaux préparatoires à l'installation d'une tranche EPR ont pour objectif de modifier les travaux réalisés pour les tranches N4 afin de les adapter à la tranche EPR. Ils se décomposent ainsi :

- Installation de la zone chantier,
- Travaux préparatoires à terre,

La réalisation de l'ouvrage de rejet principal débute pendant la phase préparatoire et se poursuit pendant la construction (voir *paragraphe V.1.2.2*).

De plus, 13 piézomètres seront installés pour permettre de suivre l'étanchéité de la digue et de vérifier les hypothèses hydrauliques de la plate-forme. Leur localisation est présentée sur la Figure B-V.1-b.

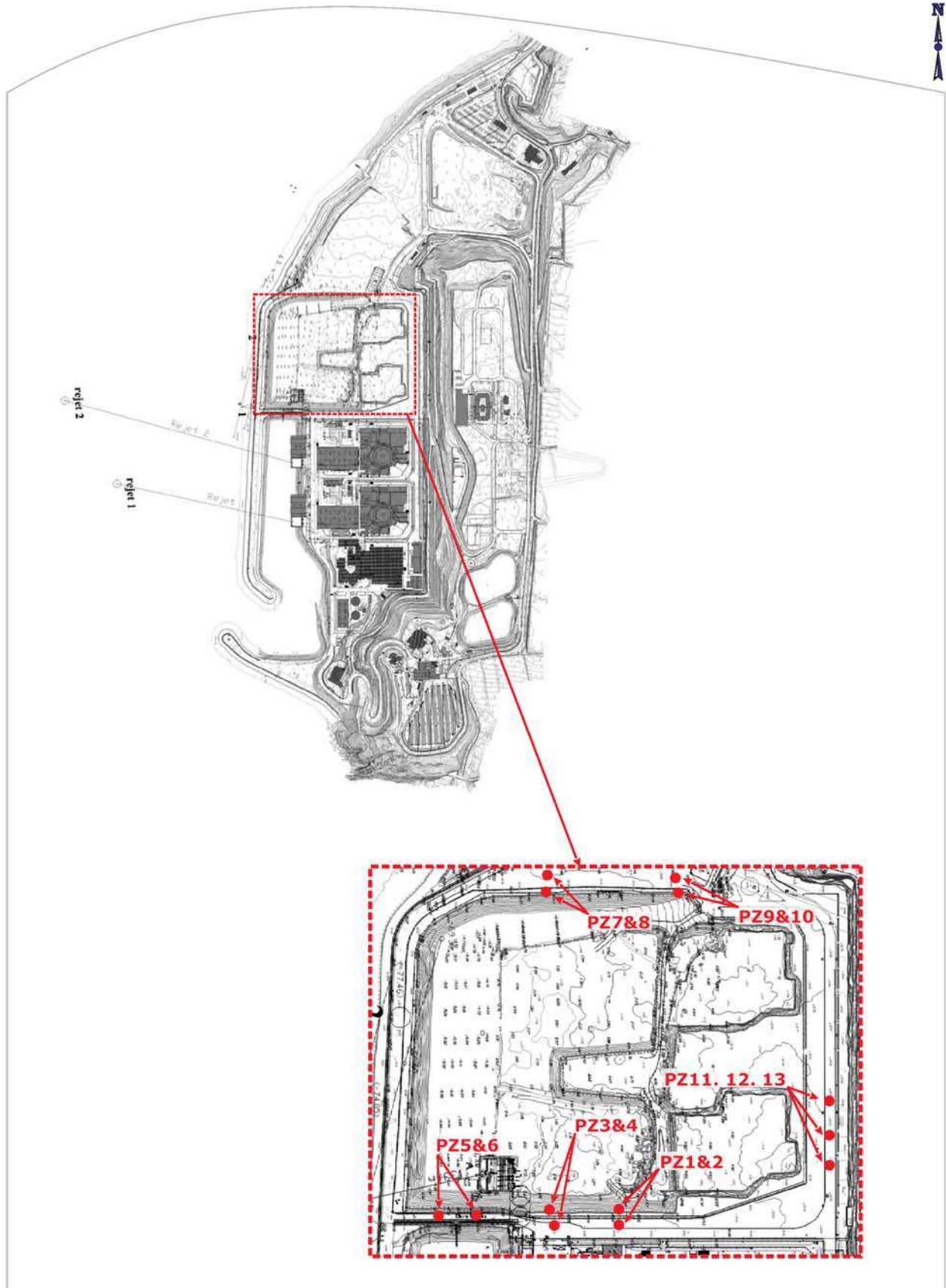


Figure B-V.1-b : Localisation des piézomètres

V.1.2.1.1 Installations de chantier

Les installations de chantier englobent :

- L'installation des locaux d'accueil du personnel présent sur le site pendant le chantier (bureaux, sanitaires, réfectoires, cantine, poste de garde...),
- L'aménagement des zones de stockage des matériels et matériaux nécessaires à la réalisation du chantier,
- L'aménagement d'ateliers de préparations diverses (concassage, centrale à béton,...), de réparation de matériels, de laboratoires d'essais...,
- L'aménagement des parkings nécessaires pendant la phase de chantier.

Les installations de chantier sont localisées dans la zone Nord et la zone Est du site, en partie sur le domaine concédé et sur le domaine privé du CNPE de Flamanville comme le montre la Figure **B-V.1-c**.

Les activités prévues sur la zone d'installations de chantier consistent à :

- viabiliser la zone,
- remettre aux normes l'existant : bâtiments, réseaux,
- construire et exploiter les installations communes : aire de transit des déchets, parkings communs munis de déshuileurs aval, station d'épuration temporaire pour la période chantier venant suppléer la station d'épuration Nord existante,
- installer les entreprises qui vont intervenir pendant le chantier sur des parcelles qui leur sont affectées et bénéficient d'amenée d'eau brute et potable avec compteurs d'eau, d'un raccordement aux réseaux de collecte des eaux usées et des eaux pluviales.

Le chantier nécessite l'implantation de plusieurs ICPE qui font l'objet d'une demande d'autorisation spécifique auprès des services compétents. On peut citer notamment :

- deux unités de concassage dans la zone pied de falaise pendant la durée des travaux préparatoires, destinée à préparer les matériaux extraits par déroctage sur le site en vue de leur réutilisation en remblai ou dans les bétons,
- plusieurs centrales à béton : une dans la zone pied de falaise pendant les travaux préparatoires, puis deux à des emplacements différents pendant la durée des travaux de génie-civil,
- une aire de transit de déchets dans la zone GUERFA,
- une aire de transit de matériaux minéraux non pulvérulents,
- des groupes électrogènes,
- des stockages de produits divers (peintures, gaz pour les soudures, ...).

Selon l'activité prévue sur la parcelle, les entreprises mettent en place des moyens de traitement des effluents adaptés. Un contrôle est demandé aux entreprises sur la qualité de leurs rejets.

Les rejets de MES et d'hydrocarbures de chaque parcelle sont contractuels entre EDF et son occupant. Dans le cas de l'exploitation d'ICPE, l'arrêté spécifique à ces installations vient compléter les exigences générales de rejets d'effluents.

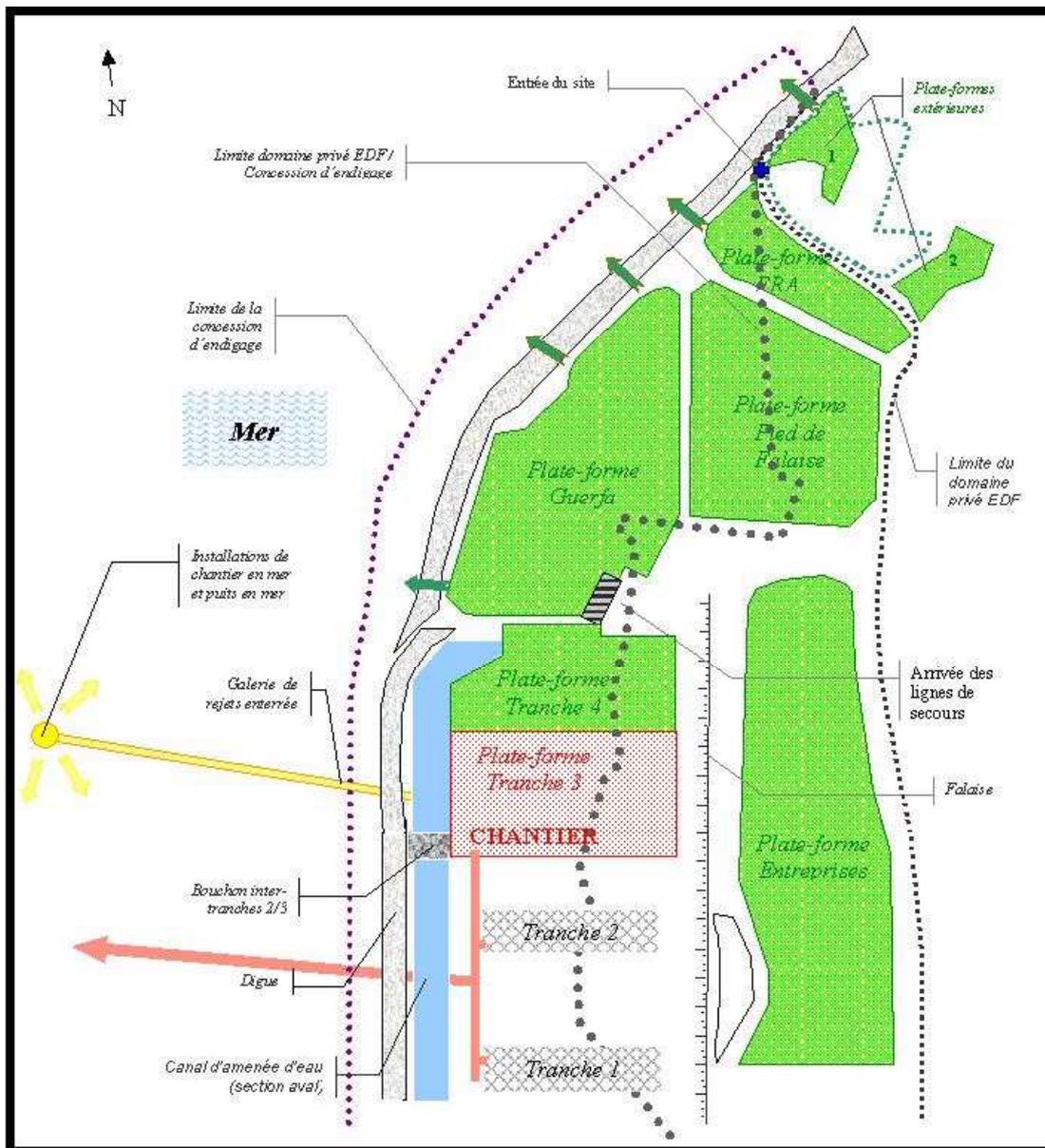


Figure B-V.1-c : Implantation des différentes zones du chantier

En vert : zone d'installation de chantier
 En rouge : zone du chantier à terre
 En jaune : zone du chantier en mer

L'assainissement est assuré d'une part par des installations existantes et d'autre part par des matériels installés sur la zone. Avant la mise en service d'un système d'assainissement généralisé (station d'épuration) ces matériels seront constitués de fosses adaptées.

Après la mise en service de l'EPR, la zone d'installations de chantier sera remise en conformité avec son état avant travaux (démontage des installations, des cantonnements, de l'aire de transit de déchets, ...).

V.1.2.1.2 Travaux préparatoires

Les travaux préparatoires ont pour objet d'aménager la zone où sera implantée la tranche 3 du site nucléaire de Flamanville. Ils sont localisés dans la zone des tranches 3-4, située au Nord du site en exploitation contiguë à la tranche 2. L'ensemble de ces travaux préparatoires sera réalisé en pied de falaise.

Ils comprennent principalement les mouvements de terre nécessaires à cet aménagement :

- la mise à niveaux de la plate-forme,
- la réalisation des bétons en infrastructure à certains ouvrages,
- la réalisation des VRD provisoires dans la zone concernée,
- la réalisation des ouvrages enterrés (hors ouvrage de rejet),
- l'aménagement du canal d'amenée d'eau,
- l'étanchement du bouchon.

Les opérations prévues consistent à :

- réaliser des opérations de démolition de faible ampleur dans la zone avant les travaux (enlèvement de quelques poteaux de clôture et d'une dalle) ;
- réaliser le pompage de la section amont du canal d'amenée d'eau avant les travaux dans cette zone ;
- garantir la réalisation à sec des travaux de préparation de la plate-forme et d'aménagement du canal d'amenée en réalisant un pompage en continu des eaux d'infiltration pendant les travaux réalisés sous le niveau de la mer ; le pompage est réalisé en différents points de la zone de travaux à un débit moyen estimé à 1 000 m³/h ; l'eau pompée est rejetée via l'ouvrage principal de rejet en mer de la tranche 1 ou de la tranche 2 ;
- réaliser des déblais meubles pour atteindre le fond des fouilles des ouvrages enterrés et le niveau requis en fin de travaux préparatoires pour construire le génie-civil ; ces déblais sont estimés à 160 000 m³ de matériaux qui sont réutilisés pour remblayer autour et au-dessus des ouvrages enterrés après leur réalisation ainsi que pour caler la future plate-forme tranche 4 ;

- réaliser des déblais rocheux (ou déroctage) par minage à l'explosif avec séquençage de micro-charges dans les zones où le sol est composé de matériaux non extractibles avec des engins de terrassement ; les quantités journalières maximales d'explosifs nécessaires à la réalisation de la plate-forme sont estimées à 700 kg/tir à raison de 3 tirs par jour en moyenne ; environ 270 000 m³ de matériaux sont extraits par cette méthode sur toute la durée du chantier ; ces déblais, s'ils sont de bonne qualité, seront réutilisés pour la fabrication des bétons ;
- mettre en place différents bétons, estimés à 85 000 m³ :
 - bétons de purge sous les fondations pour se substituer aux parties de rocher pouvant être altérées,
 - bétons de comblement sous les tuyauteries CRF pour garantir le nivellement du fond de fouille,
 - bétons de propreté entre le fond de fouille et la sous-face des ouvrages de galeries,
 - béton de blocage entre le rocher et le niveau de fondation des ouvrages sous l'implantation du mur poids de l'îlot nucléaire,
 - béton projeté pour la stabilité des murs de soutènement des fouilles et talus,
 - béton pour les murs poids sous les voiles de la salle des machines et dans l'îlot nucléaire pour assurer la stabilité des grues nécessaires pendant la phase de construction du génie-civil,
 - béton pour la voie lourde,
 - béton pour les galeries techniques enterrées ;
- remblayer autour et au-dessus des ouvrages enterrés après leur réalisation : en complément des matériaux extraits réutilisés, des matériaux issus de carrière agréées sont utilisés ; la granulométrie de ces matériaux est très précise selon les zones et dans tous les cas, ils doivent être exempts de fines ;
- réaliser les ouvrages enterrés : galeries techniques et tuyauteries composant le CRF ;
- aménager la section amont du canal d'amenée avec terrassement du fond du canal et travaux sur le bouchon inter-tranche 2-3 pour assurer son étanchéité, sa tenue et la possibilité d'y aménager une voie de circulation.

V.1.2.2 Réalisation de l'ouvrage de rejet principal

L'ouvrage de rejet de l'EPR (tranche 3), présenté en Figure B-V.1-d, est similaire aux ouvrages de rejet des tranches 1 et 2. Ces ouvrages permettent de rejeter les eaux de refroidissement des tranches du circuit CRF au large, afin de garantir la meilleure diffusion et une réduction maximale des impacts environnementaux.

La réalisation de l'ouvrage principal de rejet se fait par l'intermédiaire de 2 chantiers menés de front :

- chantier à terre : chantier de creusement du puits à terre et de la galerie de rejet ainsi que réalisation de l'ouvrage de liaison ;
- chantier en mer : chantier de creusement du puits en mer et de réalisation de l'ouvrage de diffusion.

Le chantier à terre est implanté, pour sa partie de surface dans la partie sud du canal d'amenée de la tranche 3, au Nord du bouchon inter-tranches 2-3.

Le chantier en mer est implanté à environ 700 mètres au large, au droit du puits de rejet.

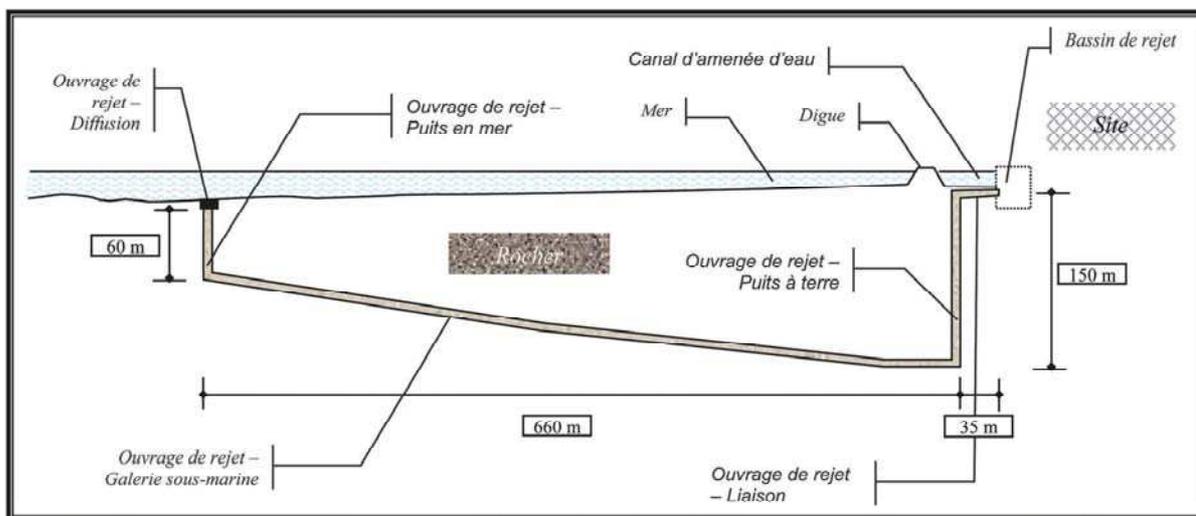


Figure B-V.1-d : Ouvrage de rejets – Coupe longitudinale

◆ Chantier à terre

Le puits à terre et la galerie sont réalisés par excavation à l'explosif (2 à 3 kg d'explosifs utilisés par m³ de roche extrait pour près de 20 250 m³ de roche extraits).

Ces cavités sont réalisées de la façon suivante :

- réalisation de forages de reconnaissance,
- excavation (environ 5,5 m de diamètre),
- injection de coulis d'étanchéité,
- renforcement par un revêtement en béton armé.

Les matériaux évacués pendant les travaux d'excavation sont gérés comme les matériaux extraits par déroctage (stockage avant concassage et/ou avant réutilisation).

Les travaux de réalisation du puits à terre et de la galerie sont réalisés à partir du canal d'amenée en amont du bouchon inter-tranches 2 /3.

Afin de réaliser ces travaux dans les meilleures conditions, l'eau de ruissellement ou d'infiltration se trouvant en permanence à l'intérieur des cavités sera pompée en continu (débit moyen estimé à 70 m³/h). L'eau pompée sera rejetée avec l'eau d'épuisement des fouilles via les ouvrages de rejet des tranches 1 ou 2. En cas de grosse arrivée d'eau dans le puits ou dans la galerie (veine), pour des raisons de sécurité, il est prévu d'évacuer l'eau directement en mer derrière la digue. Dans ce cas, les débits pourraient atteindre 2 000 m³/h.

Environ 3 500 m³ de béton seront coulés pour la réalisation du chantier à terre de l'ouvrage de rejet. Le béton est issu soit de la centrale à béton présente sur la zone d'installations de chantier soit livré sur site.

◆ Chantier en mer

Le chantier comprend successivement, le creusement du puits en mer et la réalisation du diffuseur.

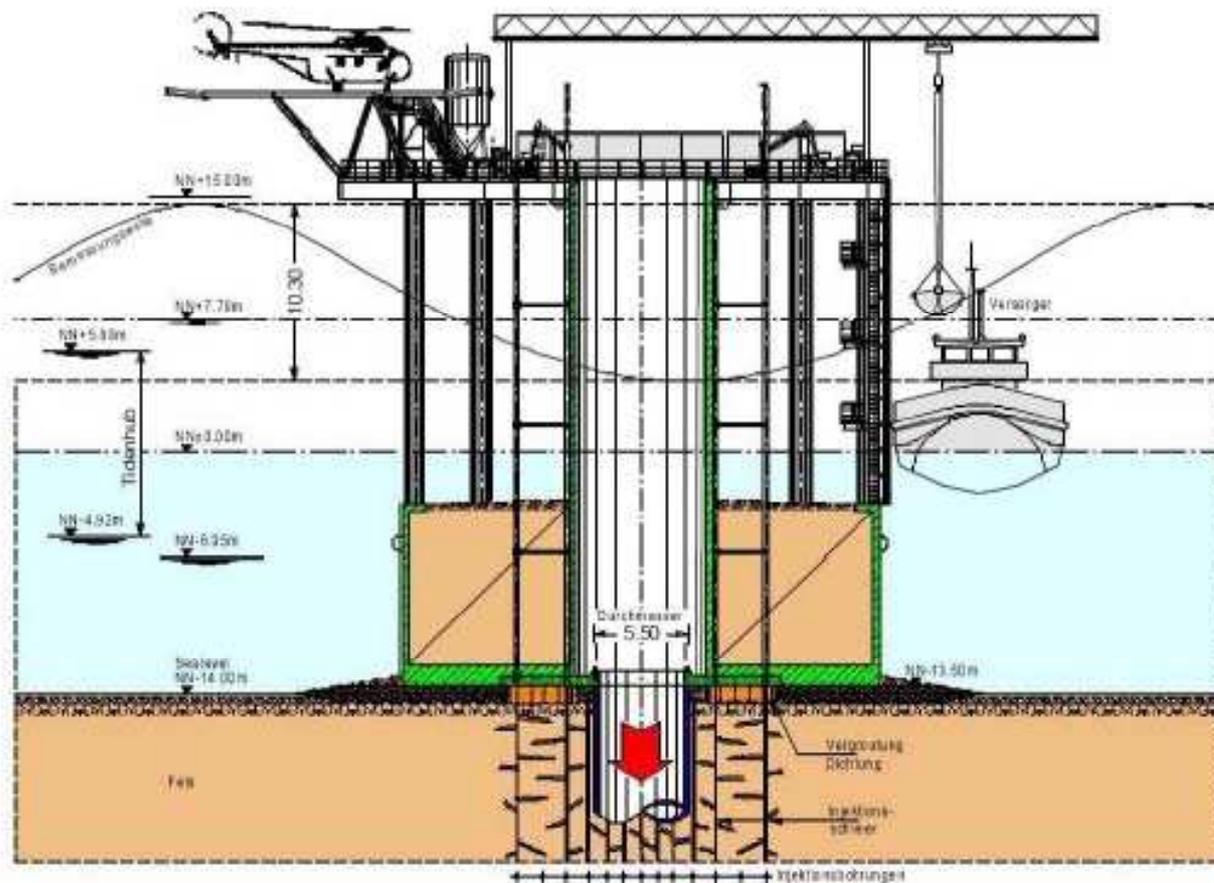
Le diffuseur est un ouvrage en béton, placé en tête de puits et au fond de la mer. Son objectif est de favoriser la diffusion et la dilution dans le milieu des rejets de la tranche en fonctionnement.

La réalisation du puits en mer nécessite l'extraction de 1 500 m³ de matériaux.

Deux techniques sont envisagées pour le creusement du puits en mer :

- Creusement par déroctage :
 - Installation de chantier : une plate-forme est implantée au droit du chantier équipée d'un hélicoptère, d'un quai, de zones de stockage de matériel, notamment une centrale à béton (Cf. Figure B-V.1-e) ; un batardeau est mis en place autour de la zone d'implantation du puits en mer ; le caisson étanche ainsi constitué est vidé permettant ainsi d'étancher la zone de travaux.
 - Travaux : le puits en mer est réalisé par excavation à l'explosif comme pour le puits à terre. Près de 1 500 m³ de roche sont ainsi extraits ; Environ 1 400 m³ de béton seront coulés pour la réalisation du chantier en mer selon cette méthode ; le béton est issu soit de la centrale à béton présente sur la zone d'installations de chantier, soit d'une centrale à béton installée sur la plate-forme en mer, soit livré sur site. L'eau de ruissellement ou d'infiltration se trouvant en permanence à l'intérieur des cavités est pompée en continu et rejetée en mer au droit de la zone de travaux (débit moyen estimé à 70 m³/h).
- Creusement par fonçage :
 - Installation de chantier : une plate-forme similaire à la précédente garantissant de plus le support des matériels de forage (Cf. Figure B-V.1-e). Selon la méthode de forage, la mise en place d'un batardeau autour de la zone d'implantation du puits est retenue ou non. Ces installations sont démontées en fin de travaux ; seules les fondations de la plate-forme resteront en place.
 - Travaux : le puits en mer est réalisé par forage (tunnelier vertical) en 3 phases. Un premier forage sert, selon la méthode, soit de guidage pour garantir la verticalité du forage principal, soit de pré-puits ; un second forage établit le diamètre définitif d'environ 5,90 m ; un revêtement du puits est ensuite mis en place. L'eau de ruissellement ou d'infiltration se trouvant en permanence à l'intérieur des cavités est aspirée avec les graviers et l'ensemble est rejeté en mer autour du puits de rejets. Le volume rejeté sur toute la durée du chantier est estimé à 100 000 m³, composé à 98% d'eau.

Figure B-V.1-e : Installation de chantier en mer



Compte tenu de la nature et des caractéristiques de la roche au niveau de l'implantation du puits en mer, ces deux techniques sont envisagées pour son creusement. L'analyse de leur impact effectuée dans le **Document 6, en Pièce E, chapitre III.1.1.1** montre qu'il est comparable.

La technique de forage destructif présente les avantages de la sécurité (pas de personnel au fond du puits) et de la rapidité de réalisation, mais elle présente un risque technique majeur lié à la présence de fractures dans la roche. Ainsi, la méthode de creusement par minage pourrait venir se substituer à la méthode de forage.

V.1.2.3 Construction des bâtiments

◆ Génie civil principal

Les travaux de génie civil ont pour objet :

- la réalisation des ouvrages composant la tranche EPR ;
- les travaux de modifications du canal d'amenée d'eau ;
- les travaux de VRD définitifs sur la zone de chantier ;

- les remblais autour des ouvrages.
- la peinture des ouvrages.

Ces travaux débutent à J0, après la phase préparatoire, et sont prévus sur une durée d'environ 40 mois. Les travaux de génie civil sont localisés dans la zone « tranche 3» située au Nord du site en exploitation contiguë à la tranche 2.

La réalisation des ouvrages comprend les travaux de fondations et radiers des bâtiments, puis le gros œuvre des ouvrages décrits au **Chapitre I** et, le cas échéant, les charpentes métalliques principales. Ils sont complétés par des travaux d'équipement tous corps d'état : charpentes secondaires, menuiseries métalliques diverses, bardages des toitures, étanchéité, maçonnerie et enduits, peinture, ascenseurs et monte-charge.

Environ 292 000 m³ de béton seront coulés pendant la phase de génie civil principal. Le béton est issu des centrales à béton présentes sur la zone d'installations de chantier. La production de béton se répartit dans le temps selon la courbe en Figure B-V.1-f.

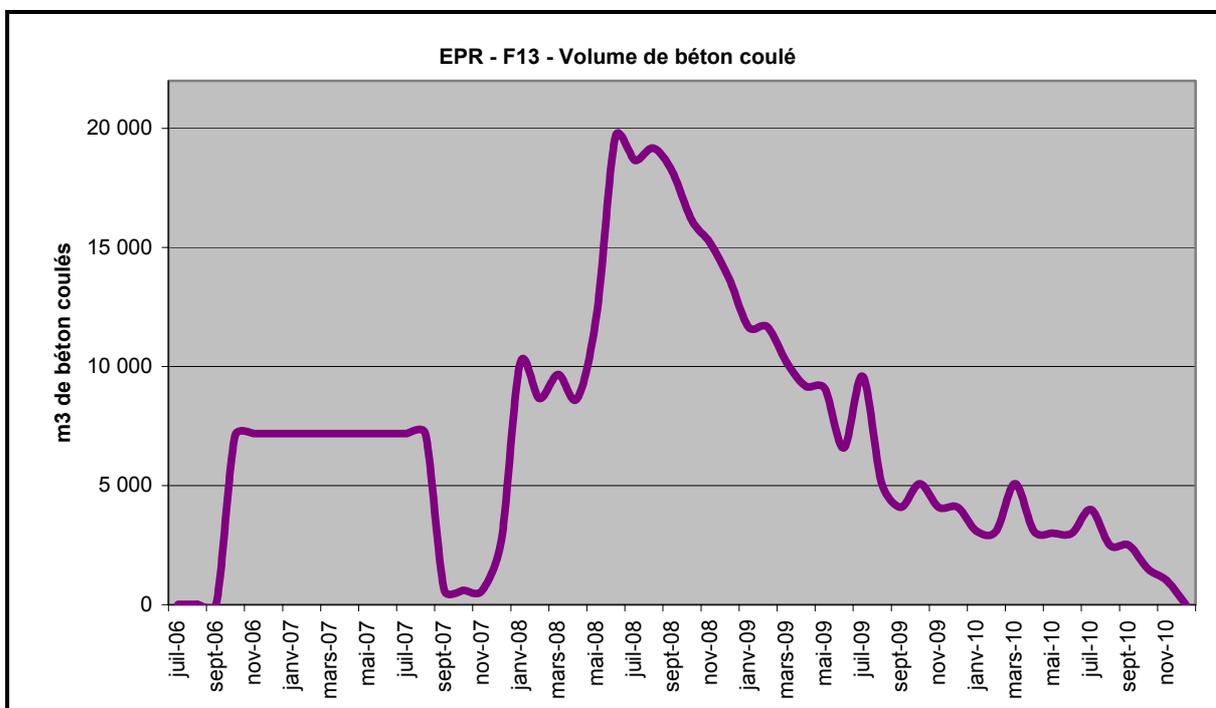


Figure B-V.1-f : Volume de béton coulé pendant le chantier

Environ 40 000 tonnes d'acier sont mis en œuvre pour constituer les armatures du béton mis en place. Les cages d'armatures sont soit montées en place, soit pré-fabriquées sur les zones d'installations de chantier avant mise en place.

Les travaux nécessitent l'utilisation de moyens de portage lourds (grues à tour, grues mobiles).

Jusqu'à l'enlèvement du bouchon inter-tranches 2-3, les eaux d'infiltration percolant à travers la digue et les eaux de ruissellement collectées sur la plate-forme de chantier seront évacuées en mer par pompage via l'ouvrage de rejet d'une des tranches en fonctionnement.

Les travaux de modification du canal d'amenée ont pour but de supprimer le bouchon inter-tranches 2-3 afin de permettre l'alimentation en eau de la tranche EPR avant la réalisation des essais. Le bouchon est implanté sur le rocher à – 6 m NGF et le fond du canal est calé à – 9 m NGF pour l'EPR. Ainsi, des travaux de déroctage (minage) sous-marins seront réalisés pour atteindre le niveau requis. Les matériaux extraits sont stockés sur le site pour réutilisation.

Un nouveau bouchon inter-tranches 3-4 est mis en place selon la Figure B-V.1-g.

Des travaux seront entrepris sur la digue pour optimiser le profil du canal et l'adapter à l'écoulement requis pour alimenter les trois tranches (pompage maximum de 157 m³/h)¹. Les travaux consistent à re-profiler la digue par enlèvement des blocs en place et éventuellement par déroctage (minage). Les matériaux extraits (volume pouvant aller jusqu'à 20 000 m³) seront stockés sur site.

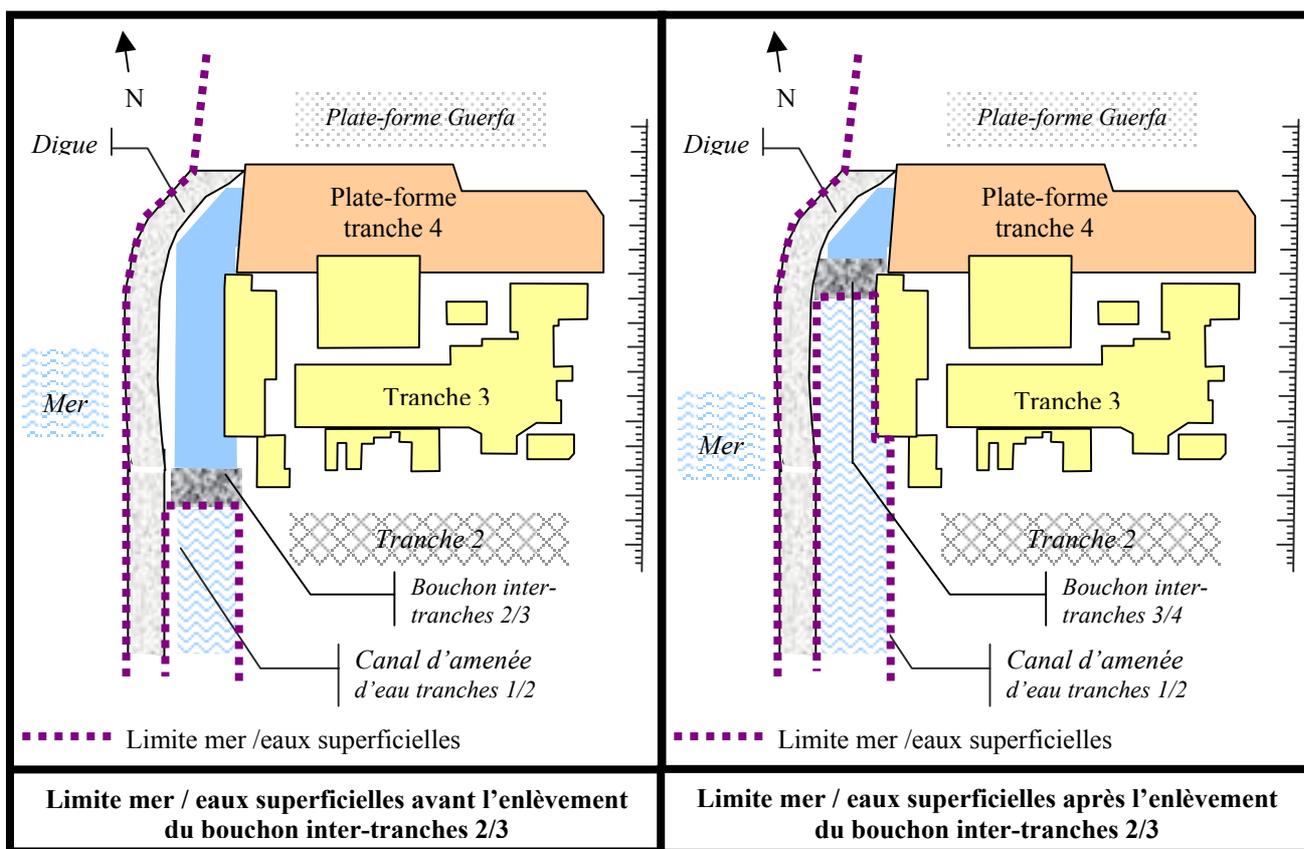


Figure B-V.1-g : Suppression du bouchon inter-tranches 2-3

Les travaux de VRD définitifs sont composés de routes goudronnées et de réseaux de collecte des eaux pluviales ainsi que de la création d'un nouvel émissaire secondaire de rejet dans le canal d'amenée : l'émissaire 15 affecté à la tranche 3. Avant la suppression du bouchon inter-tranche 2-3, les eaux collectées et les eaux d'infiltration sont rejetées en mer par pompage via l'ouvrage de rejets d'une des tranches en fonctionnement. Après la suppression du bouchon, les eaux collectées sont rejetées dans le canal d'amenée via l'émissaire 15. Elles sont reprises par les stations de pompage et ainsi rejetées au large par les émissaires de rejets principaux.

¹ 2 x 45 m³/h pour les tranches 1 et 2 et 67 m³/h pour la tranche 3.

Des travaux de remblais sont réalisés durant le génie-civil principal autour des ouvrages pour atteindre le niveau final de la plate-forme : 12,40 NGF. Les matériaux utilisés proviennent des déblais du chantier ou de carrières agréées.

Les travaux de peinture concernent principalement la peinture des l'intérieur des bâtiments ; en effet, les bâtiments principaux ne sont pas peints à l'extérieur et le bardage ainsi que les matériels principaux sont livrés pré-peints.

◆ **Montages électromécaniques**

Les travaux réalisés lors de la phase de montage électromécanique sont :

- Montage mécanique :
 - montage des gros composants (générateurs de Vapeur, cuve, turbines ...) ;
 - montage des équipements (réservoirs, pompes, échangeurs, filtres, ponts roulants ...) ;
 - montage des tuyauteries : pose des supports, soudage des tronçons, raccordements aux composants et aux équipements, mise en place des vannes ;
 - peinture, calorifugeage (protection du personnel), traçage (protection des fluides contre le gel).
- Montage électrique et contrôle commande :
 - montage des équipements (transformateurs, générateurs, tableaux de distribution électrique, diesels de secours, batteries, ...) ;
 - pose de l'instrumentation sur les circuits (capteurs de niveau, de température, de pression..., analyseurs...) ;
 - raccordement électrique : pose des chemins de câbles, tirage des câbles électriques et de contrôle-commande, raccordement aux équipements ;
 - peinture, calorifugeage (protection du personnel), traçage (protection des fluides cote le gel).

Les gros composants sont généralement réalisés en usine et acheminés sur site. Leur amenée nécessite une logistique particulière : convois exceptionnels, adaptation éventuelle des voiries. Ils sont mis en place avec l'avancement du génie-civil grâce aux moyens de manutention de la tranche.

V.1.2.4 Essais de démarrage

Les essais prévus pendant la phase chantier de l'EPR consistent à :

- éprouver les tuyauteries mises en place d'un point de vue de l'étanchéité, de la tenue à la pression et à la température le cas échéant ;
- vérifier la conformité de la réalisation par rapport à la conception,
- contrôler que les installations répondent aux critères de sûreté.

Les essais effectués sont de nature très diverse : épreuves hydrauliques, épreuve enceinte, épreuves des appareils de levage, épreuves d'isolement électrique, épreuves d'endurance des matériels (période de marche semi-industrielle), essais à blanc des automatismes, essais réels.

Sont plus particulièrement détaillés dans la suite, les essais de systèmes de circulation de fluides qui sont générateurs de prise d'eau et de rejets d'effluents.

Les matériels considérés sont destinés à faire circuler de l'eau déminéralisée additionnée ou non de produits de conditionnement divers tels que la morpholine, le phosphate, la lithine, l'hydrazine ou le bore. Ces essais permettent également de réaliser un nettoyage complet des matériels avant leur mise en service. Ils sont réalisés en plusieurs phases successives.

- Essais pré-opérationnels permettant de tester et de nettoyer les circuits individuellement (ces essais sont réalisés avec de l'eau déminéralisée pure ou additionnée de morpholine) :
 - épreuves hydrauliques : ces essais permettent de vérifier la tenue à la pression (essais en pression à une valeur de 1,5 fois la pression de service) et l'étanchéité ;
 - rinçages gravitaires et dynamiques : ces essais permettent, d'une part, le nettoyage des circuits (élimination des corps étrangers, élimination des résidus de soudure, ...) et, d'autre part, de vérifier que les circuits permettent d'atteindre la qualité optimale de l'eau de circulation ;
 - hydrolaser : cette opération permet le nettoyage fin des matériels avant les essais d'ensemble ; elle permet en particulier d'éliminer la rouille pouvant se former dans les tuyauteries en acier noir après les épreuves hydrauliques et les rinçages ;
- Essais d'ensemble du primaire permettant de tester les circuits interconnectés (ces essais sont réalisés avec de l'eau déminéralisée pure ou additionnée de morpholine) :
 - chasses en cuve : ces essais concernent tous les circuits rattachés au circuit primaire (RIS/RA, RCV et REA). Les circuits sont remplis en gravitaire et vidés dans la cuve (ouverte). Ces essais permettent de réaliser les premiers démarrages des pompes de la partie nucléaire, de réaliser un rinçage des matériels, de vérifier que les caractéristiques optimales de l'eau de circulation sont bien atteintes ;
 - essais à froid de la chaudière : ces essais permettent de réaliser les pré-réglages fins sur les paramètres suivants : pression, débit, niveau ;
 - épreuve hydraulique de la chaudière : réalisés en fin d'essais à froid de la chaudière, ces essais sous pression (1,5 fois la pression de service soit 225 bars) permettent de vérifier la tenue des matériels à la pression (essais validés par l'Administration) ;
 - essais à chaud : ces essais sont réalisés dans les conditions nominales de pression et de température (154 bars et 300°C) ; ils permettent de réaliser tous les essais et toutes les simulations avant le chargement et de vérifier l'étanchéité primaire / secondaire (injection de bore). L'eau utilisée pour ces essais peut, selon les circuits être additionnées d'hydrazine, de bore ou de lithine).

- Essais d'ensemble du secondaire :
 - épreuve hydraulique de la partie secondaire des générateurs de vapeur : ces essais sont réalisés en pression ;
- Essais sur le tertiaire :
 - électrochloration : l'électrochloration consiste à fabriquer du chlore à partir d'eau de mer, le chlore est ensuite utilisé dans les circuits (au niveau de la station de pompage) pour limiter la prolifération d'algues ou de crustacés qui pourraient gêner le bon fonctionnement des pompes ou des filtres. Les essais d'électrochloration consistent à tester les matériels installés et à effectuer les derniers réglages ;
 - essais des CRF : les tuyauteries CRF (circuit de refroidissement du condenseur) subissent des essais en eau sous pression (5 bars) destinés à vérifier que l'assemblage des tuyauteries est correctement réalisé. L'eau utilisée pour ces essais est de l'eau de mer ;
 - conditionnement des auxiliaires : ces essais sont réalisés dans les conditions nominales de pression. Pour éviter la corrosion des aciers composant les tuyauteries, du phosphate est ajouté à l'eau déminéralisée pendant ces essais.

V.2 BESOINS ET EMISSIONS DU CHANTIER DANS LE DOMAINE MARIN

Les besoins et émissions du chantier dans le domaine marin recouvrent :

- l'installation temporaire d'une plate-forme en mer pour creuser le puits de rejets en mer,
- les rejets chimiques en mer,
- le clapage en mer des matériaux extraits du puits de rejets en mer.

V.2.1 Installation d'une plate-forme en mer pour creuser le puits de rejets

Pour creuser le puits de rejets en mer, une plate-forme est implantée au droit du chantier, équipée d'un hélicoptère, d'un quai, de zones de stockage de matériel et d'une centrale à béton. Selon la méthode utilisée, la mise en place d'un batardeau autour de la zone d'implantation du puits est retenue ou non.

Ces installations sont démontées en fin de travaux. Seules les fondations resteront en place.

V.2.2 Rejets chimiques en mer

Les rejets chimiques en mer sont issus des différentes activités du chantier décrites au **paragraphe V.1.2** : les activités de terrassement lors des travaux préparatoires à terre, le creusement de l'ouvrage de rejet principal, la construction principale et les essais de démarrage. Différents types d'effluents sont collectés selon les zones du chantier.

V.2.2.1 Effluents collectés lors des différentes activités de chantier

Les effluents collectés sur la **zone d'installation de chantier** et rejetés via les émissaires secondaires 6 à 10 présentés dans le **Document 4, Figure G-5** sont :

- les eaux pluviales collectées :
 - à la sortie de chaque parcelle,
 - en bordure des routes,
 - en sortie des parkings collectifs,
- les eaux usées et les eaux vannes collectées à la sortie des installations d'assainissement² exploitées sur la zone d'installations de chantiers où seront installés :
 - deux unités de concassage,
 - des centrales à béton,
 - des parkings ou zones de réparation d'engins de chantier ;
 - des laboratoires d'analyses et d'essais ;

² Fosses, station d'épuration ...

- une aire de transit de déchet ;
- des bureaux ;
- une cantine ;
- des zones de stockage ;

Des contraintes sur les caractéristiques des eaux pluviales récoltées à la sortie de chaque parcelle sont imposées aux entreprises qui les occupent :

- MES < 30 mg/L
- Hydrocarbures < 5 mg/L

Par ailleurs, des contrôles d'hydrocarbures sont effectués mensuellement conformément à l'arrêté de rejets du site sur chaque émissaire 6 à 10.

Les effluents collectés sur la plate-forme chantier avant suppression du bouchon inter-tranche 2-3 sont :

- les eaux présentes dans le canal, en amont du bouchon inter-tranches 2/3, et vidangées avant d'enclencher les travaux dans le futur canal d'amenée de la tranche 3 ; ces effluents sont constitués uniquement d'eau ayant percolé à travers la digue et le bouchon³. Cette vidange est effectuée en environ 2 semaines à raison de 700 m³/h minimum rejetés en mer via le bassin de rejet de la tranche 1 ou 2 ;
- les eaux d'épuisement des fonds de fouilles, pompées à un débit moyen de 1 000 m³/h. Les effluents correspondants sont principalement chargés en Matières En Suspension (MES) à des taux plus ou moins élevés selon la nature des travaux. On estime à 50 mg/L la concentration moyenne en MES. Ils sont rejetés par l'intermédiaire des ouvrages de rejets principaux de la tranche 1 ou 2.

Pour rejeter au large les eaux d'épuisement des fonds de fouilles par l'intermédiaire des rejets principaux des tranches 1 et 2 et permettre ainsi une meilleure diffusion des MES, des conduites placées sur la digue inter-tranche sont connectées aux bassins de rejets des tranches 1 et 2. Elles sont équipées de systèmes d'orientation pour envoyer les eaux pompées soit vers le bassin de la tranche 2, soit vers le bassin de la tranche 1. L'implantation de ces conduites est présentée en Figure **B-V.2-a**.

Un contrôle des MES dans les rejets liés à l'épuisement des fonds de fouille est effectué au niveau des tuyaux de refoulement conduisant les eaux dans les bassins de rejets.

³ Retour d'expérience du pompage effectué en 2005 : vidange effectuée en 1 semaine à 1400 m³/h avec un taux de MES mesuré de 14 mg/L (les effluents vidangés alors étaient stagnants depuis plusieurs années).

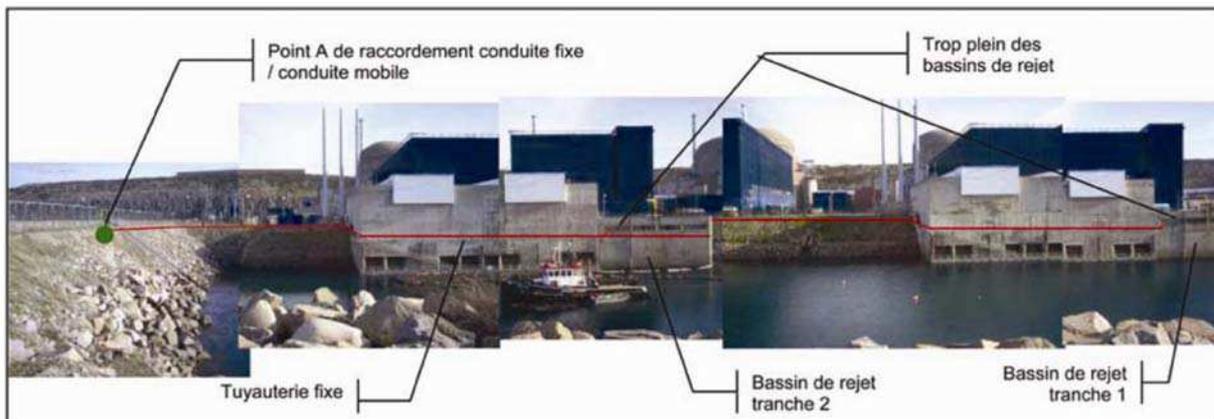


Figure B-V.2-a : Implantation de la conduite de rejet des eaux des fonds de fouille

Les effluents collectés sur la **plate-forme chantier après suppression du bouchon inter-tranche 2-3** sont principalement dus aux essais de démarrage et à l'évacuation des eaux pluviales. Ces rejets sont évacués dans le canal d'aménée par l'intermédiaire de l'émissaire secondaire 15, créé pour la tranche 3. Le bassin de confinement HX peut être utilisé pour prédiluer et stocker temporairement ces effluents avant rejet. Ils sont repris par pompage par les tranches en fonctionnement et rejetés via les ouvrages principaux de rejets en mer. Les rejets liés aux essais de démarrage sont constitués :

- des eaux pluviales collectées sur la plate-forme 3 et rejetées par l'émissaire secondaire 15; les effluents correspondants peuvent contenir des MES et des hydrocarbures ; ils sont traités sur un déshuileur placés en amont du bâtiment HX ;
- d'eau déminéralisée injectée dans les circuits, additionnée de produits de conditionnement : morpholine, lithine, hydrazine, phosphate et bore,
- de MES liées au nettoyage des tuyauteries,
- de fer lié à l'élimination de la rouille des tuyauteries en acier noir,
- d'oxydants résiduels et de trihalométhanes (bromoforme) issus des essais d'électrochloration.

La production d'eau déminéralisée nécessaire aux essais est également une source de rejets prise en compte. L'eau déminéralisée est principalement produite par l'unité de dessalement. Néanmoins, on considère 40 jours par an de fonctionnement de l'installation de déminéralisation d'eau douce en cas d'indisponibilité de l'unité de dessalement. Les rejets liés à la production d'eau déminéralisée comprennent du fer, des MES, du sodium et des sulfates.

Les effluents issus des **travaux en mer** sont constitués d'eau chargée en MES. Ils sont rejetés directement au droit de la zone de travaux. Les caractéristiques de ces effluents selon les deux méthodes envisagées sont :

- pour le déroctage : (eau d'infiltration à travers les parois du puits) une concentration en MES de 25 mg/L due au bruit de fond naturel (11 mg/L) et aux poussières de déroctage (14 mg/L) et un débit de pompage de 70 m³/h,
- pour le forage : (eau présente dans le puits et permettant l'évacuation des matériaux extraits) une concentration en MES de 1g/L et un débit de rejet estimé en moyenne à 200 m³/h et au maximum à 500 m³/h.

V.2.2.2 Estimation des rejets chimiques liés au chantier

Les rejets chimiques en mer correspondants aux différentes activités de chantier peuvent être séparés en deux types :

- les rejets liés aux travaux préparatoires et de construction principale qui se limitent à des matières en suspension, des hydrocarbures, des substances marines et une DBO₅,
- les rejets liés aux essais de démarrage qui mettent en jeu d'autres substances chimiques nécessaires à la sûreté de l'installation Flamanville 3.

♦ **Rejets chimiques lors des travaux préparatoires et de construction principale**

L'ensemble des origines et des émissaires de rejets est précisé dans le Tableau B-V.2-a avec pour chacun la concentration en produits chimiques et le débit de rejet.

Origine du rejet	Substance rejetée	Émissaire de rejet	Quantité	Débit
Eaux de ruissellement	MES	Émissaires secondaires 6 à 10 et émissaire 15	< 30 mg/L en sortie de parcelle ⁴	Fonction des événements pluviométriques
	Hydrocarbures		< 5 mg/L en sortie de parcelle ⁵	
Vidange de la section amont du canal d'amenée	Substances présentes en mer et ayant percolé à travers la digue	Galerie de rejet tranche 2 (ou tranche 1 si tranche 2 à l'arrêt)	variable Comparable au bruit de fond	700 m ³ /h
Vidange des fonds de fouille	MES		50 mg/L	1 000 m ³ /h
ou Réalisation du puits en mer par déroctage Réalisation du puits en mer par forage	MES	Puits en mer	25 mg/L	70 m ³ /h
	MES	Puits en mer	1 g/L	200 à 500 m ³ /h
Stations d'épuration temporaires	DBO ₅	Émissaires secondaires 6 à 10	< 35 mg/L en sortie de station	Fonction de l'activité

Tableau B-V.2-a : Rejets chimiques lors des travaux préparatoires et de construction principale

♦ **Rejets chimiques liés aux essais de démarrage**

L'eau utilisée pour les essais qui s'étendent, d'après le planning prévisionnel, de 2010 à 2011 est de l'eau déminéralisée avec ou sans additif :

- SED : eau déminéralisée sans additif ;
- SER : eau déminéralisée additionnée de morpholine à la concentration de 6 mg/L.

⁴ Cette valeur peut atteindre 650 mg/L en cas de pluie intense (pluie de 10 mm en 15 minutes)

⁵ Cette valeur peut atteindre 7 mg/L en cas de pluie intense

L'estimation des rejets liés aux essais de démarrage est réalisée à partir des volumes d'eau SED ou SER nécessaires pour réaliser les différents essais, des concentrations chimiques requises pour le conditionnement des différents circuits (hydrazine, phosphate, bore, lithine) et des produits résultant (fer, MES, bromoforme, oxydants résiduels).

- Essais pré-opérationnels :
 - Epreuves hydrauliques : utilisation d'un volume d'eau correspondant à la contenance des circuits, de nature SED et SER. Les effluents résultant contiennent de la morpholine, des MES et du fer.
 - Rinçages gravitaires et dynamiques : utilisation d'un volume d'eau variable selon les circuits (1 à 6 fois le volume des circuits ou dans certains cas, 2 fois le volume de bâches situées en amont), de nature SED et SER. Les effluents résultant contiennent de la morpholine, des MES et du fer.
 - Hydrolaser : utilisation de 10% du volume d'eau des circuits, de nature SED et SER. Les effluents résultant contiennent de la morpholine, des MES et du fer.

- Essais d'ensemble du primaire :
 - Chasses en cuve : utilisation d'un volume d'eau correspondant à 2 fois le volume des bâches amont (PTR), de nature SED. Ces essais étant réalisés après nettoyage des tuyauteries (hydrolaser), les effluents ne comportent pas de MES et sont constitués uniquement d'eau déminéralisée sans additif.
 - Essais à froid et épreuve hydraulique de la chaudière : utilisation d'un volume d'eau correspondant à 2 fois le volume des bâches amont (1 fois pour les essais cuve ouverte et 1 fois pour les essais à froid / épreuve hydraulique), de nature SED. Ces essais étant réalisés après nettoyage des tuyauteries (hydrolaser), les effluents ne comportent pas de MES et sont constitués uniquement d'eau déminéralisée sans additif.
 - Essais à chaud : utilisation d'un volume d'eau correspondant à 1 fois le volume des bâches amont (PTR) et 1 fois le circuit primaire, de nature SED et SER, conditionnée avec les réactifs chimiques appropriés. Les effluents résultant contiennent de la morpholine, de l'hydrazine, de la lithine et du bore.

- Essais d'ensemble du secondaire :
 - Epreuve hydraulique de la partie secondaire des générateurs de vapeur : utilisation de 3 fois le volume d'eau des générateurs de vapeur côté secondaire, de nature SER. Les effluents résultant contiennent de la morpholine et des MES.

- Essais sur le tertiaire :
 - Conditionnement des auxiliaires : utilisation de 3 fois le volume d'eau des tuyauteries concernées, de nature SED, conditionnée avec du phosphate. Les effluents résultant contiennent du phosphate et des MES.

- Essais relatifs à l'électrochloration :

Ils suivent le même protocole qu'en fonctionnement normal à savoir : chloration normale à une concentration de 0,5 mg/L de chlore actif en mode séquentiel à raison de 30 minutes par voie de refroidissement. Cela conduit à une concentration moyenne dans le bassin de rejets de 0,5 mg/L en oxydants résiduels et de 0,02 mg/L en trihalométhanes. De plus, la chloration peut être portée exceptionnellement à 1 mg/L, 10 jours par an, en cas de prolifération excessive de salissures biologiques.

Par ailleurs, la production d'eau déminéralisée nécessaire aux essais génère du fer, des MES, du sodium et des sulfates. Selon le mode de fabrication de l'eau déminéralisée, les effluents rejetés le sont dans des proportions très différentes ; en effet, pour les volumes d'eau déminéralisée produits pour les essais de l'EPR (7 200 m³), les quantités d'effluents sont les suivantes (en kg).

Effluents	Mode de fabrication d'eau déminéralisée	
	Déminéralisation d'eau douce	Dessalement d'eau de mer
Fer	2 015	128
MES classiques	3 850	244
Sodium	18 445	4 913
Sulfate	34 300	1 247

Le calcul des rejets liés à l'utilisation d'eau déminéralisée est réalisé en considérant le fonctionnement suivant :

- 40 jours / an d'utilisation de la station de déminéralisation d'eau douce ;
- 325 jours / an d'utilisation de l'unité de dessalement d'eau de mer.

Ce fonctionnement est identique au fonctionnement normal en exploitation.

A partir des valeurs estimées pour chaque type d'essais et pour la production d'eau déminéralisée, les valeurs maximales de flux annuel, flux 24 heures et flux 2 heures pour les années 2010 et 2011 sont présentées dans le Tableau **B-V.2-b**.

Substances ⁶	Conditionnement des circuits (kg/an)	Production d'eau déminéralisée (kg/an)	Flux annuel (kg)	Flux 24H (kg)	Flux 2H (kg)
Fer	400	314	714	40	20
MES	80	600	680	15	8
Phosphates	500		500	170	85
Lithine	2		2	2	1
Hydrazine	0,5		0,5	0,4	0,2
Acide borique	1 250		1 250	1 250	625
Morpholine	300		300	15	8
Sodium	-	6033	6033	60	30
Sulfates	-	4591	4591	120	60

Tableau B-V.2-b : Rejets chimiques lors des montages électromécaniques et des essais de démarrage

De plus, les essais d'électrochloration à 0,5 mg/L et 1 mg/L conduisent aux mêmes concentrations dans le bassin de rejets qu'en exploitation normale à savoir :

Chloration effectuée	Concentration maximale dans le bassin de rejets (mg/L)	
	Oxydants résiduels	Bromoforme
Chloration normale	0,5	0,02
Chloration exceptionnelle à 1 mg/L	1	0,04

Tableau B-V.2-c : Rejets liés aux essais d'électrochloration

V.2.3 Clapage en mer des matériaux extraits du puits de rejets en mer

Les matériaux extraits du puits de rejets en mer, dont le volume est estimé à 1 500 m³, sont différents selon la méthode utilisée. Les méthodes de déroctage et de forage sont décrites au paragraphe V.1.2.2. Ils sont clapés en mer dans des zones autorisées par l'administration choisies pour limiter les impacts sur l'environnement et sur les usagers du domaine public maritime.

La localisation des clapages sera différente selon le procédé de réalisation du puits en mer :

- réalisation du puits par déroctage : les matériaux extraits par cette méthode sont des blocs dont la granulométrie est comprise entre 10 et 20 cm ; ils sont placés sur des barges et clapés en mer au point D2, située à moins de 6 km du puits en mer, c'est une zone strictement rocheuse ;

⁶ Les substances étudiées proviennent à la fois du conditionnement des circuits et de la production d'eau déminéralisée nécessaire au remplissage des circuits.

- réalisation du puits par fonçage : les matériaux extraits sont des graviers de granulométrie de l'ordre de 2 cm. Ils sont évacués du puits en mer pendant le forage par circulation inverse dans l'outil de forage et sont clapés au droit du puits, correspondant au point D1.

La localisation des zones D1 et D2 a fait l'objet d'une étude de faisabilité qui a permis de déterminer les zones les plus adaptées à recevoir des matériaux. Les coordonnées géographiques de ces sites de clapage D1 et D2 sont les suivantes (en Lambert I) :

	X (m)	Y (m)
D1	294 119,431	213 253,750
D2	290 848,152	208 413,269

Les zones sont localisées sur la Figure **B-V.2-b**.

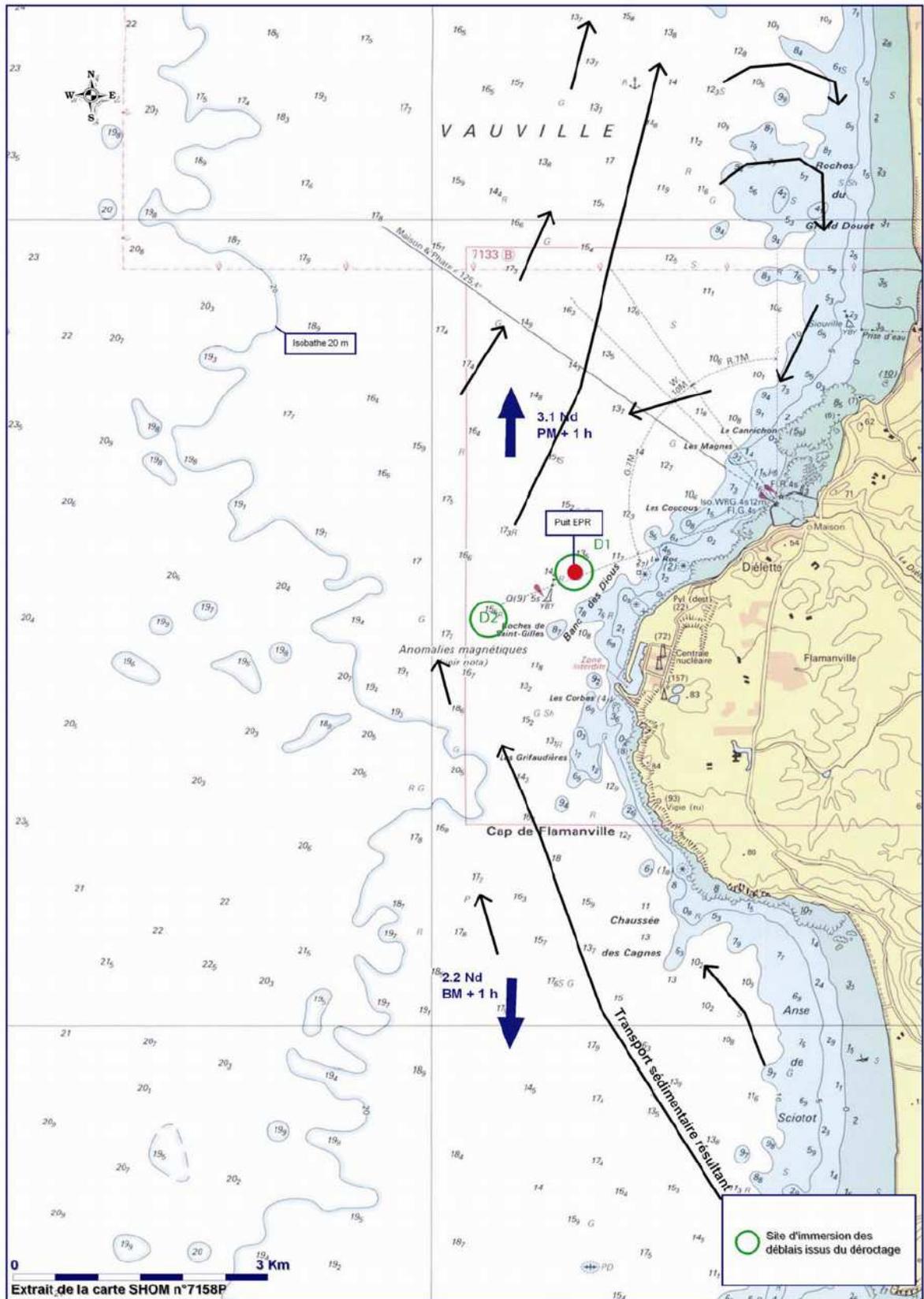


Figure B-V.2-b : Localisation des zones de clapage en mer

V.3 BESOINS ET EMISSIONS DU CHANTIER DANS LE DOMAINE TERRESTRE

Les besoins et émissions du chantier dans le domaine terrestre regroupent :

- Les besoins fonciers pour les installations de chantier,
- Les modifications des sols pour la construction,
- Les besoins en eau douce brute,
- Les besoins en eau potable,
- Les besoins en matériaux de construction,
- Les transports liés au chantier,
- Les rejets chimiques à l'atmosphère et les odeurs,
- Les bruits et vibrations.

V.3.1 Besoins fonciers pour les installations de chantier

Les espaces disponibles sur le site au niveau des plate-formes 3 et 4 et du plateau permettent l'implantation des installations de chantier sans recourir à l'acquisition de nouveaux terrains.

V.3.2 Modification des sols pour la construction

Le chantier de construction conduit à modifier les sols par terrassements, remblaiements et pose d'ouvrages enterrés ainsi que de consolidations en support aux infrastructures des bâtiments principaux.

V.3.3 Besoins en eau douce brute

Les ressources en eau brute du site de Flamanville sont issues de trois cours d'eau : la Diélette, le Grand Douet et le Petit Douet.

L'eau douce nécessaire pendant le chantier de la tranche EPR sera prélevée dans ces rivières avec les moyens existants du site de Flamanville décrits au **Chapitre I, paragraphe 1.3.5.1**.

Pendant la phase des essais, les besoins en eau brute sont limités à la fabrication d'eau déminéralisée. Pendant cette phase, l'eau déminéralisée est fabriquée principalement à partir de l'usine de dessalement (fabrication d'eau déminéralisée à partir d'eau de mer par osmose inverse) ; néanmoins, il est considéré 40 jours par an d'indisponibilité de cette unité (maintenance). Pendant cette période, l'eau déminéralisée de la totalité du site est produite à partir de l'installation de déminéralisation, qui produit de l'eau déminéralisée à partir d'eau brute.

Les besoins en eau brute sont évalués à 612 m³/jour. Les besoins annuels maximum d'eau brute pendant la phase essai de l'EPR sont estimés à 9 200 m³ en 2010 et 2011.

De façon majorante, il est considéré dans la suite que la période d'indisponibilité de l'usine de dessalement est calée pendant les périodes d'étiage (août et septembre).

Les hypothèses retenues pour l'estimation des besoins en eau douce brute pour les différentes activités décrites au **paragraphe V.1** sont les suivantes.

Nature du besoin	Activité correspondant au besoin						Besoin ⁷	Localisation du besoin	
	Installations de chantier	Travaux préparatoires	ouvrages de rejet	génie civil	Montages	Essais		Zone d'installation de chantier	Zone de chantier
Réalisation des bétons	X	X	X	X			200 L / m ³ de béton coulé ⁸	X	
Nettoyage des matériels et arrosage des pistes		X					5 m ³ / jour	X	
	X		X				1 m ³ / jour	X	
				X			30 m ³ / jour	X	
				X			60 m ³ / jour		X
Unité de concassage		X					500 m ³ / jour	X	
Entretien des matériels					X		60 m ³ / jour	X	
Production d'eau déminée						X	230 m ³ / jour pendant 40 jours par an (en 2010 et 2011)	Tranches 1-2 rejet zone chantier	

Tableau B-V.3-a : Répartition des besoins en eau douce brute du chantier

L'évolution des besoins en eau douce brute au cours du chantier est présentée sur la Figure B-V.3-a. Les besoins importants en 2007 au niveau de la zone d'installation de chantier sont liés à l'exploitation de l'unité de concassage. Les pics en 2010 et 2011 sont liés à la fabrication d'eau déminéralisée à partir de la station d'eau déminéralisée en cas d'indisponibilité de l'unité de dessalement.

⁷ Les valeurs proposées sont des valeurs moyennes déterminées à partir de l'analyse des offres techniques (sauf mention contraire).

⁸ Les bétons sont fabriqués sur place. La valeur retenue est une valeur moyenne applicable à tous les types de béton.

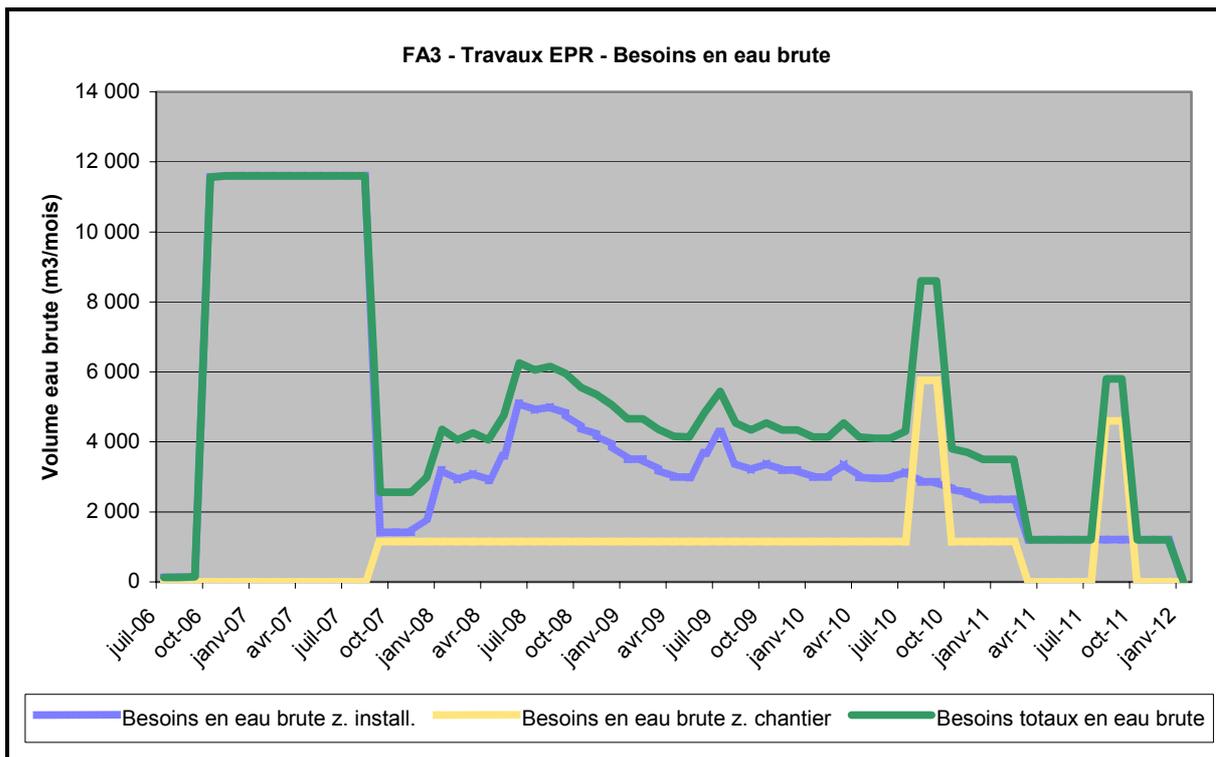


Figure B-V.3-a : Evolution des besoins en eau douce brute du chantier

V.3.4 Besoins en eau potable

L'eau potable est fournie à EDF par la communauté de communes des Pieux dans le cadre d'un accord valable pour les tranches en exploitations et les ouvrages annexes. Cet accord sera étendu à la zone EPR.

Les besoins en eau potable pendant le chantier sont déterminés à partir des hypothèses suivantes :

Nature du besoin	Besoin
Douches	1 douche par personne et par jour - 40 litres d'eau par douche
Toilettes	4 chasses par personne et par jour - 6 litres d'eau par chasse
Eau alimentaire	10 litres par personne et par jour
Lavage des sols	5 litres pour 100 m ² - 1 nettoyage par jour
Total	75 litres par personne et par jour

Tableau B-V.3-b : Hypothèses retenues pour estimer les besoins en eau potable

Les besoins sont principalement localisés dans la zone d'installations de chantier pour toute la durée des travaux.

Le nombre de personne sur le site varie en fonction des phases du chantier selon le graphique ci-dessous.

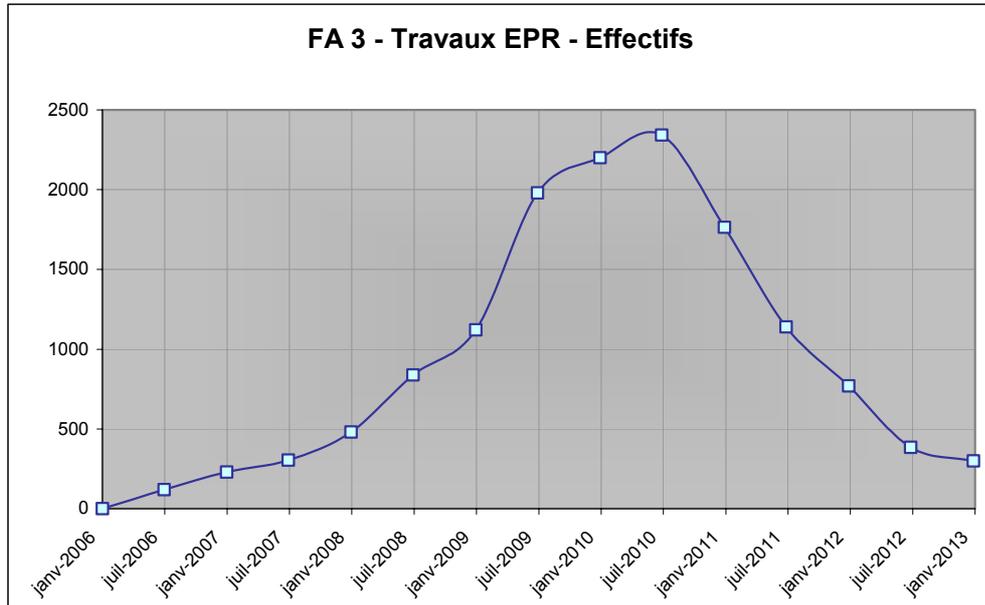
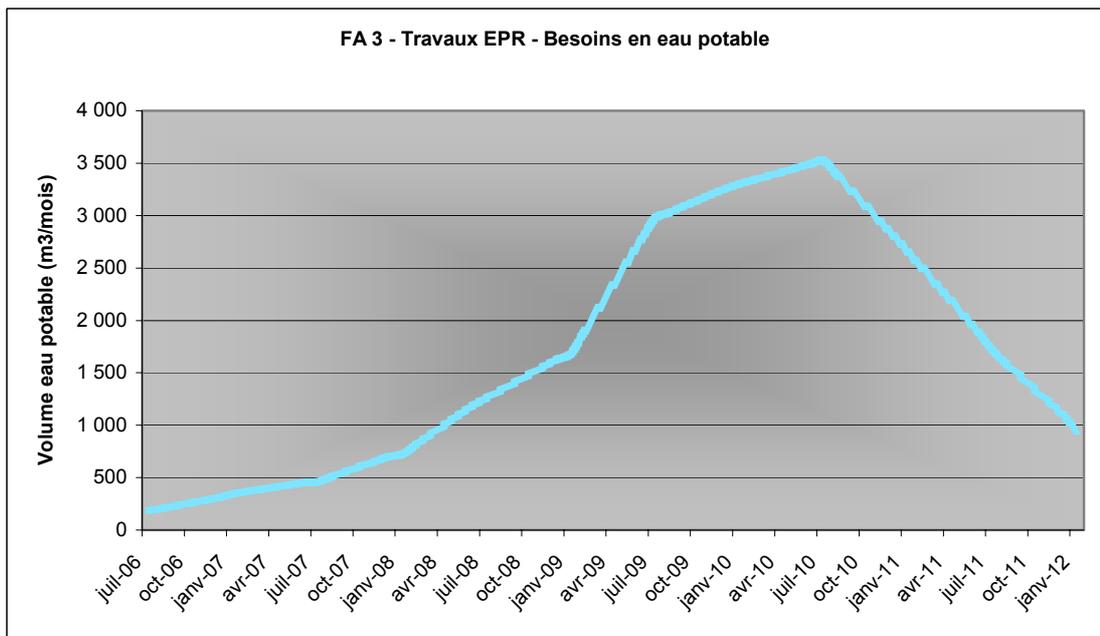


Figure B-V.3-b : Effectif au cours du chantier

Les besoins en eau potable correspondants sont présentés sur la courbe suivante.

Figure B-V.3-c : Besoins en eau potable au cours du chantier



V.3.5 Besoins en matériaux de construction

Les besoins en matériaux diffèrent par l'usage qui en est fait et donc par leur qualité. Leur approvisionnement dans le temps s'échelonne suivant leur destination. On distingue deux catégories de matériaux :

- les matériaux destinés au remblaiement,
- les agrégats et les ciments nécessaires à la réalisation des bétons.

♦ Les matériaux destinés au remblaiement

Les matériaux nécessaires au remblaiement des fouilles et autour des bâtiments proviennent essentiellement de la reprise des terrassements.

♦ les agrégats et les ciments nécessaires à la réalisation des bétons

Les bétons utilisés pour la construction proviennent majoritairement d'une centrale à béton installée sur site, recyclant les déblais rocheux après concassage comme agrégats. Elle est située ainsi que le parc à agrégats et à ciment sur la plate-forme « Guerfa », correspondant à la plate-forme maritime en pied de falaise.

V.3.6 Transports liés au chantier

Les transports liés au chantier couvrent :

- l'approvisionnement du site en matériaux : agrégats, aciers, matériels,
- les déplacements du personnel de chantier,
- l'évacuation des déchets.

L'approvisionnement en matériaux et l'évacuation des déchets se font essentiellement par camions, le site n'étant pas accessible par d'autres moyens de transport. Ils sont réduits par le recyclage des matériaux extraits sur le site. Le nombre de camions correspondant est estimé à 80 par jour en moyenne pendant la période du chantier.

Les déplacements du personnel de chantier se font par la route principalement, par voitures ou par ramassages par cars organisés par les entreprises.

L'approvisionnement en matériaux et en personnel ainsi que l'évacuation des matériaux extraits de la plate-forme en mer se font par barges prioritairement complétées par hélicoptère.

L'accès direct à la zone chantier par l'entrée Nord du site est utilisé.

V.3.7 Rejets chimiques à l'atmosphère et odeurs

Le chantier dans sa phase préparatoire est générateur de poussières en pied de falaise liées :

- à la démolition de bétons en pieds de poteaux de clôture et sur une petite plate-forme, cette activité étant très limitée dans le temps et l'espace,
- au terrassement de la plate-forme
- à la circulation des engins de chantier,
- au concassage des roches.

Les engins de chantier ainsi que les groupes électrogènes de secours sont à l'origine d'émission de gaz d'échappement. L'utilisation des groupes électrogènes est cependant limité aux essais et aux secours éventuels.

Par ailleurs, le calorifuge mis en place sur les équipements et tuyauteries chaudes dégage, par dégradation thermique, lors de la première montée en température des vapeurs formolées dans le bâtiment réacteur, qui peuvent être à l'origine de monoxyde de carbone.

Afin de maintenir des concentrations en formol et en monoxyde de carbone inférieures aux valeurs limites moyennes d'exposition indicatives qui peuvent être admises dans les locaux de travail, les rejets gazeux sont évacués via la cheminée de rejet par la mise en fonctionnement du système de ventilation EBA.

Les estimations de rejets gazeux de formol et de monoxyde de carbone ajoutées dans l'environnement suite aux essais à chaud sont réalisées en considérant les cas les plus pénalisants. Les quantités maximales produites dans l'enceinte du bâtiment réacteur sont de l'ordre de 1230 g de formol et de 1152 g de monoxyde de carbone. Selon le débit utilisé pour la ventilation, petit ou normal, le temps de fonctionnement nécessaire pour évacuer ces quantités afin de respecter les VME est estimé à 10 heures à débit normal et 52 heures à petit débit.

Les concentrations maximales ajoutées dans l'environnement correspondantes sont les suivantes : $5,6 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en formol et $5,2 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en monoxyde de carbone.

Les concentrations moyennes ajoutées dans l'environnement correspondantes sont les suivantes : $1,5 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en formol et $1,4 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en monoxyde de carbone.

Les seules odeurs générées par le chantier pourront éventuellement provenir des gaz d'échappement des engins de chantier et du dégagement de formol.

V.3.8 Bruits et vibrations

Les activités émettrices de bruits et de vibrations pendant le chantier sont principalement :

- Le minage, réalisé à terre et éventuellement en mer,
- Le concassage réalisé sur la plate-forme pied de falaise,
- La fabrication du béton au niveau des centrales à béton sur la plate-forme pied de falaise et la plate-forme Guerfa,
- Le transport sur le site.

Les groupes électrogènes mis en place pour secourir le pompage du puits à terre et de la galerie de liaison ne sont utilisés qu'occasionnellement.

L'ensemble des émissions bruyantes est atténué par la présence de la falaise.

V.4 CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUE DU CHANTIER

Sur le plan démographique, on distingue les effectifs de chantier proprement dits et l'apport démographique total qui en résulte pour la région. Dans les effectifs de chantier, on distingue :

- les personnels d'Entreprises,
- les agents EDF,
- le personnel extérieur de service

L'évolution des effectifs du chantier est présentée en Figure B-V.3-b au **Chapitre V.3**. Au pic d'activité, 2 400 travailleurs sont attendus sur le site.

♦ Les personnels d'Entreprises

Ils sont présents uniquement pendant la période de construction. Ils se subdivisent schématiquement en 2 corps de métiers :

- **le personnel de génie civil pour la préparation du site et pour la construction des ouvrages**

Il s'agit dans l'ensemble d'un personnel d'exécution puisqu'il est constitué par :

- 3 % de cadres et d'ingénieurs,
- 7 % d'agents de maîtrise,
- 90 % d'ouvriers et d'employés.

Les principales qualifications qui interviennent représentent les pourcentages moyens suivants :

- boiseurs, coffreurs, cimentiers 43 %
- manœuvres, ouvriers spécialisés 30 %
- ferrailleurs béton 15 %
- chef d'équipe 7 %
- conducteurs d'engins 5 %

L'expérience des chantiers passés montre que c'est dans le domaine du personnel de génie civil que la part de l'embauche locale varie le plus d'un site à l'autre, bien que la structure de la main-d'œuvre soit peu différente dans chaque cas.

- **le personnel d'électromécanique affecté à l'installation des équipements**

Ce personnel est dans l'ensemble très qualifié et se répartit à raison de :

- 10 % de cadres,
- 30 % d'agents de maîtrise,
- 60 % d'ouvriers et d'employés.

Les principales qualifications qui interviennent sont approximativement les suivantes :

- tuyauteurs industriels 34 %
- soudeurs sur métaux nobles 15 %
- soudures sur acier noir 11 %
- chaudronniers 9 %
- ajusteurs 9 %
- monteurs thermiciens 8,5 %
- monteurs électriciens 7 %
- ouvriers électriciens 6,5 %

L'expérience acquise par EDF montre que sur la plupart des chantiers, le pourcentage de main-d'œuvre locale dans l'électromécanique reste faible et de l'ordre de 25 % du total.

◆ Les agents EDF

- de la Division Ingénierie Nucléaire : ils coordonnent et surveillent les travaux de construction. Ils ne sont présents que pendant la durée du chantier.
- de la Division Production Nucléaire : ils participent aux essais de démarrage et exploitent ensuite la centrale. Ils seront donc présents pendant toute la durée d'exploitation.

Les besoins sur le site de techniciens confirmés et personnels d'encadrement habitués à conduire de tels chantiers nécessitent un recrutement largement antérieur au démarrage des travaux, afin de prévoir la formation préalable des personnels aux techniques de construction ou d'exploitation.

Des possibilités d'embauches locales sont cependant envisageables.

L'appel à la main-d'œuvre locale par EDF reste en général inférieur à :

- 10 % de l'effectif EDF – Division Ingénierie Nucléaire,
- 30 % de l'effectif EDF – Division Production Nucléaire.

◆ Le personnel extérieur de service

Il assume des fonctions de gardiennage, d'entretien des locaux et de travaux d'entretien divers et pour lequel le recrutement peut se faire en bonne partie dans la région.

PIECE B

CHAPITRE VI

CONCLUSION

En conclusion, le réacteur EPR (European Pressurized Reactor) Flamanville 3 appartient à la troisième génération de réacteurs de la filière à eau sous pression, qui a pour ambition de fournir une énergie électrique à un prix compétitif, tout en atteignant un très haut niveau de sûreté. Sa capacité est de 1630 MW électriques.

Dans le prolongement du fonctionnement satisfaisant des 58 réacteurs français actuels, cet accroissement du niveau de sûreté s'appuie sur l'intégration, dans une conception évolutionnaire et dans une démarche de progrès permanent, de l'ensemble des connaissances et de l'expérience acquises avec plusieurs milliers d'années-réacteur ainsi que sur un ensemble de directives techniques pour la conception et la construction de la nouvelle génération de réacteurs nucléaires définies conjointement par les Autorités de Sûreté Nucléaires française et allemande.

Les avancées de l'installation EPR de Flamanville 3 portent sur :

- l'amélioration de la sûreté avec :
 - des systèmes de sauvegarde quadruplés et une diversification accrue de leurs fonctions support ,
 - une protection renforcée contre les agressions externes, notamment le séisme et les chutes d'avions,
 - un dispositif de récupération du combustible et de la cuve fondus en cas d'accident grave,
- la réduction de l'impact sur l'environnement avec la mise en place des meilleures techniques de tri, de traitement et de contrôle des effluents, disponibles et éprouvées à coût acceptable, permettant de limiter les rejets,
- la réduction de l'exposition des travailleurs, grâce aux choix de conception au niveau des matériaux, de l'installation des circuits et de l'agencement des locaux,
- l'intégration de la phase démantèlement dès la conception dans les choix de matériaux, les dispositions d'installation et d'exploitation comme le zonage de propreté radiologique,
- l'amélioration de la manœuvrabilité avec une plus grande flexibilité de gestion, une instrumentation optimisée, une séparation du bâtiment réacteur en deux zones « two rooms » permettant de la maintenance en marche,
- les performances économiques tant au niveau de la construction, de la disponibilité, de l'exploitation et de la maintenance, de la durée de vie que du démantèlement de l'installation.

Fort de son expérience des grands chantiers industriels, EDF va construire cette tranche dans un délai de 54 mois s'attachant de la même façon à limiter les risques, les impacts sur l'environnement et le voisinage tout en s'appuyant autant que possible sur les ressources locales.

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE

SOCIÉTÉ ANONYME

MONTANT DU CAPITAL SOCIAL : 911 085 545 €
SIREN : 552 081 317 RCS PARIS
Siège social : 20-30 avenue de Wagram – 75008 Paris

DIRECTION PRODUCTION INGENIERIE

DIVISION INGENIERIE NUCLEAIRE

**CENTRALE NUCLEAIRE DE
FLAMANVILLE**

UNITE 3

COMMUNE DE FLAMANVILLE

DEPARTEMENT DE LA MANCHE

DEMANDE D'AUTORISATION DE CREATION

Article L227-1 du Code de l'Environnement
Décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963 modifié

PIECE C

DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE

SOMMAIRE Pièce C

0 PREAMBULE

I ETAT DE REFERENCE DE L'ÉCOSYSTÈME MARIN

I.1 DESCRIPTION GLOBALE DE L'ÉCOSYSTÈME MARIN

I.2 ETAT DE RÉFÉRENCE HYDROLOGIQUE MARIN

I.2.1 Les niveaux de marées

I.2.2 Les courants

I.2.3 La houle

I.2.4 Sédimentologie

I.3 ÉTAT DE RÉFÉRENCE THERMIQUE MARIN

I.3.1 Avant la mise en service des tranches 1-2

I.3.2 Après la mise en service des tranches 1-2

I.4 ÉTAT DE RÉFÉRENCE PHYSICO-CHIMIQUE MARIN

I.4.1 État de référence avant la mise en service des tranches 1 et 2

I.4.2 État de référence après la mise en service des tranches 1 et 2 (1987 à 2004)

I.5 ETAT DE RÉFÉRENCE BIOLOGIQUE MARIN

I.5.1 Le phytoplancton

I.5.2 Le zooplancton

I.5.3 La microbiologie

I.5.4 Le domaine benthique

I.5.5 Le domaine halieutique

I.5.6 Conclusion

I.6 ETAT DE RÉFÉRENCE RADIOÉCOLOGIQUE MARIN

I.6.1 Chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement

I.6.2 État radioécologique établi avant le mise en service des tranches 1-2

I.6.3 Synthèse des résultats obtenus dans le cadre du contrôle réglementaire et des études radioécologiques réalisées dans l'environnement du site depuis la mise en service des tranches 1-2

I.6.4 Conclusion des analyses radioécologiques dans le domaine marin

II ÉTAT DE RÉFÉRENCE DE L'ÉCOSYSTÈME TERRESTRE

II.1 ETAT DE REFERENCE TOPOGRAPHIQUE

II.1.1 Localisation générale

II.1.2 Topographie locale

II.2 ETAT DE RÉFÉRENCE GÉOLOGIQUE ET SISMOLOGIQUE

II.2.1 Géologie

II.2.2 Sismologie

II.3 ÉTAT DE RÉFÉRENCE HYDROGÉOLOGIQUE

II.3.1 Contexte hydrogéologique

II.3.2 Hydrogéologie avant travaux de la tranche EPR

- II.3.3 Caractéristiques hydrodynamiques des aquifères
- II.3.4 Suivi piézométrique
- II.4 ÉTAT DE RÉFÉRENCE HYDROLOGIQUE
 - II.4.1 La Diélette
 - II.4.2 Le Grand Douet
 - II.4.3 Le Petit Douet
- II.5 UTILISATION DE L'EAU
- II.6 ÉTAT DE RÉFÉRENCE CLIMATIQUE
 - II.6.1 Introduction
 - II.6.2 Météorologie locale
 - II.6.3 Météorologie régionale
- II.7 ÉTAT DE RÉFÉRENCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR
- II.8 ÉTAT DE RÉFÉRENCE SONORE
 - II.8.1 Avant construction des tranches 1 – 2
 - II.8.2 Après construction des tranches 1 – 2
- II.9 ÉTAT DE RÉFÉRENCE BIOLOGIQUE TERRESTRE
 - II.9.1 La végétation
 - II.9.2 Végétation sur l'emprise de la future tranche EPR et de la plate-forme chantier
 - II.9.3 La faune terrestre
- II.10 ÉTAT DE RÉFÉRENCE RADIOÉCOLOGIQUE TERRESTRE
 - II.10.1 Chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement
 - II.10.2 État radioécologique établi avant la mise en service des tranches 1-2
 - II.10.3 Synthèse des résultats obtenus dans le cadre du contrôle réglementaire et des études radioécologiques réalisées dans l'environnement du site depuis la mise en service des tranches 1-2
 - II.10.4 Conclusion des analyses radioécologiques dans le domaine terrestre
- III ÉTAT DE RÉFÉRENCE DES ESPACES ET DES ESPÈCES SENSIBLES**
 - III.1 ZONES NATURELLES D'INTÉRÊT ÉCOLOGIQUE, FAUNISTIQUE ET FLORISTIQUE (ZNIEFF)
 - III.2 NATURA 2000
 - III.2.1 Le réseau Natura 2000
 - III.2.2 La notion d'habitat
 - III.2.3 Présentation des sites identifiés
 - III.2.4 Habitats naturels identifiés sur les SIC
 - III.2.5 Espèces concernées sur ces sites
 - III.3 AUTRES ZONES PROTÉGÉES
- IV DESCRIPTION DU PAYSAGE ET DE LA SOCIOÉCONOMIE**
 - IV.1 DESCRIPTION DE L'ARCHITECTURE ET DU PAYSAGE
 - IV.1.1 Définition du site d'étude
 - IV.1.2 Analyse de l'existant
 - IV.1.3 Perception des paysages

- IV.1.4 Facteurs d'évolution
- IV.1.5 Bilan
- IV.2 DESCRIPTION DE LA SOCIOÉCONOMIE
 - IV.2.1 Environnement humain
 - IV.2.2 Économie rurale et activités annexes
 - IV.2.3 Régime alimentaire des populations
 - IV.2.4 Environnement industriel et voies de communication

V CONCLUSION

- V.1 ENVIRONNEMENTS MARIN ET TERRESTRE
 - V.1.1 Environnement marin
 - V.1.2 Environnement terrestre
 - V.1.3 Radioécologie
- V.2 ENVIRONNEMENT SOCIOÉCONOMIQUE
 - V.2.1 Démographie
 - V.2.2 Agriculture, élevage et pêche
 - V.2.3 Industrie et voies de communication

PIECE C

CHAPITRE 0

PREAMBULE

La description de l'environnement du site de Flamanville qui constitue l'état initial de l'environnement avant implantation de la troisième unité de production électronucléaire, objet de la présente pièce C, se décompose de la façon suivante :

- Chapitre I : État de référence de l'écosystème marin ;
- Chapitre II : État de référence de l'écosystème terrestre ;
- Chapitre III : État de référence des espaces et des espèces sensibles ;
- Chapitre IV : Description du paysage et de la socioéconomie ;
- Chapitre V : Conclusion.

La description de l'environnement permet d'avoir une vision précise de l'état de l'environnement aquatique, terrestre et humain autour de la zone d'implantation du projet ce qui sert de base à la réalisation de l'étude de dangers et de l'étude d'impact.

Lorsque cela est possible et pertinent, la description de l'environnement est séparée en deux périodes : la période avant mise en service des tranches 1-2 et la période après mise en service des tranches 1-2.

Les périmètres d'étude des différents domaines de l'état de référence sont présentés sur la figure suivante. Ils varient selon les domaines afin de s'adapter à leurs problématiques spécifiques.



Légende :

-  Cercle des 10 km : zone d'étude de l'hydrologie, de la thermique, de l'hydrogéologie et de la météorologie régionales, des zones protégées, de la population, de l'agriculture, de la pêche, de la chasse, des industries et des voies de communication.
-  Cercle des 5 km : zone d'étude de la sédimentologie, de l'acoustique, de la biologie terrestre, des paysages, de la radioécologie marine
-  Flamanville : zone d'étude de l'hydrologie marine, de l'hydrogéologie et la météorologie locales
-  Zone d'étude de l'hydroécologie (physico-chimie et biologie)
-  Zone d'étude de la radioécologie terrestre
-  Zone d'étude de la radioécologie littorale

PIECE C

CHAPITRE I

ETAT DE REFERENCE DE L'ECOSYSTEME MARIN

SOMMAIRE Chapitre I

I	ETAT DE REFERENCE DE L'ECOSYSTEME MARIN.....	5
I.1	DESCRIPTION GLOBALE DE L'ECOSYSTEME MARIN	5
I.2	ETAT DE REFERENCE HYDROLOGIQUE MARIN.....	5
I.2.1	Les niveaux de marées.....	5
I.2.1.1	Cote majorée de sécurité.....	6
I.2.1.2	Plus Basses Eaux de Sécurité.....	7
I.2.2	Les courants	7
I.2.2.1	Courants généraux de la Manche.....	7
I.2.2.2	Courants de marée	7
I.2.2.2.1	<i>Intensité et direction</i>	7
I.2.2.2.2	<i>Excursion et dérive</i>	9
I.2.3	La houle	9
I.2.4	Sédimentologie	10
I.2.4.1.1	<i>Morphologie</i>	10
I.2.4.1.2	<i>Granulométrie</i>	10
I.3	ETAT DE REFERENCE THERMIQUE MARIN.....	13
I.3.1	Avant la mise en service des tranches 1-2	13
I.3.2	Après la mise en service des tranches 1-2	13
I.3.2.1	Variations temporelles.....	13
I.3.2.1.1	<i>Variations journalières</i>	13
I.3.2.1.2	<i>Variations pluriannuelles</i>	13
I.3.2.2	Variations spatiales.....	14
I.3.2.2.1	<i>Homogénéité verticale de la température</i>	14
I.3.2.2.2	<i>Variations en surface</i>	15
I.3.2.2.2.1	Thermographies aériennes.....	15
I.3.2.2.2.2	Modélisation numérique.....	15
I.4	ETAT DE REFERENCE PHYSICO-CHIMIQUE MARIN.....	19
I.4.1	État de référence avant la mise en service des tranches 1 et 2	21
I.4.1.1	La salinité.....	22
I.4.1.2	Les matières azotées.....	23
I.4.1.2.1	<i>Ammonium</i>	23
I.4.1.2.2	<i>Nitrates</i>	23
I.4.1.2.3	<i>Nitrites</i>	24
I.4.1.3	Les phosphates.....	24
I.4.1.4	Silicates.....	25
I.4.1.5	Les matières en suspension (MES)	25
I.4.1.6	Conclusion	26
I.4.2	État de référence après la mise en service des tranches 1 et 2 (1987 à 2004).....	26
I.4.2.1	La salinité.....	27
I.4.2.2	Les matières azotées.....	28
I.4.2.2.1	<i>Ammonium</i>	28
I.4.2.2.2	<i>Nitrates</i>	29
I.4.2.2.3	<i>Nitrites</i>	30
I.4.2.3	Phosphates.....	31
I.4.2.4	Silicates.....	32
I.4.2.5	Les matières en suspension (MES)	33
I.4.2.6	Les trihalométhanes.....	34

I.4.2.7	Le bore	34
I.4.2.8	Conclusion	35
I.5	ETAT DE REFERENCE BIOLOGIQUE MARIN.....	35
I.5.1	Le phytoplancton.....	36
I.5.2	Le zooplancton.....	38
I.5.3	La microbiologie	38
I.5.4	Le domaine benthique.....	39
I.5.4.1	La zone intertidale.....	39
I.5.4.1.1	<i>Phytobenthos</i>	39
I.5.4.1.2	<i>Zoobenthos</i>	40
I.5.4.2	Zone subtidale	42
I.5.4.2.1	<i>Phytobenthos</i>	42
I.5.4.2.2	<i>Zoobenthos</i>	43
I.5.5	Le domaine halieutique.....	43
I.5.5.1	Larves de crustacés	43
I.5.5.1.1	<i>Larves de homard</i>	44
I.5.5.1.2	<i>Larves d'araignée Maja brachydactyla Balss</i>	44
I.5.5.2	Surveillance des pêches côtières.....	45
I.5.5.2.1	<i>Le homard</i>	45
I.5.5.2.2	<i>Le tourteau</i>	45
I.5.5.2.3	<i>L'araignée</i>	46
I.5.5.2.4	<i>L'étrille</i>	46
I.5.5.2.5	<i>Conclusion</i>	46
I.5.6	Conclusion	46
I.6	ETAT DE REFERENCE RADIOECOLOGIQUE MARIN.....	46
I.6.1	Chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement	46
I.6.2	État radioécologique établi avant le mise en service des tranches 1 – 2.....	47
I.6.3	Synthèse des résultats obtenus dans le cadre du contrôle réglementaire et des études radioécologiques réalisées dans l'environnement du site depuis la mise en service des tranches 1 – 2	47
I.6.3.1	Contrôle et surveillance réglementaires réalisés par le site.....	47
I.6.3.2	Analyses réalisées entre 1991 et 1995 dans le cadre du suivi radioécologique annuel	48
I.6.3.3	Analyses effectuées dans le cadre du bilan radioécologique décennal de 1996.....	48
I.6.3.3.1	<i>Radionucléides émetteurs α</i>	48
I.6.3.3.2	<i>Radionucléides émetteurs β</i>	49
I.6.3.3.3	<i>Radionucléides émetteurs γ</i>	49
I.6.3.4	Analyses réalisées entre 1997 et 2003 dans le cadre du suivi radioécologique annuel	50
I.6.4	Conclusion des analyses radioécologiques dans le domaine marin.....	50

SOMMAIRE Tableaux Chapitre I

Tableau C-I.2-a :	Niveaux de marées à Diélette	6
Tableau C-I.2-b :	Valeurs des surcotes marines extrêmes	6
Tableau C-I.2-c :	Valeurs des décotes marines extrêmes	7
Tableau C-I.2-d :	Hauteurs statistiques de houle sur le site de Flamanville	9
Tableau C-I.2-e :	Composition granulométrique (% poids sec) des mesures effectuées sur l'estran.....	10
Tableau C-I.2-f :	Composition granulométrique (% poids sec) des mesures effectuées dans le canal d'aménée du CNPE de Flamanville.....	11
Figure C-I.2-b :	Localisation des points de prélèvements des échantillons de sédiments	12
Tableau C-I.4-a :	Taux de conversion des μM au mg/l par paramètre physico-chimique.....	20
Tableau C-I.6-a :	Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les sédiments collectés à proximité du CNPE de Flamanville entre 1981 et 2003	51
Tableau C-I.6-b :	Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les algues collectées à proximité du CNPE de Flamanville entre 1981 et 2003	52
Tableau C-I.6-c :	Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les poissons pêchés à proximité du CNPE de Flamanville entre 1981 et 2003	53
Tableau C-I.6-d :	Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les mollusques et crustacés collectés à proximité du CNPE de Flamanville entre 1981 et 2003	54

SOMMAIRE Figures Chapitre I

Figure C-I.2-a :	Carte de courants (Atlas des courants de marée du SHOM (1998))	8
Figure C-I.3-a :	Régime lissé des températures d'eau de mer à Flamanville pour la période 1995-2004	14
Figure C-I.3-b :	Échauffement résiduel maximal dans l'anse de Sciotot, marée de morte-eau moyenne PM+12h	16
Figure C-I.3-c :	Échauffement à 50 m du point de rejet 2, coupe verticale, PM+3h30.....	16
Figure C-I.3-d :	Échauffement résiduel à 50 m des rejets, marée de morte-eau moyenne	17
Figure C-I.3-e :	Expansion maximale de la tache des 1°C, marée de morte-eau moyenne	18
Figure C-I.4-a :	Positionnement des points d'échantillonnage entre 1976 et 2004 pour les études de surveillance de l'environnement du domaine pélagique (extrait de IFREMER 2005).....	20
Figure C-I.4-b :	Salinité médiane de l'eau de mer tous points confondus par mois sur la période d'étude 1976-1985 ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005).....	22
Figure C-I.4-c :	Distribution des concentrations médianes d'ammonium dans l'eau de mer tous points confondus et par mois sur la période d'étude 1976-1985, ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005).....	23
Figure C-I.4-d :	Distribution des médianes des concentrations en nitrates dans l'eau de mer tous points confondus, par mois, sur la période d'étude 1976-1985, ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005).....	23
Figure C-I.4-e :	Distribution des médianes des concentrations en nitrites dans l'eau de mer tous points confondus par mois sur la période d'étude 1976-1985, ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005).....	24
Figure C-I.4-f :	Distribution des médianes des concentrations en phosphates dans l'eau de mer tous points confondus, par mois, sur la période d'étude 1976-1985, ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005).....	24
Figure C-I.4-g :	Distribution de la médiane des concentrations en silicates dans l'eau de mer tous points confondus, par mois sur la période d'étude 1976-1985, ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005).....	25
Figure C-I.4-h :	Distribution des médianes en MES dans l'eau de mer tous points confondus, par mois sur la période d'étude 1976-1985, ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005)	25
Figure C-I.4-i :	Points de surveillance écologique du site de Flamanville	26
Figure C-I.4-j :	Distribution des médianes de la salinité de l'eau de mer sur la période d'étude 1987- 2004 (extrait IFREMER, 2005)	27
Figure C-I.4-k :	Distribution des médianes des concentrations en ammonium dans l'eau de mer, par point, sur la période d'étude 1987-2004. (extrait IFREMER, 2005)	28
Figure C-I.4-l :	Distribution des médianes des concentrations en nitrates dans l'eau de mer, par point, sur la période d'étude 1987-2004 (extrait IFREMER, 2005).....	29

Figure C-I.4-m :	Distribution des médianes des concentrations en nitrites dans l'eau de mer sur la période d'étude 1987-2004 par point d'échantillonnage (extrait IFREMER, 2005).....	30
Figure C-I.4-n :	Distribution des médianes des concentrations en phosphates dans l'eau de mer par point sur la période d'étude 1987-2004 (extrait IFREMER, 2005)	31
Figure C-I.4-o :	Distribution des médianes des concentrations en silicates dans l'eau de mer, par point, sur la période d'étude 1987-2004 (extrait IFREMER, 2005)	32
Figure C-I.4-p :	Distribution des médianes des MES dans l'eau de mer sur la période d'étude 2001-2004 (extrait IFREMER, 2005)	33
Figure C-I.4-q :	Concentrations médianes en bore dans l'eau de mer observées depuis 2000 (extrait IFREMER, 2005)	34
Figure C-I.5-a :	Distribution de la médiane (et maxima et minima) de chlorophylle a tous points confondus et par mois, sur la période d'études 1976-1985 (extrait IFREMER, 2005).....	37
Figure C-I.5-b :	Distribution des médianes en chlorophylle a sur la période d'étude 1987-2004 (extrait IFREMER, 2005)	37
Figure C-I.5-c :	Extrémité d'un thalle de <i>Fucus serratus</i> (extrait IFREMER, 2005).....	40
Figure C-I.5-d :	Principaux cirripèdes en zone intertidale de Flamanville (extrait IFREMER, 2005).....	41
Figure C-I.5-e :	Peuplements phytobenthiques au large de Flamanville (campagnes de 1975 et 1977), (extrait IFREMER, 2005)	42
Figure C-I.5-f :	Zone de cantonnement au droit du CNPE.....	45

I ETAT DE REFERENCE DE L'ECOSYSTEME MARIN

I.1 DESCRIPTION GLOBALE DE L'ECOSYSTEME MARIN

Situé sur la façade ouest du Cotentin, en bordure de la côte rocheuse du Cap de Flamanville, le site est soumis aux régimes marins de la Manche occidentale, modifiés par l'influence des îles Anglo-Normandes (Jersey, Sercq, Guernesey, Aurigny) et de la presqu'île du Cotentin.

Les îles Anglo-Normandes se trouvent respectivement à 35 km au Sud-Ouest pour Jersey, 35 km à l'Ouest pour Sercq, 45 km à l'Ouest pour Guernesey, et 30 km à l'Ouest-Nord-Ouest pour Aurigny.

Le littoral du secteur côtier entre Vauville et Carteret est marqué par des étendues sableuses, bordées par de puissants cordons dunaires, interrompues par les pointements rocheux de Carteret (schistes et grès), du Rozel (schistes) et de Flamanville (granite et roches de métamorphisme de contact).

Les courants de marée dans cette zone sont très importants (proximité du Raz Blanchard), et conditionnent fortement l'environnement marin plutôt océanique. Le site est soumis à un régime de marée de type semi-diurne.

L'eau de mer est utilisée pour le refroidissement des condenseurs et est pompée via le canal d'amenée construit sur le littoral et protégé de l'agitation par deux digues. Les rejets des tranches 1-2 se font via des galeries souterraines à environ 500 et 600 m au large.

Les fonds devant le site de Flamanville descendent très vite, puisqu'on atteint la ligne bathymétrique des -10 m CM¹ à environ 700 mètres et la ligne des -20 m CM à environ 4 kilomètres.

I.2 ETAT DE REFERENCE HYDROLOGIQUE MARIN

Le périmètre de l'état de référence hydrologique marin est régional pour la courantologie et se restreint à une zone de rayon 5 km autour du site pour la sédimentologie. La détermination de la cote majorée de sécurité, des plus basses eaux de sécurité et de la houle est réalisée au niveau du site de Flamanville.

I.2.1 Les niveaux de marées

Les marnages dans le golfe Normand-Breton sont parmi les plus élevés du monde, en raison notamment de la réflexion de l'onde de marée sur la presqu'île du Cotentin.

A Diélette, petit port situé juste au nord du site de Flamanville, les niveaux de marée, déterminés par le SHOM² sont donnés dans le Tableau C-I.2-a.

¹ CM = Carte Marine, le 0 m CM est le niveau des plus basses eaux et est égal sur le site de Flamanville à -4,92 m NGFN (IGN69)

² SHOM : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

Diélette	Niveau de pleine mer (en m CM ³)	Niveau de basse mer (en m CM)	Marnage (en m)
Marée de vive eau exceptionnelle (coeff 120)	10,80	0	10,80
Marée moyenne (coeff 70)	8,70	2,20	6,50
Marée de vive eau moyenne (coeff 95)	9,75	1,20	8,55
Marée de morte-eau moyenne (coeff 45)	7,45	3,50	3,95

Tableau C-I.2-a : Niveaux de marées à Diélette

Le niveau moyen de la mer est de 5,44 m CM. Plus on se déplace vers le sud de la presqu'île du Cotentin, plus les marnages augmentent.

A ces niveaux liés à la marée, peuvent s'ajouter des surélévations (surcotes) ou des abaissements (décotes) liés aux conditions météorologiques (action du vent, gradient de pression atmosphérique).

I.2.1.1 Cote majorée de sécurité

D'après la Règle Fondamentale de Sûreté I-2 e, la cote majorée de sécurité correspond, pour les sites en bord de mer, à la combinaison du niveau de pleine mer de coefficient 120 et de la surcote millénale avec un intervalle de confiance à 70% .

Marée maximale de coefficient 120

Le niveau de pleine mer de vive eau exceptionnelle (coefficient 120) correspondant au niveau maximal lié à la marée astronomique est, pour le port de Diélette (et par conséquent pour le site de Flamanville) de 10.80 m Cote Marine (C.M), soit $10.80 - 4.92 = 5.88$ m NGFN⁴, le zéro des cotes marines ayant été fixé à -4.92 m NGFN pour Flamanville.

Surcote marine millénale

Les ports de référence les plus proches du site de Flamanville sont ceux de Cherbourg et Saint-Malo pour lesquels existent de longues séries d'observations des hauteurs d'eau. La durée importante de ces observations permet une bonne estimation statistique et une bonne précision dans la détermination des événements extrêmes.

Une série de mesures de niveaux d'eau réalisées dans le Port de Diélette a, quant à elle, permis d'établir une bonne corrélation entre les niveaux marins dans les ports de référence et dans le Port de Diélette.

L'étude statistique des surcotes extrêmes effectuées en 2002 par EDF-R&D, à partir de combinaisons de données à Cherbourg, à St-Malo et à Diélette, donne les valeurs de surcotes suivantes : .

Surcotes extrêmes	Borne inférieure (cm)	Estimation ponctuelle (cm)	Borne supérieure (cm)
Surcote Centennale	150	156	162
Surcote Millénale	174	183	191

Tableau C-I.2-b : Valeurs des surcotes marines extrêmes

³ CM = Cote Marine, le 0 m CM est le niveau des plus basses eaux et est égal à Flamanville à -4.92 m NGFN (IGN69)

⁴ Nivellement Général de la France Normal

La surcote millénale est donc de 1,83m, avec un intervalle de confiance à 70 % de [1,74m ; 1,91m].

Pour Flamanville, la cote majorée de sécurité est donc fixée à :

$$10,8 + 1,91 = 12,71 \text{ m C.M.} = \mathbf{7,79 \text{ m NGFN}}$$

I.2.1.2 Plus Basses Eaux de Sécurité

Le niveau bas extrême de référence a été défini par la combinaison d'une basse mer de vive eau exceptionnelle et d'une décote d'occurrence centennale (borne supérieure de l'intervalle de confiance à 70%).

Basse mer de vive eau exceptionnelle

Le niveau de Basse Mer de vive eau exceptionnelle (coefficient 120) correspondant au niveau extrême lié à la marée est, pour le port de Diélette (donc également pour le site de Flamanville) de 0 m C.M., soit -4.92 m NGFN.

Décote centennale

L'étude statistique des décotes extrêmes effectuées en 2002 par EDF-R&D [1], à partir de combinaisons de données à Cherbourg, à St-Malo et à Diélette, donne les valeurs de décotes suivantes :

Décotes extrêmes	Borne inférieure (cm)	Estimation ponctuelle (cm)	Borne supérieure (cm)
Décote Centennale	80	88	97
Décote Millénale	95	104	113

Tableau C-I.2-c : Valeurs des décotes marines extrêmes

Pour Flamanville, le niveau des Plus Basses Eaux de Sécurité (PBES) est donc fixé à

$$0,00 - 1,13 = -1,13 \text{ m C.M.} = \mathbf{-6,05 \text{ m NGFN}}$$

I.2.2 Les courants

I.2.2.1 Courants généraux de la Manche

Les courants généraux de la Manche appartiennent au système Nord-Atlantique du Gulf Stream. Une branche du Gulf Stream pénètre directement dans la Manche, avec une direction Est Nord Est et, de là, dans la Mer du Nord.

Dans la Manche, il existe un courant permanent portant à l'Est et dont les effets locaux sont masqués par les courants de marée. Ce courant renforce cependant les courants de flot portant à l'est, et induit une dérive générale des masses d'eau vers l'Est.

I.2.2.2 Courants de marée

I.2.2.2.1 Intensité et direction

Les courants devant le Cap de Flamanville sont essentiellement dus à la marée. Ils sont conditionnés par le phénomène de remplissage et de vidange du golfe Normand-Breton. La présence des îles Anglo-Normandes provoque des tourbillons et des contre-courants tels que le régime local est cependant perturbé, notamment près de la côte.

Des mesures ont été effectuées en plusieurs points aux alentours du Cap de Flamanville dans les études d'avant projet du site. Le maximum de courant de flot (dirigé vers le nord entre PM-

2h et PM+4h⁵) est de 1,3 m/s. Le maximum de courant de jusant (dirigé vers le sud entre PM+4h et PM-2h) est de 1,1 m/s. Le courant de jusant est plus faible que le flot.

Les courants au niveau du site sont alternatifs et sensiblement parallèles à la côte. Ils sont dirigés vers le nord entre PM-2h et PM+4h et vers le sud entre PM+4h et PM-2h. Il faut noter cependant la présence de contre-courants au Sud du Cap de Flamanville en marée montante et au Nord en marée descendante.

Des cartes de courants sont éditées par le SHOM⁶ (exemple sur la Figure C-I.2-a). On retrouve les caractéristiques de courants issues des mesures présentées ci-dessus.

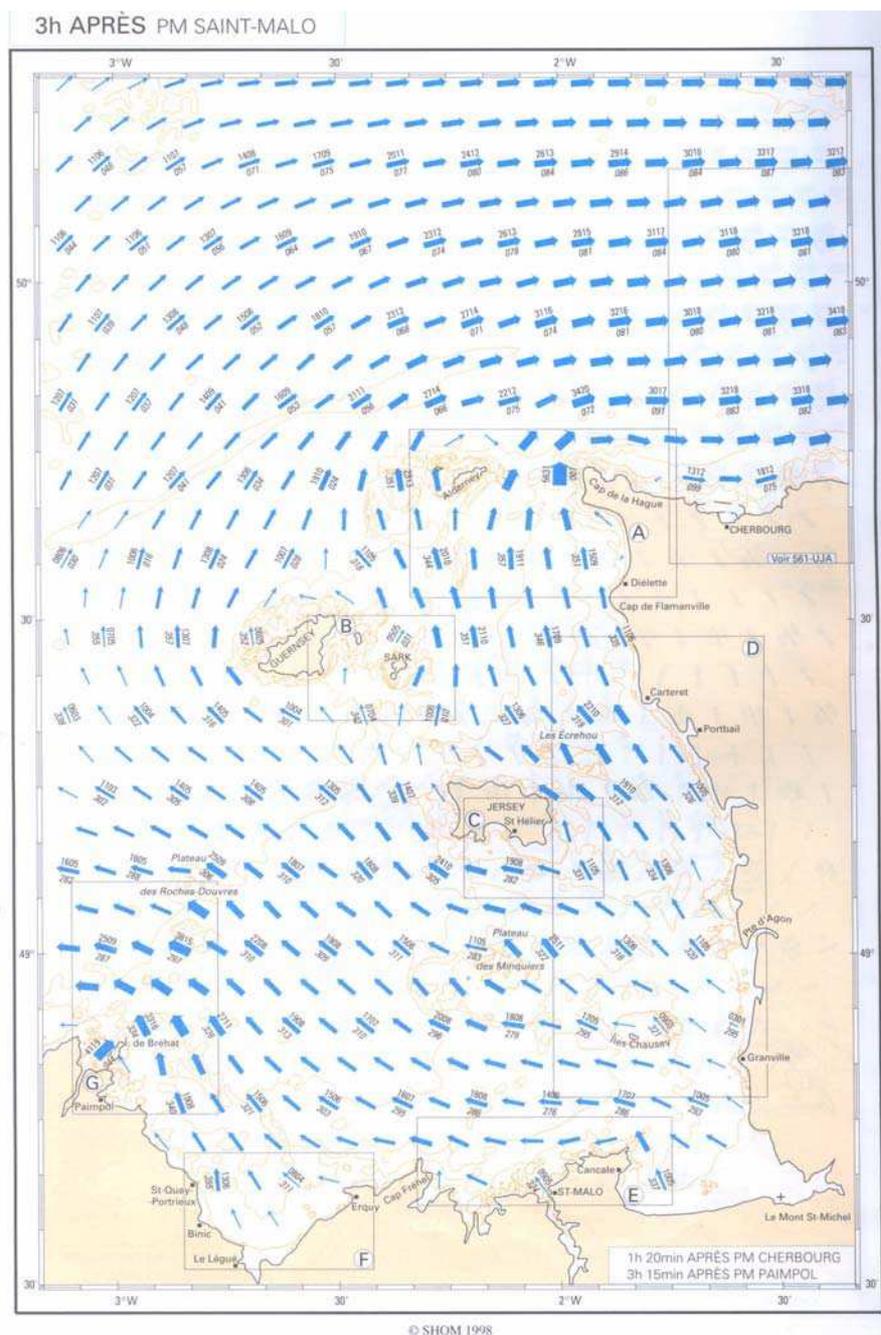


Figure C-I.2-a : Carte de courants (Atlas des courants de marée du SHOM (1998))

⁵ PM : Pleine Mer

⁶ SHOM : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

1.2.2.2 Excursion et dérive

L'excursion⁷ des marées à l'ouest du Cotentin a été évaluée par l'observation sur modèle physique des mouvements de taches colorées lâchées au large de Flamanville à chaque renverse. Il a été possible de mesurer :

- Pour une marée de coefficient 95, une excursion au jusant (marée descendante) de 30 km et une excursion au flot de 35 km ;
- Pour une marée de coefficient 45, une excursion au jusant de 13 km et une excursion au flot de 15 km.

Au jusant, l'excursion vers le Sud aux fortes marées est importante en raison de l'accélération due à l'effet du Cap de Carteret, puis au passage sur les hauts fonds des Bancs Fêlés. Aux faibles marées, l'excursion n'atteint pas le Cap de Carteret. Plus au large (10 km), l'excursion du jusant de coefficient 95 est plus faible (20 km au lieu de 30) en raison de la diminution de l'effet du Cap.

Au flot, l'excursion vers le Nord est plus grande que celle du jusant ; les eaux situées à 1 ou 2 km au large de Flamanville dépassent le Raz Blanchard pour les coefficients de marée supérieurs à 55, et sont alors brassées activement. A la renverse, on peut considérer que les eaux revenant par le Raz Blanchard ont été régénérées par cette dilution importante. Les eaux plus côtières longent l'Anse de Vauville plus lentement et n'atteignent pas le Raz Blanchard.

La résultante des courants de flot et de jusant constitue la dérive qui peut atteindre 2,8 km au cours d'une marée et qui est dirigée vers le Nord-Ouest à Flamanville.

1.2.3 La houle

Les houles océaniques ont pour direction de provenance l'Ouest (l'océan atlantique). Cependant la présence des îles Anglo-Normandes perturbe la propagation de ces houles et donc leurs directions de provenance à la côte.

Une campagne de mesures de houle (par un houlographe à pression non directionnel) a été réalisée entre septembre 1975 et octobre 1979, par une profondeur de -13 m CM. La durée totale est de 944 jours d'observations donc seules les estimations des hauteurs de houle annuelle et décennale sont fiables statistiquement. La valeur centennale est cependant donnée à titre indicatif. Les valeurs entre crochets correspondent aux intervalles de confiance à 70% :

Position du houlographe : 49°32'18" Nord 01°53'38" Ouest	Hauteur significative (en m) ⁸
Houle annuelle	4,3 [3,9 ; 4,7]
Houle décennale	6,3 [5,8 ; 7]
Houle centennale	8,3 [7,5 ; 9,3]

Tableau C-I.2-d : Hauteurs statistiques de houle sur le site de Flamanville

⁷ l'excursion est la distance parcourue par une particule d'eau au cours d'une marée

⁸ La hauteur significative de houle est la moyenne des hauteurs d'un tiers des plus fortes vagues

Les périodes de houle, associées à ces mesures de hauteur, montrent une forte dispersion des périodes associées aux vagues maximales avec deux groupements plus marqués :

- Des périodes de 6 à 10 s correspondant aux vagues générées par les vents locaux ;
- Des périodes de 11 à 16 s correspondant aux houles océaniques.

On ne dispose pas de mesure de la direction de provenance des vagues sur le site de Flamanville. Vue la configuration locale du littoral, orienté suivant la direction sud-nord, ainsi que la répartition locale des vents (essentiellement vents d'Ouest et Sud-Ouest) et du fait du fetch⁹ limité par la présence des côtes bretonnes au Sud-Ouest, on peut estimer que les directions de provenance privilégiées se situent dans le secteur angulaire qui va de Ouest à Nord.

Les mesures montrent de plus qu'il y a une très nette prédominance de tempêtes lors des 6 mois d'hiver (d'Octobre à Mars et plus particulièrement de Novembre à Février).

I.2.4 Sédimentologie

I.2.4.1.1 Morphologie

En bordure côtière, la houle a une action sélective sur la répartition des sédiments : on observe un raffinement des sédiments de la côte vers le large. La pente moyenne des fonds au droit du cap de Flamanville est de l'ordre de 2%. L'estran¹⁰ a une faible largeur, d'environ 200 m. Il est constitué essentiellement d'un platier rocheux, recouvert d'une faible épaisseur de sable dans sa partie supérieure, de l'ordre de quelques dizaines de centimètres.

Le Cap de Flamanville présente une saillie rocheuse, pointant vers le large, au milieu d'un littoral sableux, d'une trentaine de kilomètres. De part et d'autre, les massifs dunaires sont fortement développés. L'estran représente 300 à 500 m et peut aller jusqu'à 2 km de large au niveau de l'Anse de Vauville.

I.2.4.1.2 Granulométrie

Des mesures granulométriques ont été réalisées en différents points le long du littoral.

On constate que les sédiments en présence sont essentiellement composés de sable grossier à fin, et que la proportion de fines est négligeable.

Diamètre des grains (mm)	Gravier >2	Grossier 0,80 à 2	Moyen 0,315 à 0,80	Fin 0,160 à 0,315	Très fin 0,063 à 0,160	Fines <0,063
Avant-port de Diélette Amont (2000)	0	3	28	59	10	-
Avant-port de Diélette Aval (2000)	0	2	14	65	19	-
Plage du Platé ¹¹ (2001)	0	3	28	61	8	-

Tableau C-I.2-e :Composition granulométrique (% poids sec) des mesures effectuées sur l'estran

⁹ Distance d'action du vent sur la mer

¹⁰ Portion du littoral comprise entre les plus hautes et les plus basses mers

¹¹ La plage du Platé se situe devant la digue nord du Port de Diélette

De plus, six prélèvements ont été réalisés le 12 février 2004 sur la longueur du canal d'amenée, au moyen d'une benne preneuse (Figure C-I.2-b). L'aspect des sédiments prélevés permet de scinder le canal en trois zones distinctes (zones 1 à 3) représentatives de la dynamique sédimentaire entre l'embouchure et la station de pompage de la tranche n°2. La zone n°1 est subdivisée afin de marquer la particularité que constituent les vestiges de l'ancienne digue de fermeture du canal pendant la phase de construction des tranches nucléaires.

Les caractéristiques physiques des sédiments sont reportées dans le tableau suivant :

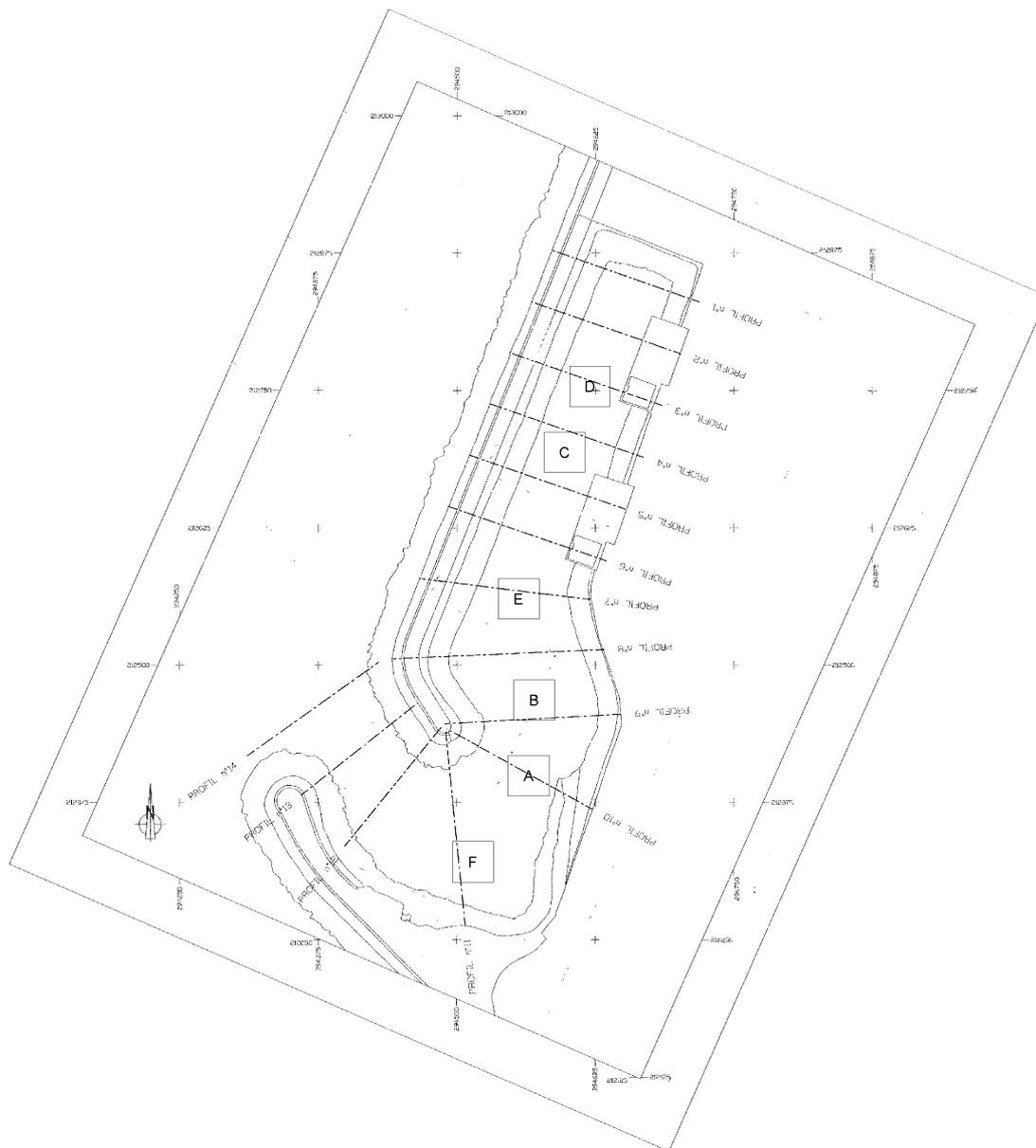
Paramètres	Zone 1		Zone 2	Zone 3
	Echantillon F	Echantillon A	Echantillon moyen B + E	Echantillon moyen C + D
Aspect	Débris coquilliers Absence de particules fines	Sable fin Très faible fraction de débris coquilliers	Mélange sable coquillier et sable fin	Sable gris et odorant Fraction organique Vers et débris d'algues
Aluminium (%)	2.69	2.3	2.95	1.85
Granulométrie				
Sable (%) (125µ < fraction < 150µ)	0.42	46.01	22.7	56.72
Vase (%) 63µ < fraction < 125µ	0.11	5.47	1.98	20.09
Argile (%) Fraction < 63µ µ = 10 ⁻⁶ m	0.13	2.17	0.7	9.97
Total fraction fine (%)	0.66	53.65	25.38	86.78
Matière sèche (%)	89.2	82.3	84.3	68.5
Densité	1.04	1.39	1.4	1.69

Tableau C-I.2-f : Composition granulométrique (% poids sec) des mesures effectuées dans le canal d'amenée du CNPE de Flamanville

On remarque une évolution granulométrique très nette entre l'amont du canal, caractérisé par un sédiment grossier (fraction fine < 1 %) et la zone aval où la fraction fine atteint 87 %.

Le passage pour la matière sèche d'une valeur moyenne de 85 % (zones 1 et 2) à 68 % dans le dernier tronçon du canal (zone 3), atteste de la présence d'une fraction organique mélangée au sédiment minéral; ce que confirme par ailleurs l'augmentation de la densité pour l'échantillon zone 3.

Dans l'ensemble, les matériaux demeurent peu cohésifs avec une fraction fine en faible pourcentage.



Coordonnées des points de prélèvements effectués 12/02/2004
Système de coordonnées : LAMBERT I

- A : X = 294560 Y = 212400
- B : X = 294560 Y = 212460
- C : X = 294600 Y = 212696
- D : X = 294620 Y = 212752
- E : X = 294557 Y = 212558
- F : X = 294500 Y = 212300

Figure C-I.2-b : Localisation des points de prélèvements des échantillons de sédiments

I.3 ETAT DE REFERENCE THERMIQUE MARIN

La zone d'étude pour la réalisation de l'état de référence thermique marin est comprise dans un cercle de rayon 10 km ayant pour centre le site de Flamanville.

I.3.1 Avant la mise en service des tranches 1-2

Les campagnes de mesure réalisées par le CNEXO (Centre National pour l'Exploitation des Océans) et l'ISTPM (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes) avant la mise en service des tranches 1 et 2 de la centrale, de 1976 à 1978 et de 1983 à 1985, permettent de mettre en évidence les points suivants :

- la température moyenne mensuelle suit une évolution saisonnière de type sinusoïdale présentant un maximum en août de 17,4°C et un minimum en février de 6°C. Les variations inter annuelles des températures moyennes mensuelles ne dépassent généralement pas 1°C, ce qui montre une grande stabilité thermique.
- les variations naturelles des masses d'eau ne dépassent pas une amplitude de 0,5°C au cours d'un cycle de marée (due au régime océanique de ces eaux).
- un gradient thermique côte-large se manifeste périodiquement : croissant en hiver, décroissant en été, il est inexistant au printemps et à l'automne montrant une fois encore la grande stabilité thermique. L'existence de ce gradient thermique a également été mise en évidence lors de thermographies aériennes réalisées par l'IGN pour le compte d'EDF en 1976 : dans l'anse de Sciotot, au Sud du site, le gradient thermique ne dépasse pas 0,5°C entre la côte et le large.
- les variations selon un gradient surface-fond sont quasiment inexistantes ce qui montre que la turbulence des courants de marée présents dans la zone provoque une bonne homogénéisation de la colonne d'eau.

I.3.2 Après la mise en service des tranches 1-2

I.3.2.1 Variations temporelles

I.3.2.1.1 Variations journalières

Quatorze chaînes de thermographes ont été mouillées en des points fixes du 8 au 10 mars 1988 (marée de morte-eau) et les 17 et 18 mars 1988 (marée de vive-eau). Les relevés effectués par ces thermographes montrent que la différence entre les températures correspondant au jusant établi et au flot établi est inférieure à 0,5°C. On retrouve donc les valeurs mesurées avant la construction des tranches.

I.3.2.1.2 Variations pluriannuelles

La température de l'eau de mer à l'entrée de la prise d'eau du CNPE de Flamanville est mesurée en continu depuis la mise en service de la centrale et relevée une fois par jour à heure fixe.

Ce relevé régulier de la température permet de définir le régime lissé des températures d'eau de mer à Flamanville. Le régime lissé donne la probabilité pour que la température un jour donné soit inférieure à la valeur de la courbe de probabilité correspondante. Le régime lissé sur la période 1995-2004 est présenté sur la Figure C-I.3-a suivante.

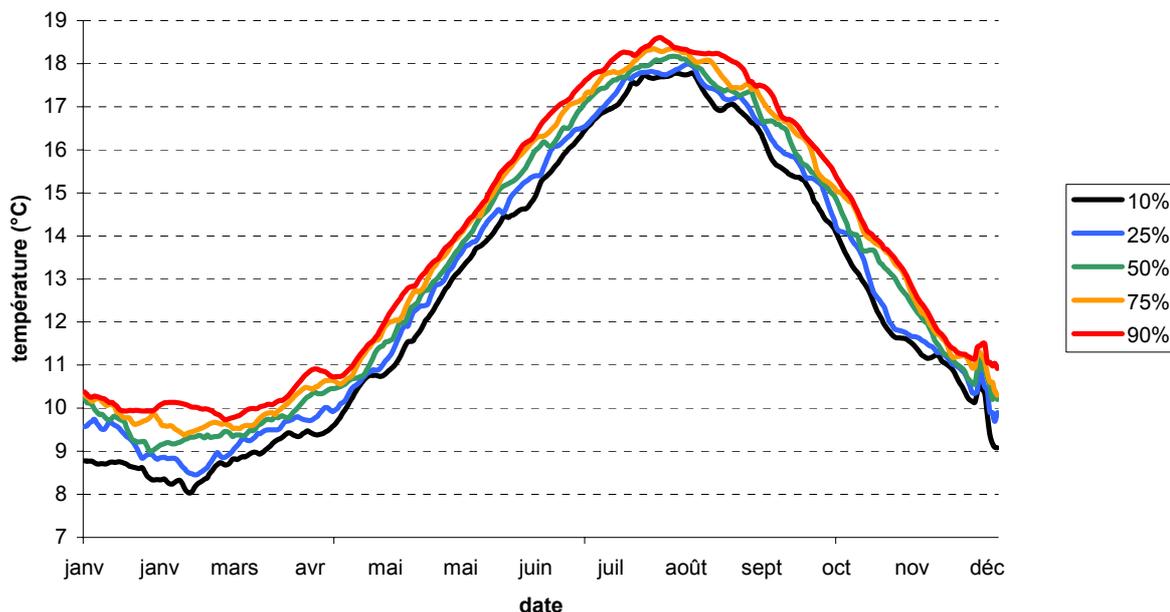


Figure C-I.3-a : Régime lissé des températures d'eau de mer à Flamanville pour la période 1995-2004

L'analyse de cette figure montre que :

- la température moyenne de l'eau de mer (courbe 50 %) varie de 9 à 18°C,
- la température la plus basse peut descendre en-dessous de 8°C en février (probabilité 10 %) ; la température la plus haute peut dépasser 18,5°C en août (probabilité 10 %),
- le seuil des 10°C est dépassé du mois d'avril à la fin du mois de décembre ; il peut arriver moins fréquemment qu'il soit également dépassé les autres mois de l'année (probabilité 10%).

Les années les plus chaudes (lors desquelles la température de l'eau de mer a atteint de façon ponctuelle 19°C) sont les années 1995, 2003 et 2004.

Les températures relevées par le site sont en moyenne 1°C plus élevées que les températures observées en mer hors de la zone impactée par les rejets thermiques. Ceci est dû à un échauffement résiduel qui se retrouve dans la prise d'eau (Cf. § I.3.2.2.2.2).

Des données antérieures montrent notamment un échauffement de la température moyenne annuelle de l'eau de mer au droit du site de Flamanville qui est de 1°C depuis le début des années 1900 (IFREMER, 2005).

I.3.2.2 Variations spatiales

I.3.2.2.1 Homogénéité verticale de la température

Les enregistrements des thermographes mouillés sur site en 1988 montrent une bonne homogénéité verticale de la température (variations inférieures à 1°C) hors zone de rejet.

I.3.2.2.2 Variations en surface

I.3.2.2.2.1 Thermographies aériennes

Les variations de température en surface peuvent être appréciées lors de campagnes de thermographies aériennes. Depuis la mise en service des tranches 1 et 2, deux campagnes de thermographies ont été réalisées par l'IGN : une campagne a été menée les 10 et 11 mars 1988 en période de morte-eau (coefficients de marée 46, 52 et 59) et une autre campagne a été menée les 3 et 4 juin 1989 en période de vive-eau (coefficients de marée 88 et 89).

L'analyse des résultats de ces campagnes met en évidence les éléments suivants :

- l'échauffement maximal en surface est observé à basse mer : il est de 3.5°C en vive-eau et de 5°C en morte-eau ;
- les panaches des deux rejets se confondent en un seul à 150 m des rejets en vive-eau et 400 m des rejets en période de morte-eau ;
- la recirculation à la prise d'eau est de l'ordre de 1°C ;
- la tache thermique, correspondant à un échauffement résiduel de 1°C en surface, s'étend sur 4 km au Sud des rejets (Anse de Sciotot) à basse mer et jusqu'à 8 km au Nord (Anse de Vauville) à la renverse flot-jusant (pleine mer+ 2h) ; cependant, il faut tenir compte du gradient thermique naturel, ce qui fait que la part attribuable au CNPE balaie une surface plus faible ;
- on observe, dans les anses, un échauffement résiduel de 1.5°C dû aux phénomènes de recirculation, qui amplifie le gradient thermique existant naturellement entre le large et la côte. Ainsi, l'échauffement résiduel dû au fonctionnement de la centrale est certainement inférieur à 1°C.

I.3.2.2.2.2 Modélisation numérique

La propagation de la tache thermique créée par les rejets échauffés des deux tranches de Flamanville 1-2 a été étudiée par le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement d'EDF-R&D à l'aide du modèle numérique TELEMAC 3D. Ce modèle permet de simuler précisément la dispersion d'un panache thermique sur la verticale et l'horizontale. Il a été validé par comparaison des résultats avec les mesures effectuées lors des thermographies aériennes réalisées sur site en 1988 et 1989. Deux coefficients de marée ont été étudiés : une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45) et une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95). Les simulations ont été faites à partir de la valeur limite de l'échauffement (15°C) et d'un débit de rejet nominal de 45 m³/s par tranche.

La modélisation numérique, validée par les mesures réalisées in-situ, permet de bien mettre en évidence les échauffements dus à la centrale puisque les phénomènes naturels complexes tels que le gradient thermique côte-large ne sont pas modélisés (les échanges avec l'atmosphère sont négligés).

Les résultats de la modélisation sont les suivants :

- les panaches distincts des deux rejets se fondent rapidement en un seul : à moins de 500 m des rejets les panaches sont confondus ;
- l'échauffement résiduel à la prise d'eau et à la côte est inférieur à 1°C (Cf. Figure C-I.3-b) ;

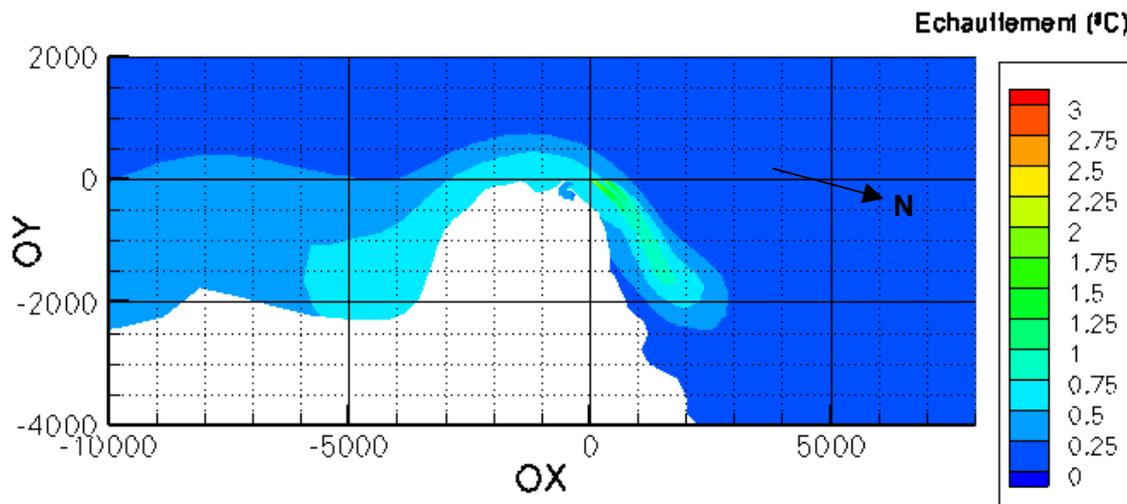


Figure C-I.3-b : Échauffement résiduel maximal dans l'anse de Scioto, marée de morte-eau moyenne PM+12h

- le panache est stratifié sur la verticale (effet de flottabilité dû à la différence de température entre le milieu ambiant et le rejet), Cf. Figure C-I.3-c. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne des rejets, le panache s'homogénéise sur la verticale ; c'est donc surtout la surface qui est impactée par les échauffements les plus élevés ;
- en vive-eau moyenne, la tache thermique, correspondant à un échauffement résiduel de 1°C en surface, balaie une aire d'environ 1 km² sur un cycle complet de marée. A 50 m des rejets, l'échauffement résiduel maximal atteint en surface est inférieur à 6,6°C : il a diminué de plus de la moitié par rapport à l'échauffement de 15°C dans la galerie de rejet ;
- en morte-eau moyenne, la tache thermique, correspondant à un échauffement résiduel de 1°C en surface, balaie une aire d'environ 2,5 km² sur un cycle complet de marée (Cf. Figure C-I.3-e). La tache des 1°C est plus développée qu'en marée de vive-eau car les courants de marée sont plus faibles et la dispersion est moins importante. Les périodes pendant lesquelles les échauffements sont maximum sont les périodes de renverse lorsque le courant est minimal (PM+2h à PM+3h et PM-3h à PM-2h, Cf. Figure C-I.3-d). A 50 m des rejets, l'échauffement résiduel maximal atteint en surface est inférieur à 6,7°C (Cf. Figure C-I.3-d), il a donc réduit plus que de moitié par rapport à l'échauffement de 15°C dans la galerie de rejet.

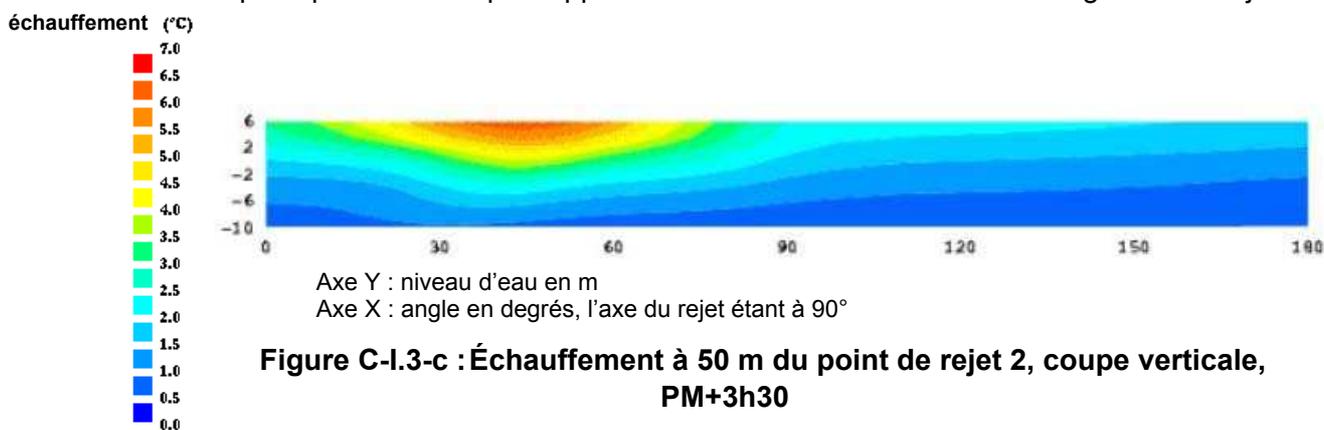


Figure C-I.3-c : Échauffement à 50 m du point de rejet 2, coupe verticale, PM+3h30

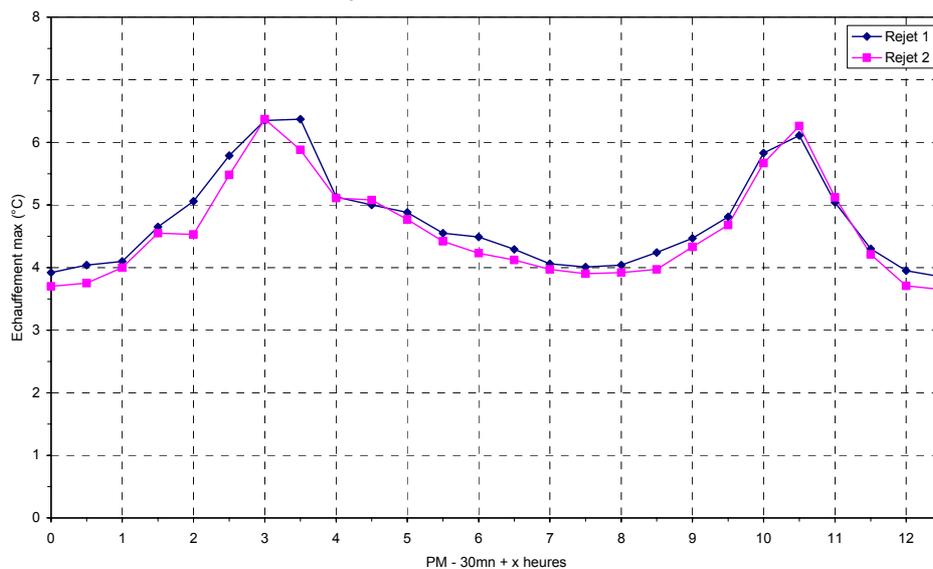


Figure C-I.3-d : Échauffement résiduel à 50 m des rejets, marée de morte-eau moyenne

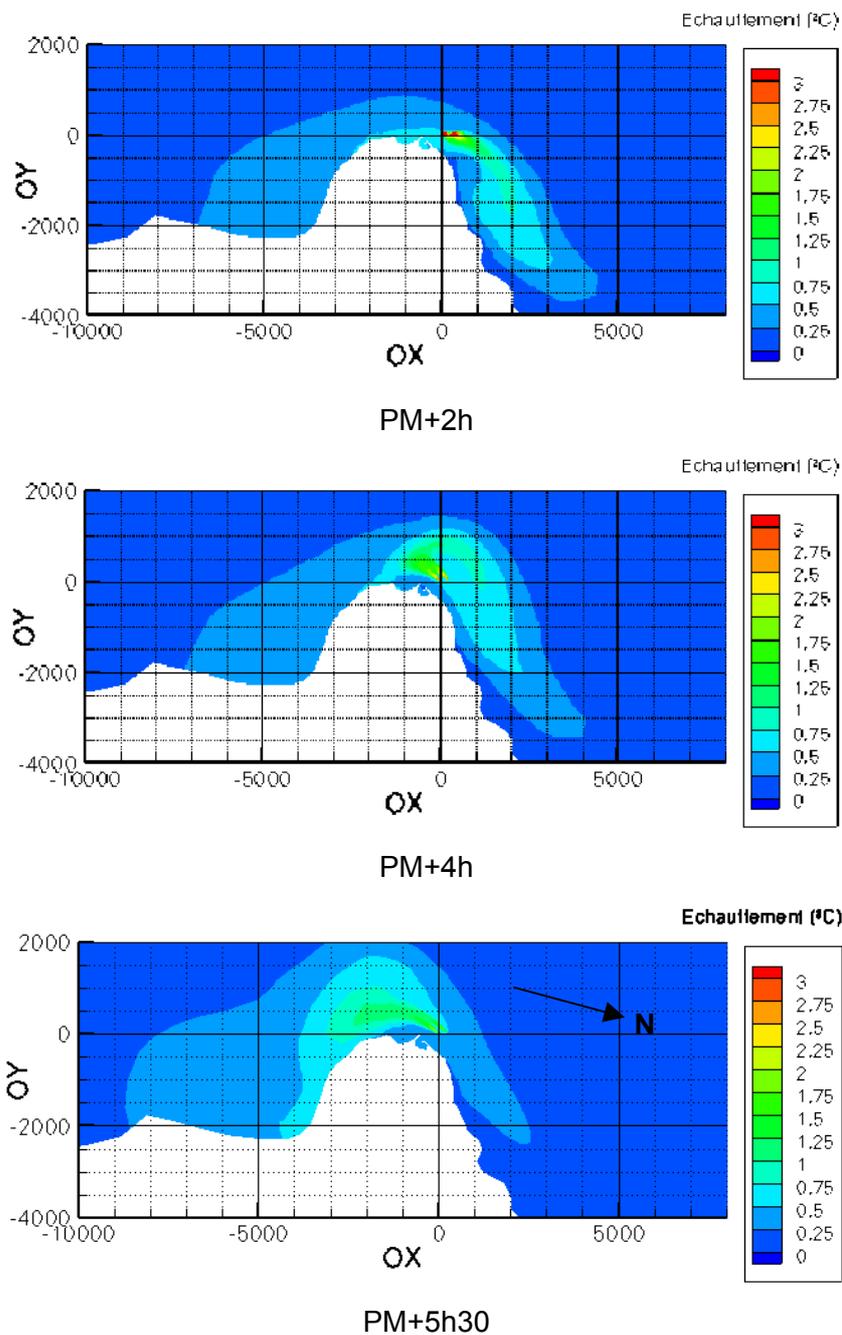


Figure C-I.3-e : Expansion maximale de la tache des 1°C, marée de morte-eau moyenne

Les conditions de marée exceptionnelle (morte-eau exceptionnelle coefficient 20 et vive-eau exceptionnelle coefficient 120) ont également été simulées par EDF-R&D. Les résultats montrent que :

- pour une vive-eau exceptionnelle, les échauffements résiduels à 50 m, à la prise et à la côte peuvent être considérés comme équivalents à ceux d'une morte-eau moyenne. La tache thermique des 1°C est du même ordre de grandeur que celle d'une vive-eau moyenne.
- pour une morte-eau exceptionnelle, les échauffements résiduels à 50 m, à la prise et à la côte peuvent être considérés comme équivalents à ceux d'une morte-eau moyenne. La tache thermique des 1°C est un peu plus étendue que celle d'une morte-eau moyenne (elle passe de 2,5 à 6,5 km²) car les courants de marée sont très faibles et ne diluent pas bien les échauffements.

I.4 ETAT DE REFERENCE PHYSICO-CHIMIQUE MARIN

Les études du milieu marin du site de Flamanville, réalisées par l'IFREMER peuvent être divisées en deux périodes de façon à établir deux états de référence :

- une période de 1976 à 1985 avant la mise en service des tranches 1 et 2 ;
- une période de 1987 à 2004 après la mise en service des tranches 1 et 2.

Une synthèse de l'ensemble des paramètres suivis sur les deux périodes et sur tous les points de mesures, ainsi que l'étude de leur évolution, a été réalisée par l'IFREMER (IFREMER, 2005¹²).

La zone d'étude pour la réalisation de l'état de référence physico-chimique marin est située à moins de 10 km au large du CNPE de Flamanville.

¹² Rapport DOP/LER/05.06 : Synthèse hydrobiologique du site électronucléaire de Flamanville - Novembre 2005

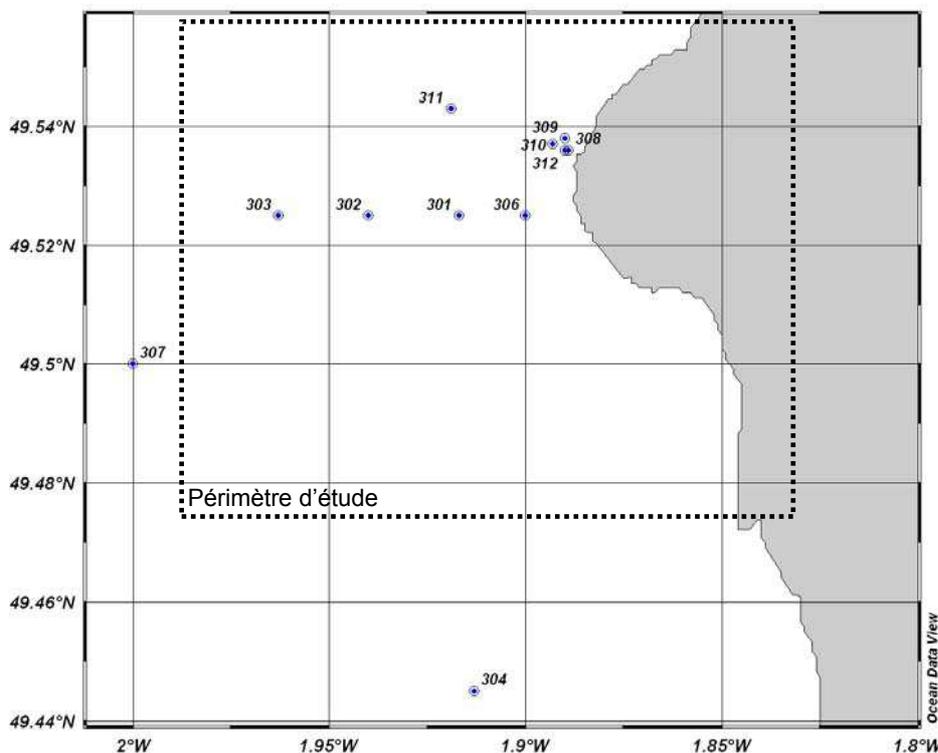


Figure C-I.4-a : Positionnement des points d'échantillonnage entre 1976 et 2004 pour les études de surveillance de l'environnement du domaine pélagique (extrait de IFREMER 2005)

Les points d'échantillonnage 304 et 307 ne sont pas inclus dans le périmètre d'étude car ils ont cessé d'être utilisés en 1978 pour le point 304 et en 1986 pour le point 307 ; ils ne permettent donc pas la comparaison des résultats avant et après mises en service des tranches 1 et 2.

L'unité utilisée dans l'ensemble du chapitre pour les matières azotées, les phosphates et les silicates est le microMole (μM). Le taux de conversion permettant de passer de μM en mg/L est donné pour chaque paramètre dans le Tableau C-I.4-a.

Ammonium	$1\mu\text{M} = 0,018 \text{ mg/L}$
Nitrates	$1\mu\text{M} = 0,062 \text{ mg/L}$
Nitrites	$1\mu\text{M} = 0,046 \text{ mg/L}$
Phosphates	$1\mu\text{M} = 0,095 \text{ mg/L}$
Silicates	$1\mu\text{M} = 0,060 \text{ mg/L}$

Tableau C-I.4-a : Taux de conversion des μM au mg/l par paramètre physico-chimique

I.4.1 État de référence avant la mise en service des tranches 1 et 2

Avant la mise en service des tranches 1 et 2, deux types de suivi ont été effectués sur le site de Flamanville :

- l'étude de projet : elle s'est déroulée entre 1976 et 1978 avec une fréquence généralement mensuelle de sorties en mer, mais pouvant atteindre parfois deux sorties mensuelles. Les points échantillonnés lors de cette première phase ont été : 301, 302, 303 et 304 (Cf. Figure C-I.4-a) ;
- l'étude de Surveillance, 1983 à 1986 : les sorties en mer pour l'échantillonnage ont eu lieu entre les mois de février et de novembre, avec une fréquence accrue entre les mois d'avril et de juillet. Les points échantillonnés ont été : 302, 306 et 307 (Cf. Figure C-I.4-a).

Les données acquises lors des campagnes menées en 1986 n'ont pas été exploitées car la mise en service de la première tranche a eu lieu au cours de cette année.

Les paramètres physico-chimiques ayant fait l'objet d'un suivi sur cette période (autre que la température présentée dans le paragraphe I.3) sont :

- la salinité ;
- les matières azotées ammonium, nitrates, nitrites ;
- les phosphates ;
- les silicates ;
- les matières en suspension (MES).

Les données sont présentées sous forme de « boîtes à moustaches » (Cf. Figure C-I.4-b) qui présentent la médiane sur le point central, une boîte contenant 50% des valeurs, les « moustaches » qui représentent 80% des valeurs et les points extrêmes les valeurs maximales et minimales.

I.4.1.1 La salinité

L'évolution des valeurs aux points étudiés montre une diminution de janvier à juin, une stabilisation entre juin et octobre et ensuite une hausse jusqu'au mois de décembre (Figure C-I.4-b). Les variations restent toutefois faibles (entre 34,2 et 35,6 tous points confondus).

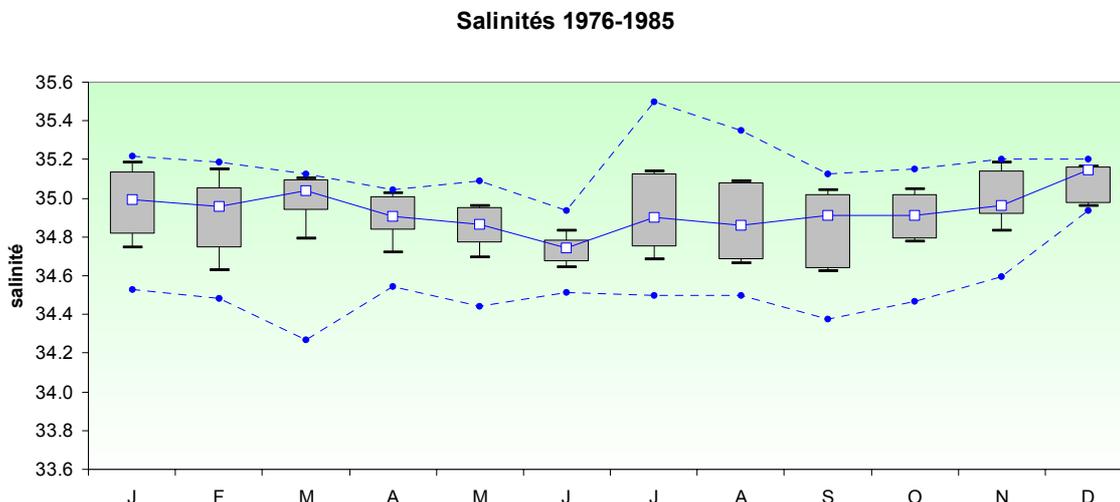


Figure C-I.4-b : Salinité médiane de l'eau de mer tous points confondus par mois sur la période d'étude 1976-1985 ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005)

Les variations de la salinité dépendent fortement du régime des précipitations des zones côtières. Bien que les variations soient faibles d'un point à un autre, on observe de plus faibles salinités au point 301 plus proche de la côte qu'au point 302.

I.4.1.2 Les matières azotées

I.4.1.2.1 Ammonium

Les valeurs maximales observées de 1976 à 1985 se situent en avril et mai avec respectivement 5,7 et 5,5 μM^{13} . La médiane générale se situe autour de 1 μM . Les plus fortes dispersions sont observées au mois d'avril et les plus faibles en novembre, septembre et janvier.

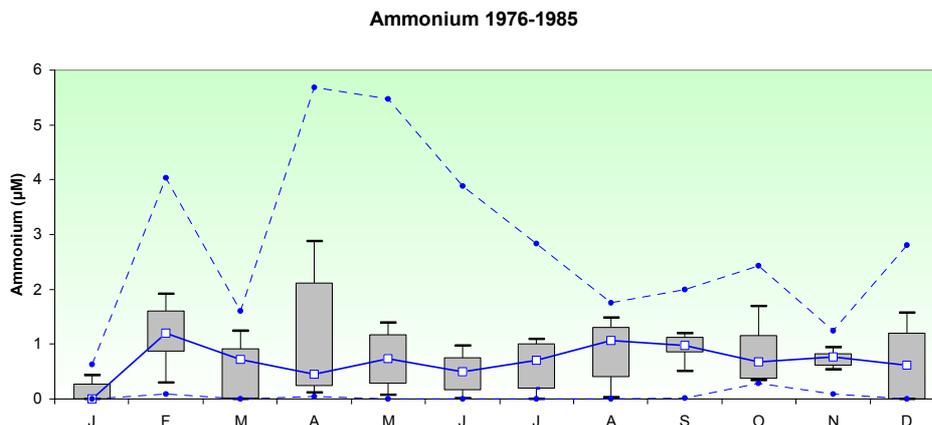


Figure C-I.4-c : Distribution des concentrations médianes d'ammonium dans l'eau de mer tous points confondus et par mois sur la période d'étude 1976-1985, ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005)

I.4.1.2.2 Nitrates

Les concentrations en nitrates sont maximales en hiver, diminuant ensuite rapidement pour devenir proches de zéro en été. A partir de juillet, les valeurs augmentent régulièrement jusqu'à devenir maximales en février-mars, entre 12 et 14 μM^{14} (Figure C-I.4-d). On observe une très faible variabilité entre les points.

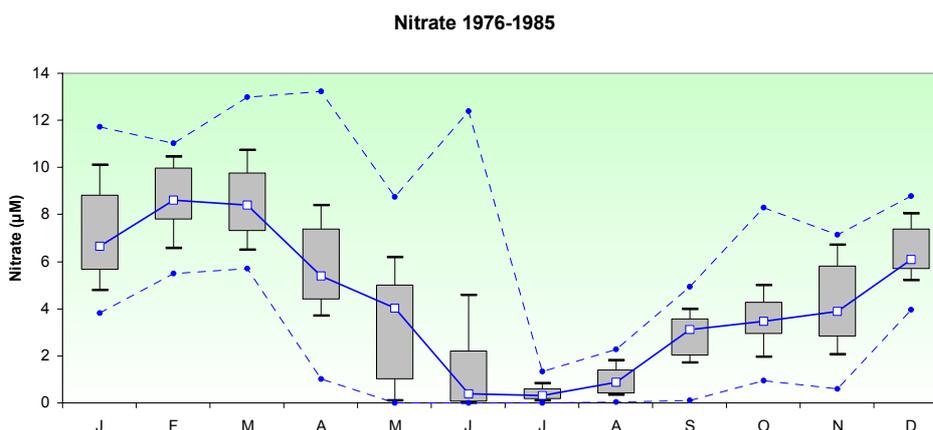


Figure C-I.4-d : Distribution des médianes des concentrations en nitrates dans l'eau de mer tous points confondus, par mois, sur la période d'étude 1976-1985, ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005)

¹³ pour l'ammonium 1 μM = 0,018 mg/L

¹⁴ pour les nitrates 1 μM = 0,062 mg/L

I.4.1.2.3 Nitrites

Les concentrations en nitrites décroissent de février à juillet, et connaissent une forte augmentation jusqu'au mois d'octobre. D'octobre à janvier les concentrations diminuent pour atteindre le minimum hivernal entre décembre et janvier.

Les valeurs mesurées sont très faibles, la valeur maximale étant de $1,03 \mu\text{M}^{15}$ en novembre.

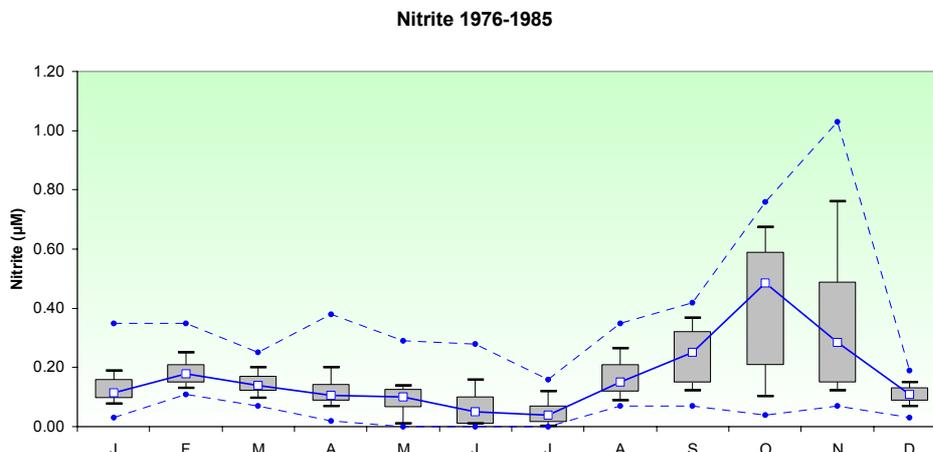


Figure C-I.4-e : Distribution des médianes des concentrations en nitrites dans l'eau de mer tous points confondus par mois sur la période d'étude 1976-1985, ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005)

I.4.1.3 Les phosphates

Les concentrations en phosphates suivent le même cycle annuel que les nitrates et les nitrites. Aucun gradient entre les différents points de mesures n'est observé. Les médianes mensuelles des concentrations mesurées tous points confondus sont comprises entre $0,2$ et $1 \mu\text{M}^{16}$. Il y a une forte dispersion des valeurs à l'automne, période pendant laquelle des valeurs maximales ont dépassés $10 \mu\text{M}$.

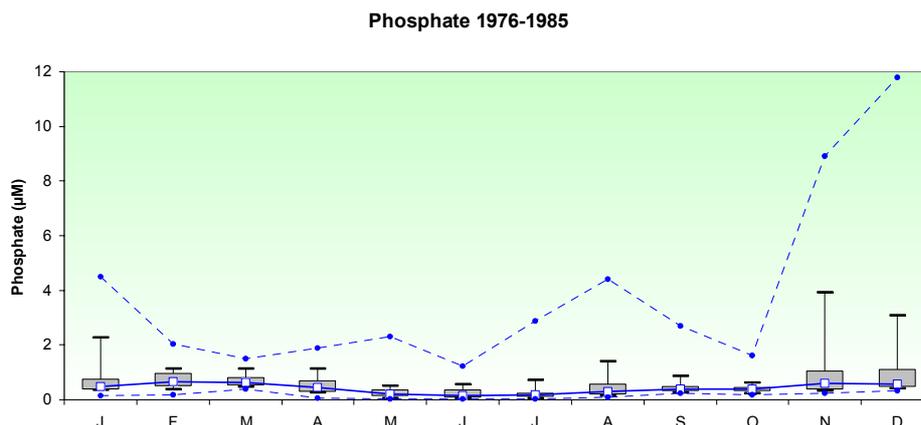


Figure C-I.4-f : Distribution des médianes des concentrations en phosphates dans l'eau de mer tous points confondus, par mois, sur la période d'étude 1976-1985, ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005)

¹⁵ Pour les nitrites $1 \mu\text{M} = 0,046 \text{ mg/L}$.

¹⁶ Pour les phosphates, $1 \mu\text{M} = 0,095 \text{ mg/L}$.

I.4.1.4 Silicates

L'évolution des médianes des concentrations en silicates sur la période 1976-1985 est similaire à celle de l'azote et du phosphore. La reprise automnale est cependant plus marquée. La plus forte concentration en silicates enregistrée atteint 7,1 μM^{17} au mois d'avril. Les plus faibles concentrations sont observées d'avril à juin.

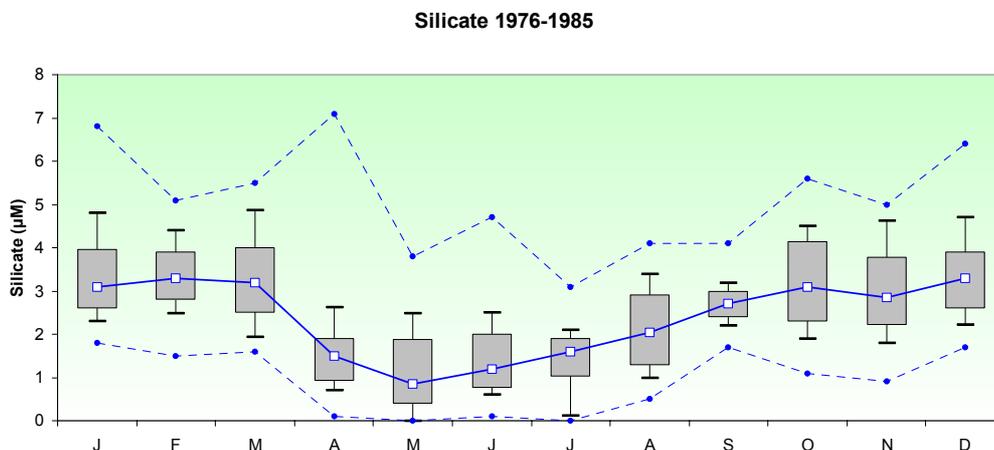


Figure C-I.4-g : Distribution de la médiane des concentrations en silicates dans l'eau de mer tous points confondus, par mois sur la période d'étude 1976-1985, ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005)

I.4.1.5 Les matières en suspension (MES)

La variation spatiale des concentrations mesurées en MES est faible et sans tendance claire entre les différents points d'échantillonnage. Les valeurs maximales sont de 48 mg/L en juin et 36 mg/L en août. En comparaison la médiane mensuelle est relativement constante sur l'année et comprise entre 5 et 10 mg/L. Ceci démontre la grande variabilité de ce paramètre dans le temps.

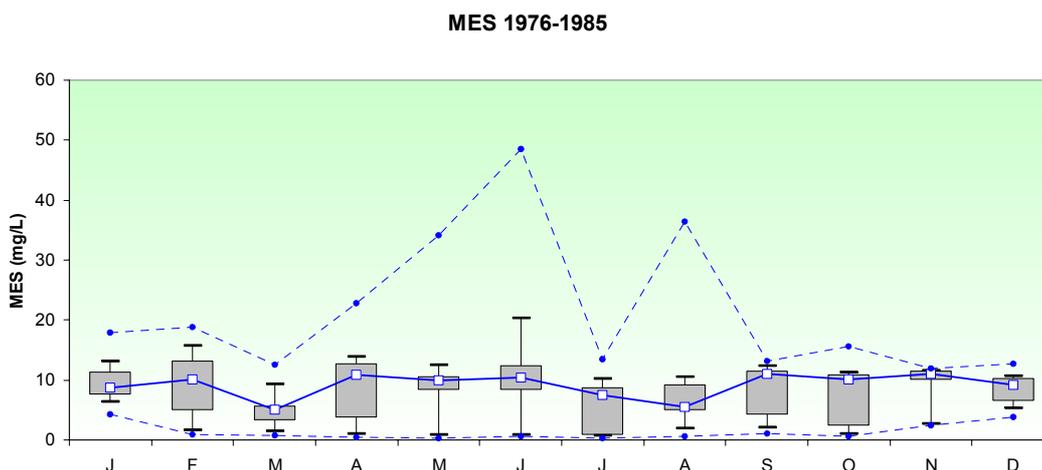


Figure C-I.4-h : Distribution des médianes en MES dans l'eau de mer tous points confondus, par mois sur la période d'étude 1976-1985, ainsi que les valeurs maximum et minimum (extrait de IFREMER, 2005)

¹⁷ Pour les silicates, 1 μM = 0,060 mg/L.

I.4.1.6 Conclusion

Les paramètres étudiés semblent suivre le cycle classiquement observé en Manche, avec des gradients côte-large qui varient dans l'espace et le temps.

Les principales caractéristiques physico-chimiques de la zone sont liées à son caractère océanique : une température froide (avec une différence été-hiver faible) et une eau relativement pauvre en nutriments.

I.4.2 État de référence après la mise en service des tranches 1 et 2 (1987 à 2004)

Après la mise en service de la centrale les études de surveillance, commencées en 1983, se sont poursuivies avec une nouvelle stratégie d'échantillonnage issue du retour d'expérience de la première période. Cette stratégie d'échantillonnage prévoit trois périodes annuelles : printemps, été et automne. Les points échantillonnés sont : 308 (canal), 309 (rejet), 311 (référence) et 310 (contrôle). Le point 310 a été échantillonné entre 1987 et 1993 (Figure C-I.4-a et Figure C-I.4-i).

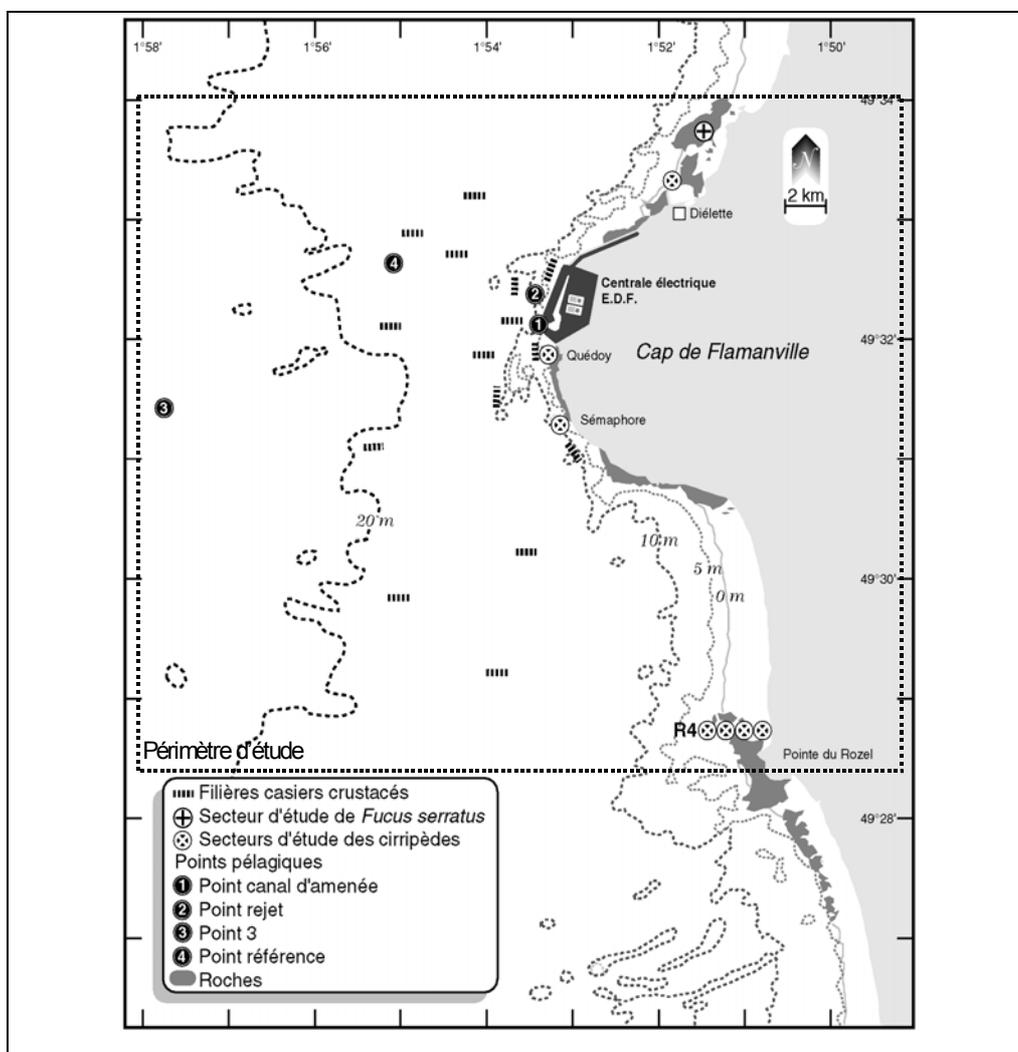


Figure C-I.4-i : Points de surveillance écologique du site de Flamanville

Les paramètres physico-chimiques ayant fait l'objet d'un suivi sur cette période (autre que la température présentée dans le paragraphe I.3) sont :

- la salinité ;
- les matières azotées : ammonium, nitrates, nitrites ;
- les phosphates ;
- les silicates ;
- les matières en suspension (MES) à partir de 2001 ;
- les trihalométhanes (bromoforme, dibromomonochloro-méthane, dichloromonobromo-méthane, chloroforme) à partir de 1988 ;
- le bore depuis 2000.

Les données sont présentées sous forme de « boîtes à moustaches » qui présentent la médiane sur le point central, une boîte contenant 50% des valeurs, les « moustaches » qui représentent 80% des valeurs et les points extrêmes les valeurs maximales et minimales.

I.4.2.1 La salinité

Seules les variations observées au printemps dans la radiale canal-référence présentent un gradient salin croissant (Figure C-I.4-j). L'influence des apports d'eau douce des fleuves sur une longue période due aux fortes pluies printanières explique ce gradient. La forte variabilité inter-annuelle des pluies est mise en évidence par la dispersion des boîtes contenant 50% des valeurs.

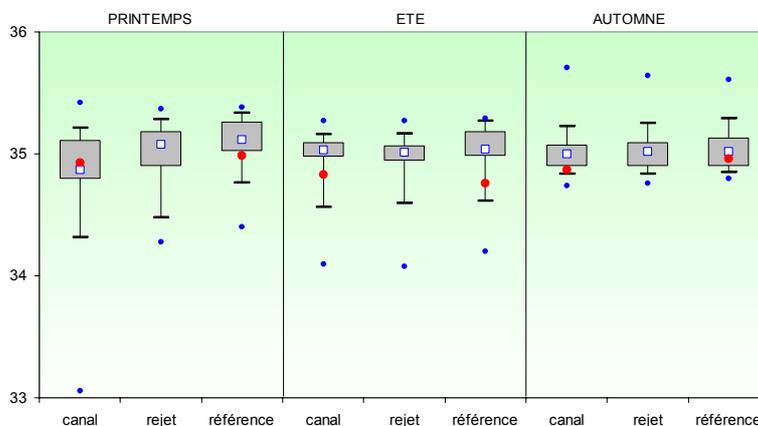


Figure C-I.4-j : Distribution des médianes de la salinité de l'eau de mer sur la période d'étude 1987-2004 (extrait IFREMER, 2005)

Les points rouges représentent les médianes de salinité observées dans la période 1976-1985.

Les valeurs des médianes observées après 1987 semblent se situer au dessus des valeurs de la période 1976-1985 surtout en été. Cependant l'observation de la salinité du point référence au mois de septembre montre de fortes variations de 1989 à 1993 qui expliquent cet écart, et ensuite une relative stabilité.

La salinité au point rejet peut présenter d'après les mesures effectuées par l'IFREMER de rapides variations dues au caractère turbulent du mélange des rejets près du diffuseur et des apports en eau dessalée, mais dans une zone très limitée géographiquement.

I.4.2.2 Les matières azotées

I.4.2.2.1 Ammonium

En été et en automne, on observe un gradient côte-large non visible au printemps. Les plus fortes dispersions sont observées en été et en automne. La comparaison des valeurs de cette période avec celles de la période précédente présente pour les 3 saisons des tendances similaires, avec des valeurs plus fortes sur la période 1976-1985 au point référence et une tendance inverse au point canal. Cependant le positionnement géographique des points (plus côtier et plus protégé pour le point canal après 1986, donc favorisant l'activité zooplanctonique) explique certainement cette différence.

La moyenne inter annuelle des mesures au point référence sur la période 1987-2004 est d'environ 0,5 μM soit 0,0089 mg/L.

L'évolution pluri-annuelle de ce paramètre au point référence montre une faible tendance évolutive croissante avec des variations importantes en dent de scie.

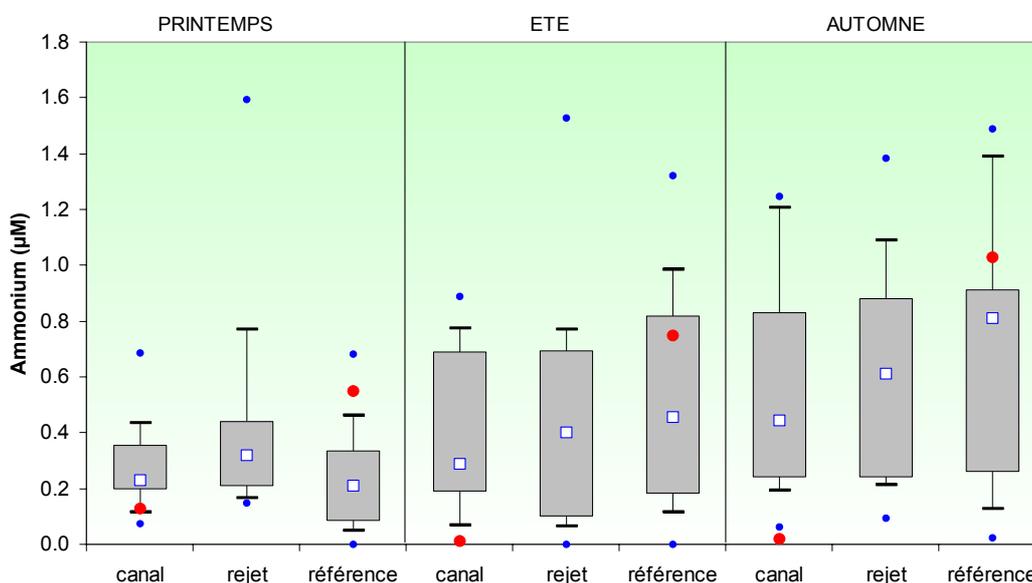


Figure C-I.4-k : Distribution des médianes des concentrations en ammonium dans l'eau de mer, par point, sur la période d'étude 1987-2004. (extrait IFREMER, 2005)

Les points rouges représentent les médianes des concentrations en ammonium observées dans la période 1976-1985.

1.4.2.2.2 Nitrates

L'ensemble des médianes des concentrations en nitrates observées dans la période 1987-2004 présente une faible variabilité entre les points d'échantillonnage pour une saison considérée. Les valeurs sont maximales au printemps et minimales en été.

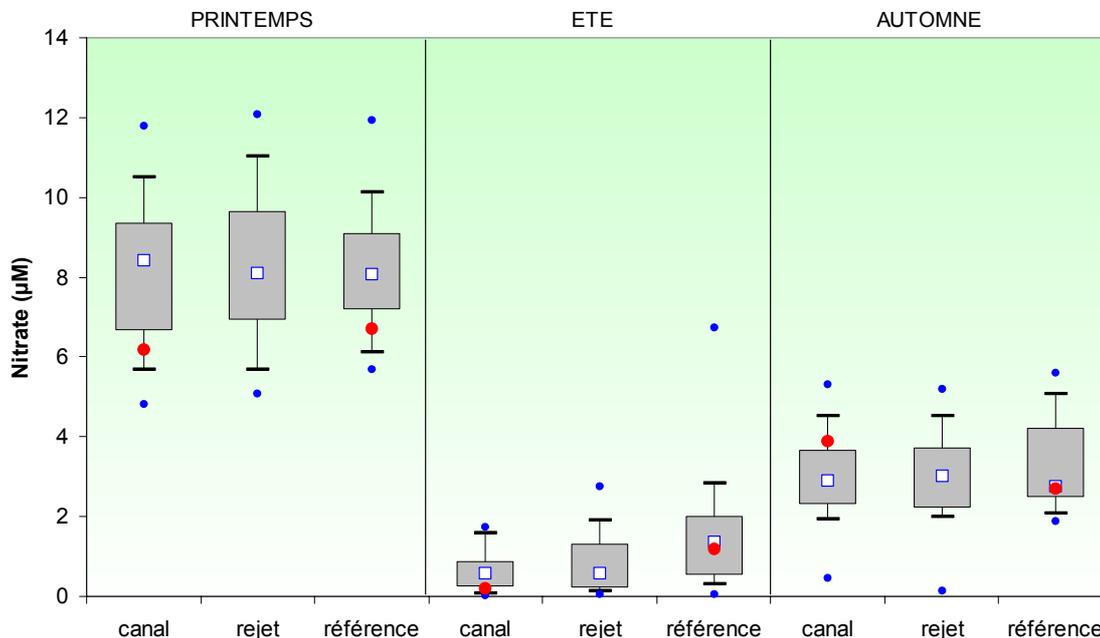


Figure C-I.4-I : Distribution des médianes des concentrations en nitrates dans l'eau de mer, par point, sur la période d'étude 1987-2004 (extrait IFREMER, 2005)

Les points rouges représentent les moyennes des concentrations en nitrates observées dans la période 1976-1985.

Au printemps les médianes observées de 1987 à 2004 se situent au dessus des moyennes enregistrées avant 1985. Cependant les variations importantes pluri-annuelles des mesures et la différence spatiale des points de mesures ne permettent pas de dégager une tendance évolutive claire. La moyenne inter annuelle des mesures au point référence sur la période 1987-2004 est de 4,2 µM soit 0,26 mg/L.

L'évolution observée pour les nitrates (et les nitrites qui sont une forme de transition de l'azote) avant et après 1986 présentent un cycle annuel suggérant l'action du phytoplancton suivant un cycle saisonnier classique.

1.4.2.2.3 Nitrites

On observe une faible variabilité dans la période 1987-2004 entre les points d'échantillonnage quelle que soit la saison, avec cependant un léger gradient croissant côte-large (entre le point canal et le point référence).

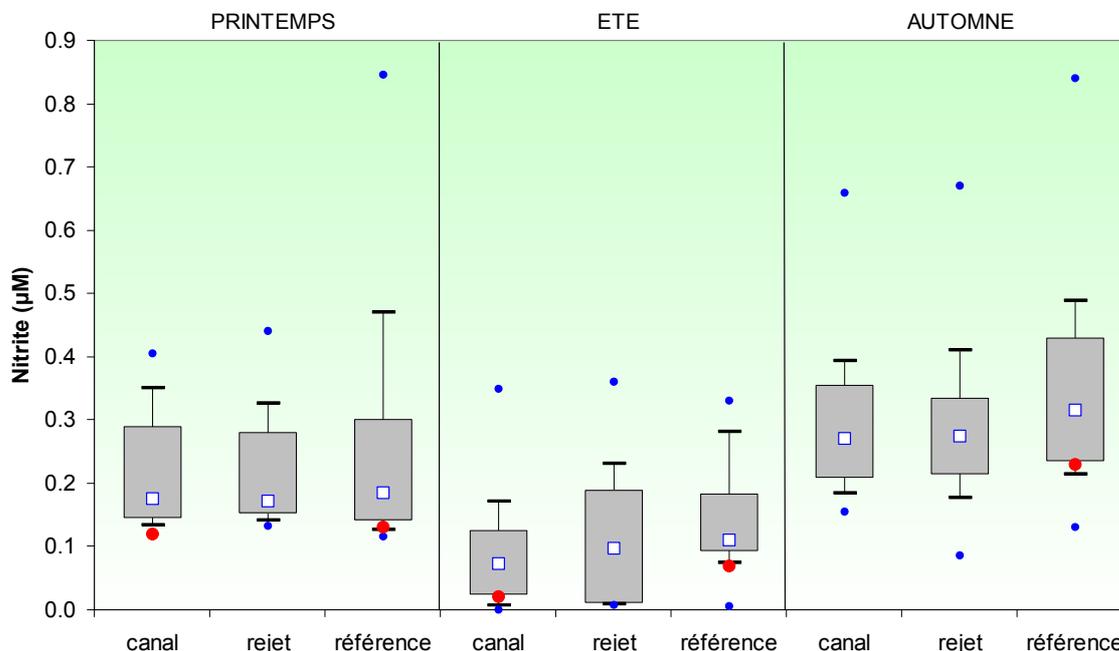


Figure C-I.4-m : Distribution des médianes des concentrations en nitrites dans l'eau de mer sur la période d'étude 1987-2004 par point d'échantillonnage (extrait IFREMER, 2005)

Les points rouges représentent les médianes des concentrations en nitrites observées dans la période 1976-1985.

Toutes les valeurs observées après la mise en service de la centrale sont supérieures à celles enregistrées pendant la période 1976 à 1985. Cependant l'hétérogénéité spatiale des mesures et les évolutions pluri-annuelles ne permettent pas de conclure à un impact de la mise en service des tranches 1&2.

De plus, une augmentation régulière de 1997 à 2003 des concentrations mesurées en septembre au point référence (en dehors de l'influence des rejets des tranches 1&2) est cependant constatée, avec une nouvelle diminution en 2004, ce qui permet de montrer que si il y a une évolution, elle est globale sur le secteur (peut-être dû aux apports anthropiques plus importants) et pas due aux rejets des tranches 1&2.

I.4.2.3 Phosphates

De même que pendant la période précédente, les observations montrent un très faible gradient côte-large seulement observable au printemps et en été. Les concentrations sont maximales au printemps (avec une forte dispersion des valeurs) et minimales en été. Les valeurs observées au point canal avant la mise en service sont inférieures à celles mesurées pendant cette période et inversement au point référence. Cependant cette différence est très faible (les valeurs restent contenues dans la boîte des 50%), et peut s'expliquer par l'hétérogénéité spatiale des points de mesures entre les deux périodes.

La moyenne inter annuelle des mesures au point référence sur la période 1987-2004 est d'environ 0,35 µM soit 0,033 mg/L.

L'évolution pluri-annuelle montre une diminution des teneurs mesurées en septembre au point de référence de 1991 à 1998, puis une augmentation de 2000 à 2003, avec une nouvelle baisse en 2004.

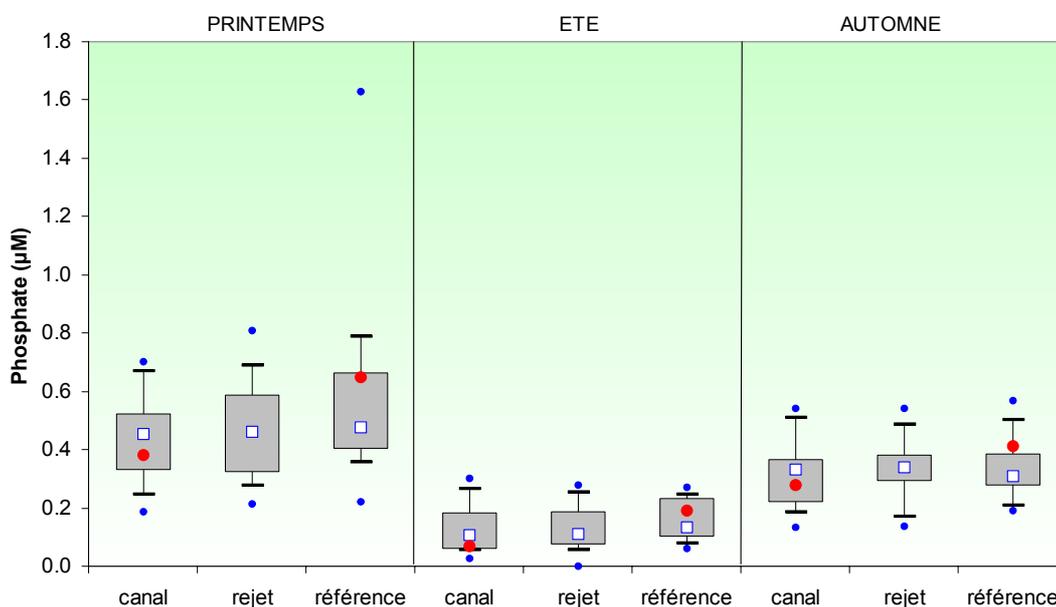


Figure C-I.4-n : Distribution des médianes des concentrations en phosphates dans l'eau de mer par point sur la période d'étude 1987-2004 (extrait IFREMER, 2005)

Les points rouges représentent les médianes des concentrations en phosphates observées dans la période 1976-1985.

I.4.2.4 Silicates

L'évolution temporelle des silicates est proche de celle déjà observée pour les matières azotées et le phosphore avec une diminution des concentrations entre le printemps et l'été et une augmentation à l'automne. La variabilité entre les trois points d'échantillonnage est faible. On n'observe pas de différence avec les valeurs observées lors de la période précédente.

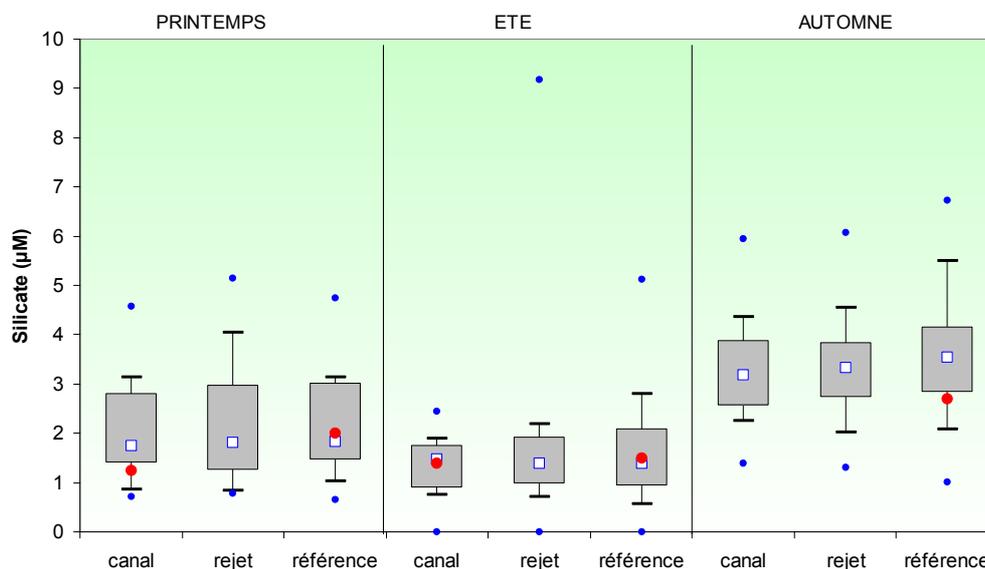


Figure C-I.4-o : Distribution des médianes des concentrations en silicates dans l'eau de mer, par point, sur la période d'étude 1987-2004 (extrait IFREMER, 2005)

Les points rouges représentent les médianes des concentrations en silicates observées dans la période 1976-1985.

L'évolution pluri-annuelle des concentrations en septembre au point de référence montre une baisse régulière de 1991 à 1996, puis une phase de croissance jusqu'en 2001, et un retour à des valeurs moyennes en 2002, 2003 et 2004.

Le silicate est utilisé par les diatomées pour construire leur carapace siliceuse. Dans nos latitudes, elles dominent le phytoplancton marin, et leur évolution annuelle conditionne les concentrations en silicates observées.

I.4.2.5 Les matières en suspension (MES)

Suite au retour d'expérience des suivis de la première période, la mesure de ce paramètre avait été abandonnée. Dans le cadre de l'application de l'arrêté de rejets du site de 2000, elle a été reprise en 2001.

Du fait du faible nombre de mesures, les tendances observées dans la distribution des médianes sont très sensibles aux valeurs extrêmes qui ont été enregistrées lors de ces campagnes. Néanmoins, un gradient décroissant côte-large est observé au printemps, suggérant des remises en suspension par le fort hydrodynamisme de la zone côtière de Flamanville. En automne, ce gradient est inversé.

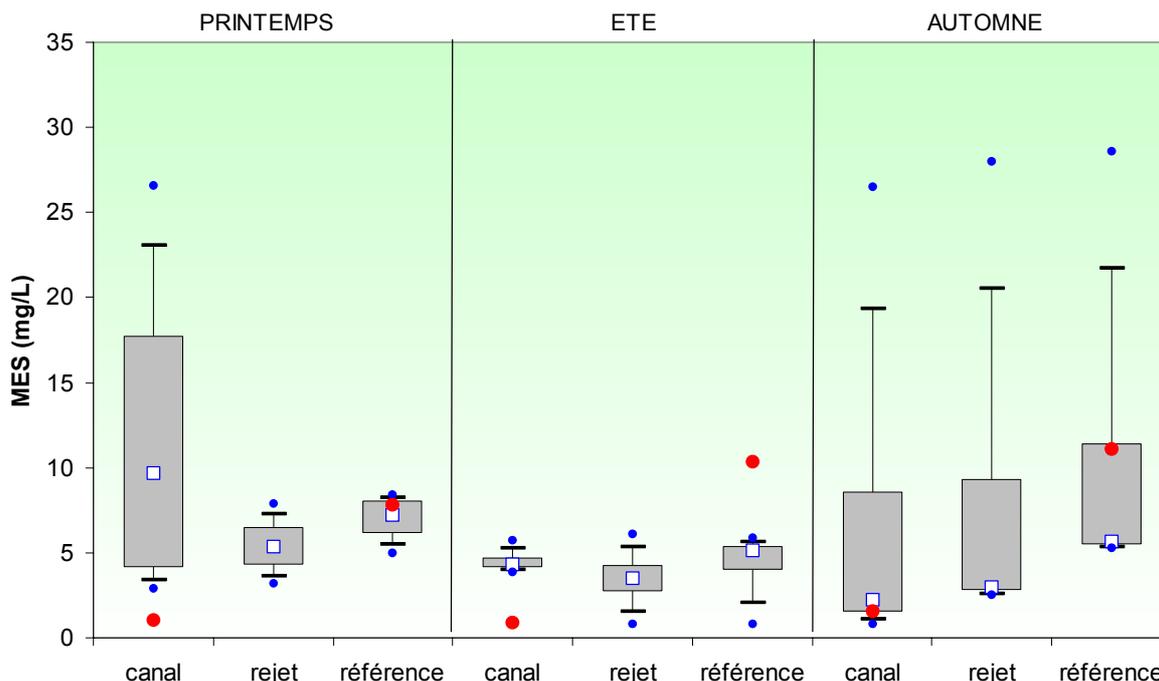


Figure C-I.4-p : Distribution des médianes des MES dans l'eau de mer sur la période d'étude 2001-2004 (extrait IFREMER, 2005)

Les points rouges représentent les valeurs observées dans la période 1976-1983.

Ce paramètre est très influencé par l'état de mer, qui peut remettre en suspension de nombreux sédiments surtout dans la zone côtière. Les tendances évolutives sont donc sans signification avec des mesures ponctuelles. Il apparaît d'ailleurs d'après l'IFREMER peu pertinent de suivre ce paramètre.

I.4.2.6 Les trihalométhanes

Les mesures des trihalométhanes dans l'eau de mer issus du traitement de chloration des circuits, effectuées depuis 1988, n'ont qu'une seule fois dépassé la limite de détection, avec une valeur de 0,1 µg/L de bromoforme au point rejet en 1992.

I.4.2.7 Le bore

Dans le cadre des dispositions de l'arrêté de rejets de 2000, le bore est suivi dans les eaux proches de Flamanville depuis 2000. La concentration normale d'acide borique dans l'eau de mer est de 25,6 mg/L, ce qui correspond à environ 4,5 mg/L de bore.

Les médianes printanières semblent légèrement supérieures à celles observées en été et en automne. Cependant les valeurs oscillent toujours entre 4 et 6 mg/L. La valeur maximale de 6 mg/L observée au rejet en 2004 pourrait être due à un problème de mesure car ce phénomène a aussi été observé à Paluel, sans qu'un rejet des sites ne puisse expliquer cette valeur.

De même les variations saisonnières s'expliquent difficilement (les apports terrigènes par exemple sont d'un ordre de grandeur beaucoup plus faibles), et semblent plutôt liées à des variations de la mesure.

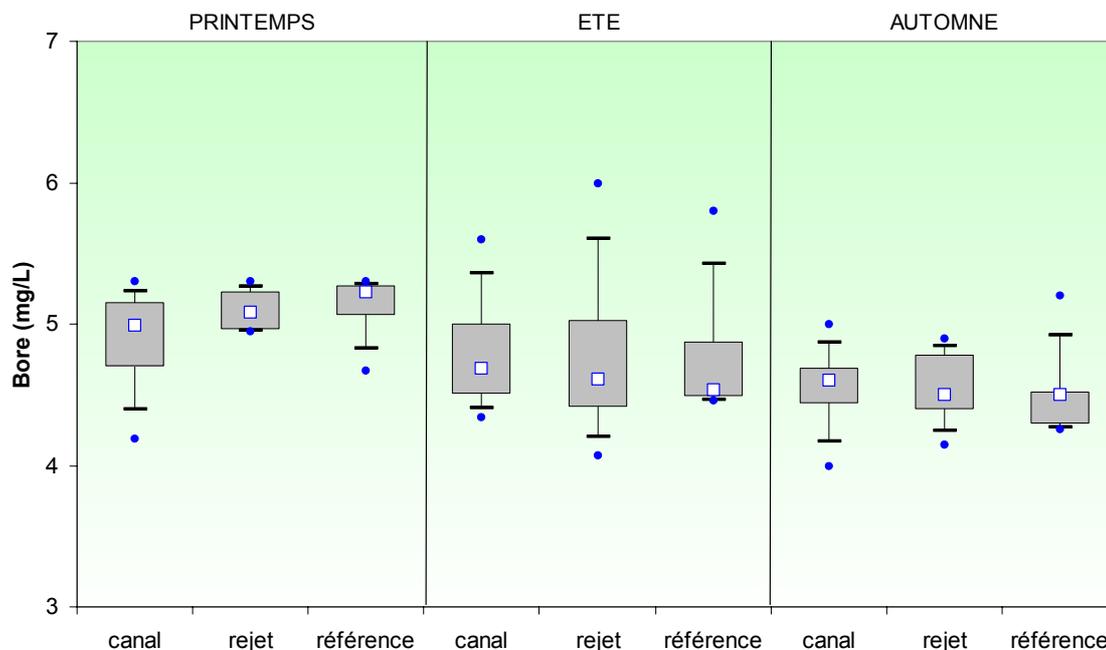


Figure C-I.4-q : Concentrations médianes en bore dans l'eau de mer observées depuis 2000 (extrait IFREMER, 2005)

I.4.2.8 Conclusion

Comme pour la période précédente, les paramètres étudiés semblent suivre le cycle classiquement observé en Manche, avec des gradients côte-large qui varient dans l'espace et dans le temps.

En général, les valeurs observées au point rejet ne sont pas supérieures à celles des points canal et référence. Seul l'ammonium présente une concentration médiane légèrement supérieure à celles des points canal et référence au printemps. Ces valeurs restent toutefois dans la plage de valeurs d'ammonium couramment observées dans cette région de la Manche et ne mettent pas en cause l'équilibre écologique du milieu.

Les principales caractéristiques physico-chimiques de ce milieu sont liées à son caractère océanique : température froide et eau pauvre en nutriments.

Les faibles rejets des tranches 1 et 2 de Flamanville et les forts courants marins constatés à la pointe du Cotentin se traduisent par des valeurs en dessous des seuils analytiques pour les trihalométhanes.

Les tendances pluriannuelles de l'évolution du milieu naturel, déduites de l'étude des concentrations observées au point référence au mois de septembre (1987 à 2004) suggèrent une diminution de la salinité et une augmentation des nutriments, excepté pour les nitrates qui restent stables.

Ces tendances, qui s'inscrivent davantage dans l'évolution climatique globale ou dans l'augmentation des rejets urbains et agricoles, peuvent se traduire par des modifications des paramètres physico-chimiques et biologiques locaux. Elles peuvent de plus n'être que l'effet d'un décalage temporel des phénomènes biologiques (décalage temporel du développement du plancton) et non une réelle augmentation des concentrations liées aux apports extérieurs.

L'étude comparative des concentrations aux point canal, rejet et référence ne permet pas de mettre en évidence le rôle de la centrale dans ces tendances à long terme.

I.5 ETAT DE REFERENCE BIOLOGIQUE MARIN

Les études de suivi écologique du milieu marin réalisées par l'IFREMER permettent de dégager un certain nombre de caractéristiques qui ont été regroupées en cinq parties : le phytoplancton, le zooplancton, la microbiologie, le domaine benthique et le domaine halieutique.

La zone d'étude pour la réalisation de l'état de référence biologique marin est située à moins de 10 km au large du CNPE de Flamanville.

Les différents points de surveillance sont présentés sur la Figure C-I.4-i page 26. Comme développé en introduction du paragraphe sur la physico-chimie (paragraphe I.4), les études de projet ont eu lieu en 1976-1978, et ont été suivies depuis 1983 par le programme de surveillance du site, soit plus de 20 années d'observations.

De même que pour la description de la physico-chimie, sont précisées dans ce chapitre si possible, les tendances avant la mise en service des tranches 1&2, au point référence du suivi quand il existe et sur tous les points d'échantillonnage après la mise en service (état initial de la tranche EPR).

I.5.1 Le phytoplancton

L'étude de l'activité photosynthétique des peuplements phytoplanctoniques complétée par la mesure de la biomasse (exprimée en concentration de chlorophylle *a*) ainsi que par l'identification et le dénombrement des cellules a permis de suivre l'évolution des peuplements de phytoplancton et d'évaluer l'influence des facteurs abiotiques¹⁸.

Les prélèvements d'eau en vue de l'étude du phytoplancton ont été réalisés aux mêmes points et en même temps que les paramètres physico-chimiques (Paragraphe I.4 et Figure C-I.4-i).

Le phytoplancton de Flamanville se caractérise par une dominance des diatomées à plus de 95%. Les dinoflagellés atteignent parfois de fortes abondances lors des efflorescences ponctuelles et très localisées géographiquement à la fin de l'été.

Depuis 1976 et jusqu'à présent nous avons pu observer une période hivernale où les espèces *Skeletonema costatum*, *Paralia sulcata*, *Thalassiosira sp.* sont souvent dominantes et partagent leur niche écologique avec des espèces plus cosmopolites telles que *Navicula sp.*, *Nitzschia sp.* et *Thalasionema sp.*

Le printemps est marqué par des fortes efflorescences qui vont consommer rapidement le stock de nutriments dissous. Les espèces et genres les mieux représentés sont *Rhizosolenia sp.*, avec des efflorescences récurrentes de l'espèce *Rhizosolenia delicatula*. Nous observons aussi *Pseudonitzschia sp.*, *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus sp.* et *Chaetoceros sp.*

En été ce sont souvent des cellules de petite taille qui profitent mieux des faibles concentrations en nutriments qui vont se développer, comme *Chaetoceros socialis*, *Chaetoceros sp.*, et quelques rhizosoleniacées.

De très fortes efflorescences de *Phaeocystis pucheti* (prymnésiophycée) ont été observées entre avril et mai avec des abondances dépassant parfois 4 millions de cellules par litre sur la côte ouest du Cotentin.

L'évolution des abondances microphytoplanctoniques avant et après la mise en service des tranches 1&2 est similaire à l'évolution de la biomasse et de la production primaire. Les valeurs de biomasse et abondances phytoplanctoniques, ainsi que les espèces identifiées avant et après la mise en service des tranches 1&2 sont similaires à celles observées dans les études locales ou par les réseaux de surveillance de l'IFREMER.

L'évolution de la biomasse phytoplanctonique suit un cycle classique avec une augmentation de la biomasse progressive en fin d'hiver (valeur maximale de 7,8 µg/L en mai en première période 1976-1986, Figure C-I.5-a) suite à l'augmentation de l'ensoleillement et des efflorescences qui épuisent les nutriments dès que l'hydrodynamisme le permet.

¹⁸ désigne ce qui est de nature strictement physico-chimique.

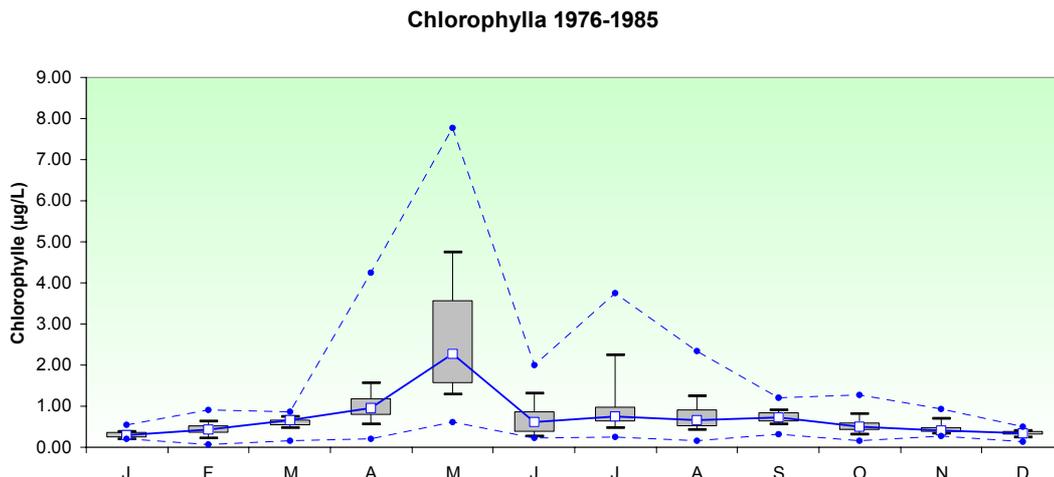


Figure C-I.5-a : Distribution de la médiane (et maxima et minima) de chlorophylle a tous points confondus et par mois, sur la période d'études 1976-1985 (extrait IFREMER, 2005)

En effet des poussées ponctuelles de biomasse sont observées à la suite d'orages ou de vents violents en mer (notamment à l'automne avec des valeurs maximales enregistrées de 5 µg/L sur la période 1987-2004, Figure C-I.5-b) qui permettent la remontée et le mélange des eaux profondes riches en nutriments vers la surface.

Les mesures de production primaire suivent le même cycle annuel. L'évolution des paramètres biomasse et production primaire est similaire ce qui suggère un cycle naturel sans dérèglement.

Les concentrations en chlorophylle a et les valeurs de production primaire observées à Flamanville avant et après la mise en service des tranches sont équivalentes, relativement modestes et mettent en évidence le caractère océanique de la masse d'eau.

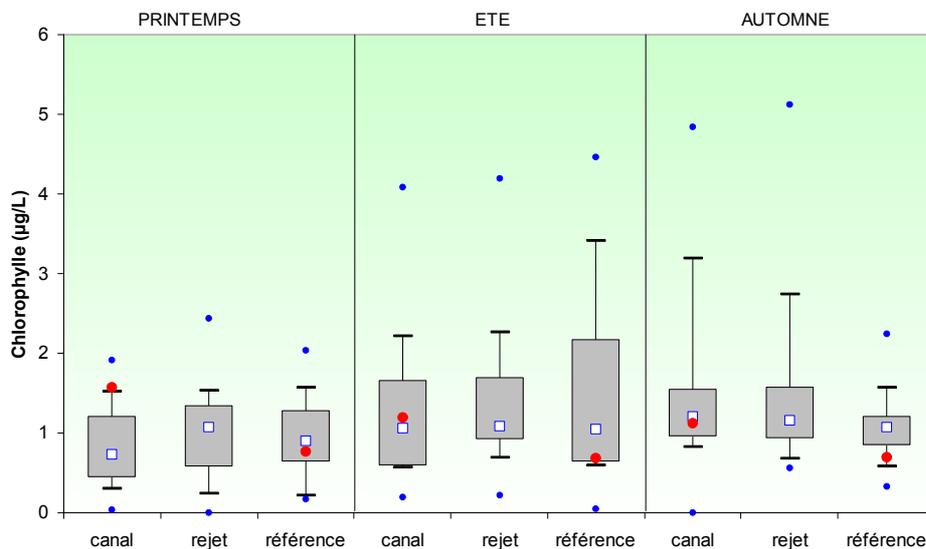


Figure C-I.5-b : Distribution des médianes en chlorophylle a sur la période d'étude 1987-2004 (extrait IFREMER, 2005)

Les points rouges représentent les valeurs observées dans la période 1976-1985.

Une très faible variabilité est observée entre les mesures aux points canal, rejet et référence (Figure C-I.5-b), et aucun impact des rejets du CNPE n'a pu être mis en évidence sur ce compartiment.

I.5.2 Le zooplancton

Le zooplancton de Flamanville, relativement diversifié, se caractérise par un holoplancton¹⁹ essentiellement composé de copépodes, et par un méroplancton²⁰ (espèces essentiellement présentes au printemps) de larves de crustacés benthiques composées principalement de cirripèdes caractéristiques des faciès littoraux rocheux.

La succession des espèces au cours des cycles saisonniers est stable d'une année sur l'autre, et est en étroite liaison avec le cycle phytoplanctonique.

De part sa situation géographique, le site de Flamanville est alimenté en œufs et larves de poissons dont les frayères occupent la partie centrale de la Manche (sardine, sprat, chinchard, maquereau) mais s'inscrit aussi, de par les caractéristiques du secteur (anses sableuses), dans un ensemble de frayères et/ou nourriceries côtières (poissons plats dont sole) peu productives cependant.

La grande originalité du milieu pélagique vient de la richesse et de l'abondance du zooplancton en larves de crustacés décapodes. Deux espèces dominent : le homard et l'araignée de mer.

L'évolution pluriannuelle de l'abondance zooplanctonique ne permet pas de dégager de tendances particulières : il y a une forte dispersion des valeurs à chaque saison, avec des valeurs médianes du même ordre de grandeur même si elles sont peut être un peu plus faibles à l'automne. Cependant une augmentation du niveau moyen des effectifs semble être décelée. Une période de récession se distingue cependant de 1996 à 1999.

I.5.3 La microbiologie

L'augmentation de la température de l'eau de mer autour des rejets a conduit à suivre l'évolution des peuplements bactériens depuis les études de projet de 1976 et 1978 (paragraphe I.4). Le suivi repose sur le dénombrement optique des germes totaux par comptage en épifluorescence après coloration, des germes revivifiables (pouvant reprendre une activité pathogène si les conditions du milieu leur devenaient favorables) et l'identification des vibrions halophiles.

Cependant ce dénombrement et cette identification a évolué du point de vue de la technique de la mesure et de la précision ce qui fait que l'évolution pluri-annuelle n'est que qualitative et difficilement comparable d'une période par rapport à l'autre. Le nouveau protocole appliqué depuis 2004, développé par l'Institut Pasteur, pour l'identification et le dénombrement des vibrions halophiles devrait permettre d'obtenir dorénavant des résultats plus fiables.

Le nombre de germes totaux et revivifiables observés avant et après la mise en service de la centrale n'est pas significatif compte tenu des moyens de mesures. On constate que 41 occurrences ont été identifiées au point rejet, 34 dans le canal et 33 au point référence, ce qui, compte-tenu de la précision de l'identification, reste dans la même gamme de valeurs. De plus, le facteur température ne semble pas affecter particulièrement le nombre de germes revivifiables.

¹⁹ qui accomplissent l'intégralité de leur cycle biologique au sein du milieu pélagique

²⁰ fraction temporaire du zooplancton

I.5.4 Le domaine benthique

Le domaine benthique²¹ peut être regroupé en deux grandes zones :

- la zone intertidale (estran),
- la zone subtidale (zone toujours immergée au delà de l'estran).

L'état de référence du domaine benthique est établi sur la base de données anciennes. Il est prévu une campagne de reconnaissance et de collecte de nouvelles données au début du chantier dans la zone des rejets en mer, au niveau des émissaires de rejet à la côte et au niveau des zones identifiées pour le clapage en mer des matériaux déroctés et des sédiments issus du dragage du canal d'amenée. Une nouvelle campagne sera conduite au démarrage de la tranche EPR. Elle pourra servir de bilan de fin de chantier et de point zéro pour le début de l'exploitation

I.5.4.1 La zone intertidale

I.5.4.1.1 *Phytobenthos*

Surveillance de la couverture globale

Le phytobenthos de la zone a été suivi lors des études d'avant projet en 1976 et 1977, lors d'une étude IFREMER entre 1982 et 1984 et lors de nouvelles observations effectuées en 2005.

Le recouvrement algal en zone intertidale du secteur de Flamanville est relativement pauvre tant en quantité qu'en diversité.

Les Rhodophycées (algues rouges) dominent au niveau du Cap de Flamanville et sur le bas de l'estran dans la zone de Diélette, ceci ayant déjà été constaté en 1976. Dans le médio littoral rocheux, parsemé de zones de rétention d'eau, les algues calcaires du genre *Lithothamnion sp.* et *Corallina sp.* recouvrent les substrats d'un tapis rosé.

Au Rozel et à Diélette l'espèce *Osmondea pinnatifida* est relativement courante. Peu d'algues brunes sont observées mis à part la population de *Fucus serratus* du platier de Diélette et quelques Sargasses dans les cuvettes.

Suivi d'une population de *Fucus serratus*

La population de *Fucus serratus* (Figure C-I.5-c) du platier de Diélette situé au nord du site dans la zone d'influence de la tache thermique fait l'objet d'une surveillance depuis 1977. Étudiée une première fois d'août 1977 à août 1978, elle est suivie en continu depuis mars 1983 en fin d'hiver et en fin d'été. Une observation est réalisée également en fin de printemps depuis 1995.

²¹ Le benthos concerne les organismes fixés sur le fond



Figure C-I.5-c : Extrémité d'un thalle de *Fucus serratus* (extrait IFREMER, 2005)

L'évaluation du stock a montré que les valeurs les plus importantes sont enregistrées en début d'étude (1983), les estimations décroissent par la suite avec de faibles valeurs de 1990 à 1992. On constate ensuite de 1993 à 2000 un niveau avoisinant les moyennes saisonnières connues sur ce site, et depuis 2001 une baisse de la biomasse.

L'observation des données de longueurs moyennes acquises depuis 1977 ne permet pas de conclure à une évolution significative de ce paramètre que ce soit en relation avec le fonctionnement de la centrale ou avec une évolution climatique.

Le peuplement de *Fucus serratus* est globalement fertile toute l'année avec toutefois une période de fertilité plus importante en fin d'été, la fertilité décroissant pendant la période hivernale.

I.5.4.1.2 Zoobenthos

Le développement des peuplements animaux de mode battu traduit la forte intensité des actions hydrodynamiques de ce secteur côtier. Au cap de Flamanville, les peuplements sont essentiellement représentés par une ceinture de cirripèdes (classe des crustacés) à *Semibalanus balanoides*.

A la pointe du Rozel, les peuplements sont représentés par une ceinture à *Semibalanus balanoides* prolongée en bas niveaux par une ceinture à *Balanus perforatus*.

L'étude de surveillance, menée depuis 1983, a pour objectif de contrôler les variations d'abondance des principales espèces de cirripèdes de la ceinture à *Semibalanus balanoides* à la pointe du Rozel ainsi qu'au droit du sémaphore du Cap de Flamanville; cette étude est complétée par une évaluation sommaire des densités des principales espèces accompagnatrices et par un suivi de la recolonisation du substrat par les cirripèdes.

A partir de 1993, deux points de mesures sont ajoutés aux précédents, un dans l'anse de Quédoy située immédiatement au sud de la centrale, l'autre dans le port de Diélette (platier rocheux au nord de la sortie du port).

Cette ceinture, dominée par *Semibalanus balanoides*, comprend également d'autres espèces de cirripèdes comme *Elminius modestus*, *Chthamalus stellatus*, et *Chthamalus montagui* (Figure C-I.5-d).

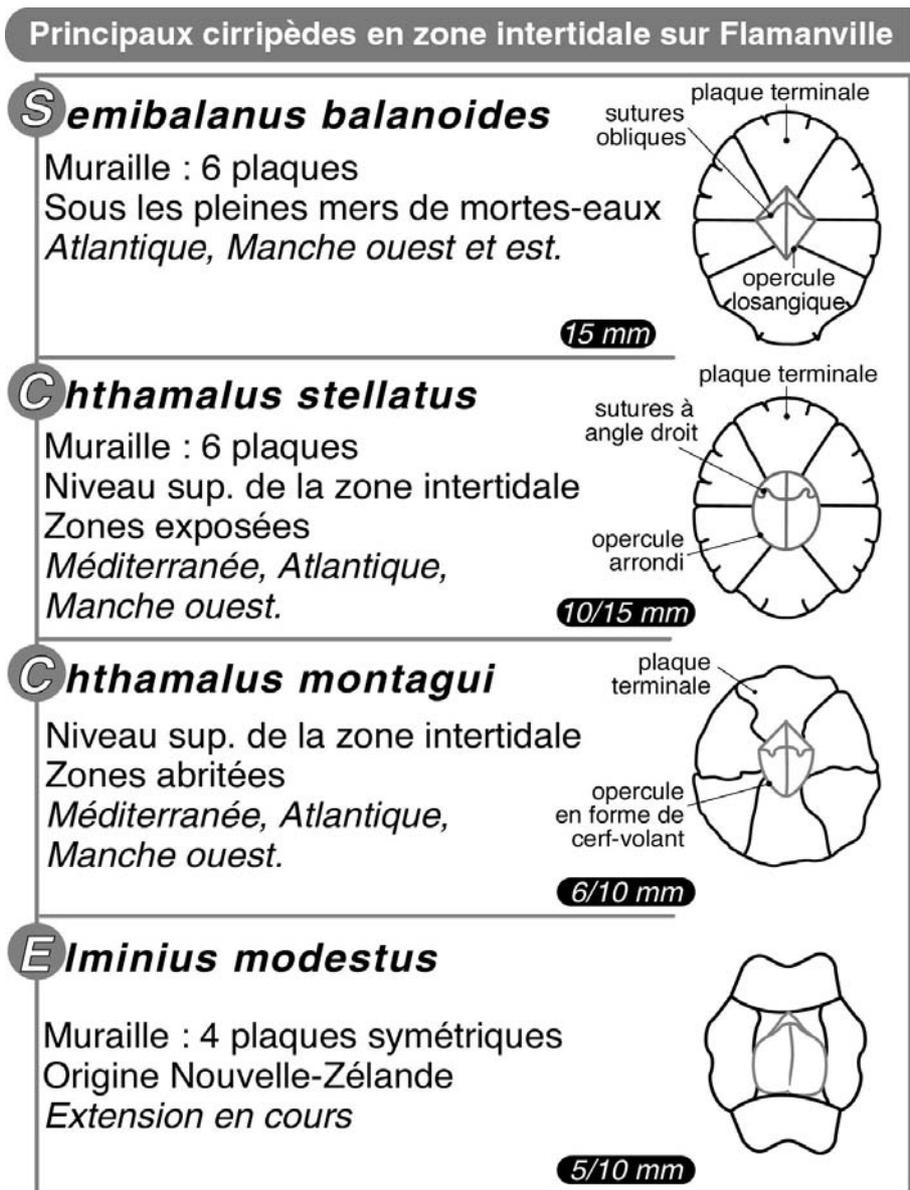


Figure C-I.5-d : Principaux cirripèdes en zone intertidale de Flamanville (extrait IFREMER, 2005)

Sur l'ensemble des diverses périodes d'observations, le pourcentage de *Semibalanus balanoides* varie d'environ 77% à Quedoy à 91% à Diélette. Ce pourcentage est de 84% au Sémaphore de Flamanville et de 90% au Rozel. Cette espèce domine donc largement le peuplement confirmant l'analyse réalisée il y a plus de 25 ans sur le site.

L'importance moyenne des Chthamales est maximale au sémaphore (12%) et à Quédoy (22%), points où le substrat est granitique (par rapport aux deux autres points Rozel et Diélette où le substrat est schisteux) mais également points les plus proches du site de Flamanville. Au cours des périodes étudiées, il est cependant montré que l'impact des variations météorologiques (la température de l'air qui agit sur celle de l'eau) est le paramètre dominant sur les fluctuations d'abondances des cirripèdes du genre *Chthalamus* dans ce secteur.

Les cirripèdes abritent une microfaune abondante et variée, parmi laquelle on note quatre mollusques dont un petit bivalve (*Lasea rubra*) et trois gastéropodes brouteurs d'algues : *Patella sp* (coquille conique, hôte de l'estran rocheux, souvent en mode battu), *Melaraphe neritoïdes* (petit bigorneau, coquille sombre de 2 à 3 mm), *Littorina saxatilis* (petit bigorneau à

coquille colorée, jusqu'à 1 cm de hauteur), ainsi que des polychètes, amphipodes, isopodes (*Campecopea hirsuta*) et même d'acariens... L'abondance de cette faune est très variable.

I.5.4.2 Zone subtidale

I.5.4.2.1 *Phytobenthos*

Le phytobenthos de la zone subtidale n'a fait l'objet de prospections qu'en 1976 et 1977. Les caractéristiques principales du peuplement benthique ont ainsi pu être déterminées et ont été synthétisées sur la Figure C-I.5-e.

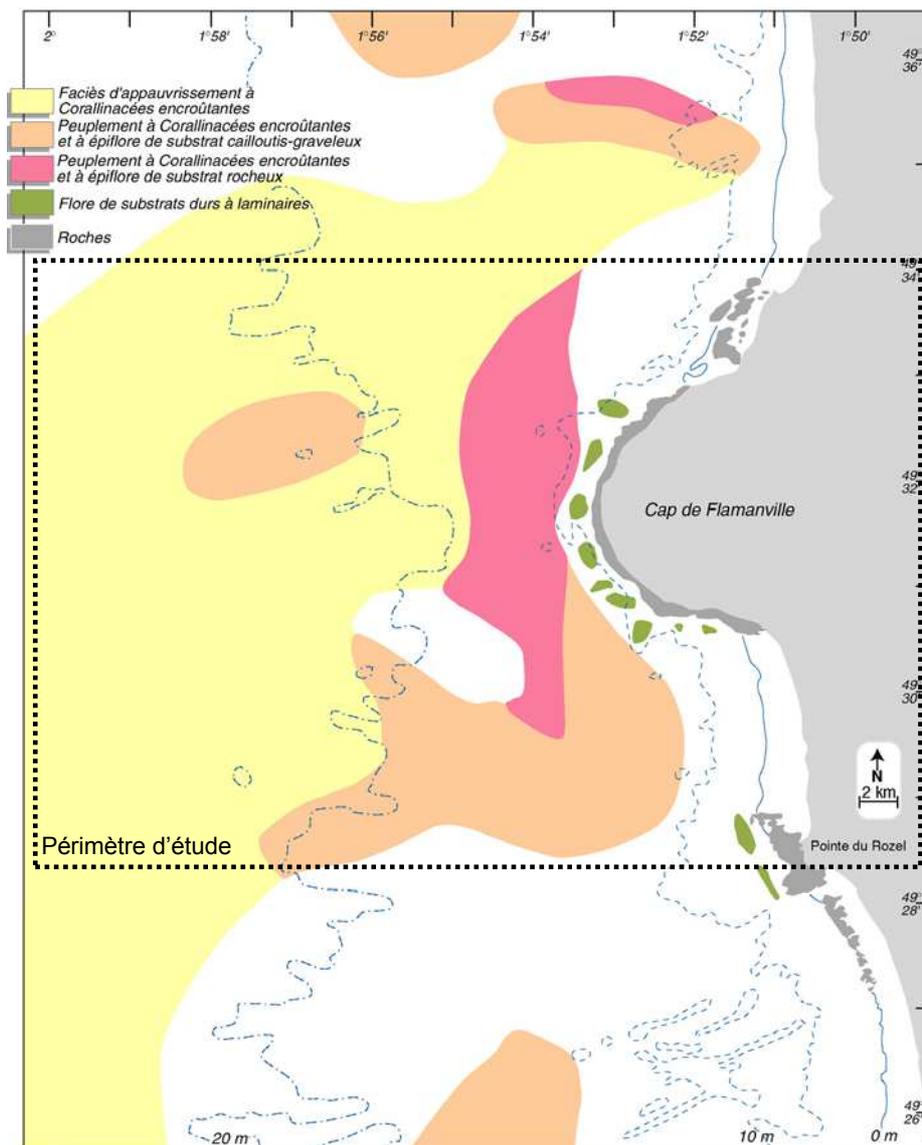


Figure C-I.5-e : Peuplements phytobenthiques au large de Flamanville (campagnes de 1975 et 1977), (extrait IFREMER, 2005)

I.5.4.2.2 Zoobenthos

A l'échelle régionale, un bilan des connaissances disponibles concernant la faune et la flore benthique intertidale et subtidale a de plus été réalisé à l'échelle de la façade normande par l'IFREMER²². L'état des lieux s'est axé sur la macrofaune de substrats meubles, les macroalgues et les herbiers de phanérogames ainsi que la végétation des schorres. Les principales caractéristiques sur faune benthique subtidale sont les suivantes :

« L'ensemble des études recensées datent des années 1975 et ont toutes été réalisées à partir de prélèvements semi-quantitatifs.

Les principales biocénoses subtidales rencontrées sur la façade Normande dans un ordre hydrodynamique décroissant sont :

- Le peuplement d'épifaune des fonds durs à *Musculus discors*, caractéristique des régions à courant de marée très violents ;
- Le peuplement des fonds caillouto-graveleux à épibiose sessile, avec différents aspects, et plus ou moins riche en épifaune ;
- Le peuplement des sables grossiers à *Amphioxus lanceolatum* ;
- Le peuplement des sables fins à moyens propres dunaires à Ophélidés et Mactridés ;
- Le peuplement des sables très fins à fins plus ou moins envasés à *Abra alba* avec différents faciès selon l'envasement »

Il faut noter que les seules données au large du Cap de Flamanville sont issues des études écologiques d'avant projet (dragages effectués en 1975) et de projet (1976-1978). Comme précisé au début de ce paragraphe, de nouvelles études de reconnaissance seront réalisées au début et à la fin du chantier.

I.5.5 Le domaine halieutique

La surveillance halieutique comprend deux parties réalisées à des périodes et à des points de prélèvements différents : le suivi du zooplancton (larves de crustacés) et le suivi de la pêche côtière des crustacés, de façon à suivre l'impact des rejets sur les différents stades d'évolution des peuplements. Les crustacés représentent en effet les ressources halieutiques prépondérantes de la zone.

En effet, comme montré dans le chapitre zooplancton, la faune ichtyoplanctonique est très diversifiée mais relativement peu abondante, et est dominée par les larves de sole. De plus, des captures au chalut effectuées dans la première période de surveillance avaient montré une prépondérance des raies et de la sole tout au long de l'année, une présence épisodique de la seiche (en avril-mai) et l'existence d'espèces faiblement représentées comme la plie, le tacaud et la petite roussette. Compte-tenu de la présence limitée de ces espèces, elles ne font pas l'objet d'un suivi particulier.

I.5.5.1 Larves de crustacés

Le secteur de Flamanville est caractérisé par sa richesse en larves de crustacés décapodes. Parmi les espèces d'intérêt halieutique (bouquet, crevette grise, langouste, homard, araignée, tourteau, étrille), il a été retenu pour l'étude de la surveillance de ce secteur les larves de homard et d'araignée particulièrement bien représentées.

²² "Avant-Projet Sommaire du futur réseau de surveillance DCE (Domaine benthique) - District côtier Seine-Normandie", IFREMER, Anne-Sophie BARNAY, avril 2005, réf. RST.LERN/05.05/Port en Bessin.

1.5.5.1.1 Larves de homard

Le site de Flamanville se caractérise par une richesse importante en larves de homard par rapport à d'autres secteurs en Manche.

Pendant la première période de suivi (1976-1985), la présence de larves de homard dans le plancton a été située entre début juin et fin août. L'échantillonnage des adultes a montré que sur cette même période, le pourcentage de femelles oeuvées diminuait. Enfin la répartition géographique des larves dans la zone a été déterminée (des valeurs importantes ont été ainsi relevées au nord-ouest et au sud-ouest du Cap de Flamanville).

Entre 1986 et 2004, de quatre à six missions de prélèvement ont été effectuées de juin à septembre en quatre points de prélèvements (canal, rejet, point 3 et référence, Figure C-I.4-i). Deux missions allégées sont effectuées depuis 1998 sur ces deux derniers points.

La répartition des larves de homard aux différents points de prélèvement, montre que pour la moitié des années, la récolte au point référence est supérieure à celle du point 3. Aux environs du rejet, la présence des larves de homard est sporadique et dans le canal d'aménée une seule larve a été récoltée en 2004 alors qu'on n'en avait plus pêché depuis 1988.

Les abondances fluctuent d'une année à l'autre et la surveillance n'a pas fait apparaître d'impact du fonctionnement de la centrale, car les différences observées au cours des deux périodes s'expliquent par une hétérogénéité des suivis avant et après.

La période de présence des larves sur le site s'étale de début juin à début septembre, avec une plus forte abondance en juillet et août pour la première période et en juin et juillet pour la deuxième. Il semblerait donc que la période d'éclosion commence plus tôt depuis quelques années comme nous l'indique aussi la présence de larves au stade 3 dès le début du mois de juin. On peut y voir l'influence des températures printanières plus chaudes observées ces dernières années et dont l'influence est démontrée pour les éclosions de larves d'araignée. Cette évolution thermique est une évolution naturelle.

1.5.5.1.2 Larves d'araignée *Maja brachydactyla* Balss

L'étude de projet de 1977 à 1985 a comporté de nombreux points d'échantillonnage en espace et en temps. Cela a permis de montrer que les zoés et mégalopes²³ d'araignée étaient observées principalement entre fin juillet et fin octobre. Par contre, la répartition des zoés selon les points n'était pas très reproductible d'une année sur l'autre.

Le calendrier des missions et les points échantillonnés sont les mêmes que pour les larves de homard à partir de 1986.

L'évolution des densités de larves au point référence et au point du large ne montre pas de tendance à la baisse depuis la mise en service des tranches 1&2. Les faibles quantités observées au rejet et au canal d'aménée pourraient s'expliquer par la position très côtière de ces points et la modification des berges engendrée par les digues. Les résultats obtenus pendant la première période ont montré de plus que la répartition spatiale des zoés est très hétérogène d'une année sur l'autre.

Les densités de zoés d'araignée et de mégalopes sont relativement constantes d'une année sur l'autre, même s'il a été constaté une précocité des éclosions, certainement liée au réchauffement du climat.

En effet, on constate en 1986 que les zoés au stade 1 ne sont récoltées qu'à partir de fin juillet alors qu'on en trouve dès le début du mois de juin en 2002. De plus, une corrélation a été définie entre le nombre de degrés jours (somme des températures journalières) et la date

²³ zoés et magalopes : différents stades de développement des larves

d'apparition des zoés. Ceci a permis de montrer que plus la quantité de chaleur reçue en février et en avril est forte, plus l'éclosion des zoés d'araignée est précoce.

I.5.5.2 Surveillance des pêches côtières

Des pêches expérimentales ont permis d'effectuer la surveillance halieutique des crustacés sur Flamanville en 2 phases :

- l'étude de projet de 1977 à 1982, visant à établir un état de référence général des ressources halieutiques du secteur et qui a conduit à suivre la population de crustacés.
- l'étude de surveillance depuis 1983 composée de quatre campagnes annuelles puis deux à partir de 1992.

15 unités d'échantillonnage composées chacune de 20 casiers sont suivies, elles sont réparties du nord au sud du site de Flamanville (Figure C-I.4-i).

En 2000, il y a eu la création d'un cantonnement de 1 km² interdit à la pêche au casier juste au nord du site en limite des enrochements et a conduit à traiter cette zone de façon particulière.

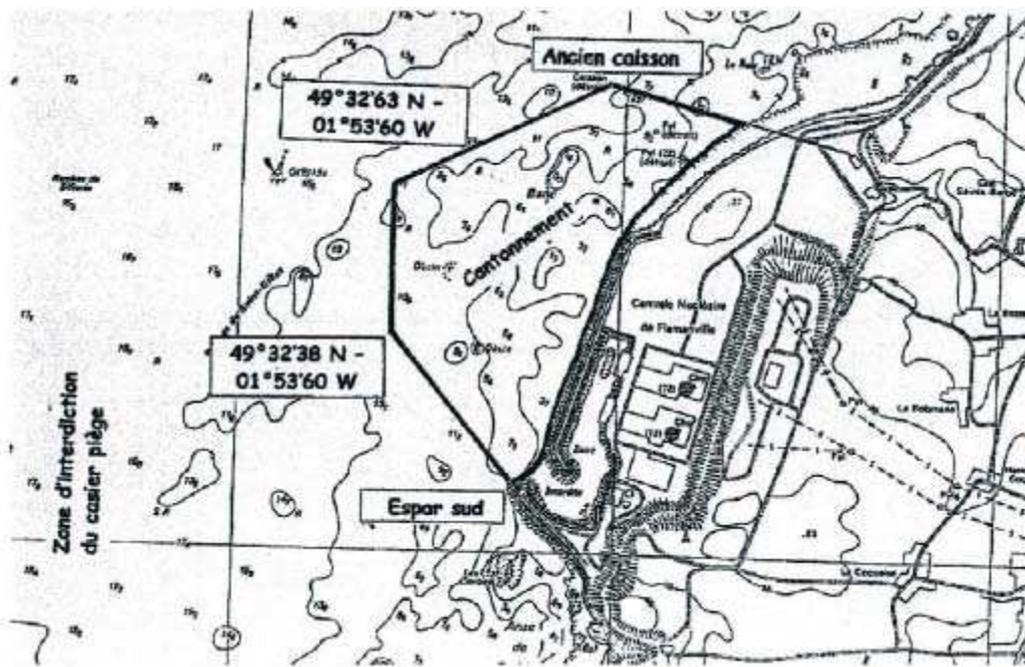


Figure C-I.5-f : Zone de cantonnement au droit du CNPE

I.5.5.2.1 Le homard

Les rendements par casier ont sensiblement augmenté sur la période. Cependant il est difficile d'en connaître les raisons qui sont certainement multiples (changement de bateau.....). Comme attendu, les rendements des casiers situés dans le cantonnement ont augmenté.

Parallèlement à cela, ni la distribution de la taille moyenne, ni le rapport des sexes n'ont connu d'évolution significative.

I.5.5.2.2 Le tourteau

Les différents paramètres suivis (rendement, longueur céphalothoracique moyenne, sex-ratio) de 1980 à 1985 sont caractérisés par une assez grande constance et restent stables dans le

temps. De même sur la période 1986-2004, aucun des paramètres analysés ne présente de tendance marquée.

1.5.5.2.3 L'araignée

Cette espèce effectue des migrations saisonnières liées à la reproduction, elle vient se reproduire à la côte au printemps. Le suivi avant et après la mise en service des tranches n'a pas permis de dégager des tendances d'évolution.

1.5.5.2.4 L'étrille

Il est difficile de dégager des conclusions de l'évolution constatée des rendements car il y a un effet de biais lié au type de casier utilisé, notamment avant 1985.

Il semble cependant qu'il y ait eu une augmentation du rendement et donc du nombre des petites étrilles jusqu'en 1999, puis ensuite une baisse du rendement associée à une baisse du nombre d'individus de grande taille.

1.5.5.2.5 Conclusion

Le suivi des ressources halieutiques met en évidence que l'effet « réserve », induit par la zone de cantonnement, semble bénéficier surtout à la population de homard. Le homard est probablement l'espèce de crustacé territorialement dominante.

1.5.6 Conclusion

Les peuplements de la zone de Flamanville sont caractéristiques des eaux océaniques à fort hydrodynamisme. Les suivis effectués avant et après la mise en service des tranches 1&2 n'ont pas montré d'évolution pour l'ensemble des peuplements (faune et flore) liée à l'activité de ces tranches. Par contre, une évolution en lien avec des printemps plus doux ces dernières années se voit :

- sur la précocité de l'éclosion des larves de crustacés ;
- sur les fluctuations d'abondance des cirripèdes (zoobenthos).

1.6 ETAT DE REFERENCE RADIOECOLOGIQUE MARIN

La zone d'étude pour la réalisation de l'état de référence radioécologique marin comprend la frange littorale comprise entre Goury au nord (Cap de La Hague) à Carteret au sud ainsi qu'une zone de pêche en mer située dans un périmètre de 5 km autour du CNPE de Flamanville.

1.6.1 Chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement

L'environnement du site de Flamanville a fait l'objet d'études radioécologiques destinées à caractériser la radioactivité présente dans les différents compartiments de l'écosystème marin. Ces bilans réalisés avant et pendant l'exploitation du site permettent de suivre l'évolution des niveaux de radioactivité et d'évaluer les traces imputables aux effluents radioactifs liquides de l'installation.

L'état de référence a été réalisé d'avril 1981 à avril 1982. Les deux tranches du CNPE de Flamanville ont respectivement été couplées au réseau en décembre 1985 et juillet 1986.

Depuis 1991, une campagne de prélèvements et de mesures est réalisée annuellement dans l'environnement immédiat du CNPE. En 1996, soit dix ans après la divergence de la deuxième tranche du CNPE de Flamanville, a été réalisé le premier bilan radioécologique décennal.

Toutes ces études ont été confiées à l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire).

Les informations présentées dans les chapitres suivants sont extraites du bilan radio-écologique décennal de 1996 et des suivis radio-écologiques effectués entre 1997 et 2003.

Les symboles chimiques des radionucléides utilisés dans ce chapitre sont présentés au début du dossier de DAC.

Le site d'implantation de la future tranche EPR est voisin d'installations nucléaires (centres de retraitement de La Hague, de Sellafield (Grande-Bretagne), des tranches 1-2 de Flamanville, de Paluel et de Penly) dont la présence est à l'origine de l'émission, dans le milieu marin, de radionucléides produits artificiellement. Globalement les rejets des industriels sont en baisse en raison des efforts de gestion et de traitement des effluents entrepris depuis deux décennies. Au même titre que le reste du territoire français, l'environnement du site de Flamanville est également soumis aux retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires et, en moindre mesure, à celles de l'accident de Tchernobyl.

Les résultats des mesures effectuées dans les sédiments, les algues, les poissons, les mollusques et les crustacés sont présentés à la fin du chapitre sous forme de tableaux (Tableau C-I.6-a à Tableau C-I.6-d).

I.6.2 État radioécologique établi avant la mise en service des tranches 1 – 2

Un état de référence radioécologique de l'environnement du site de Flamanville a été réalisé entre avril 1981 et avril 1982 dans les différents compartiments du milieu marin, dans des zones susceptibles d'être influencées par les effluents liquides radioactifs du site.

L'essentiel de la radioactivité contenue dans les échantillons environnementaux est d'origine naturelle : elle est principalement due au ^{40}K et en moindre mesure aux éléments des familles du ^{232}Th et de ^{238}U .

Dans le milieu marin, nous pouvons noter la présence de radionucléides produits artificiellement, que ce soit dans les sédiments, l'eau ou les compartiments biologiques (faune et flore). Cette contribution artificielle est caractérisée par la présence de 14 radionucléides différents dont deux sont fréquemment détectés (^{106}Ru et ^{137}Cs).

La présence des radionucléides artificiels est essentiellement due aux rejets industriels des installations nucléaires en activité à cette période, ainsi qu'aux retombées des tirs nucléaires atmosphériques chinois.

I.6.3 Synthèse des résultats obtenus dans le cadre du contrôle réglementaire et des études radioécologiques réalisées dans l'environnement du site depuis la mise en service des tranches 1 – 2

I.6.3.1 Contrôle et surveillance réglementaires réalisés par le site

Les échantillons récoltés dans le cadre du contrôle réglementaire du milieu marin (arrêté du 11 mai 2000) portent sur les eaux de mer réceptrices (la Manche à 50 m du point de rejet), les eaux de mer au large (750 m du point de rejet) et sur les eaux souterraines sous-jacentes aux installations. Les mesures de tritium ne révèlent pas sa présence à une activité volumique supérieure à la limite de détection (< 37 Bq/L dans les eaux réceptrices en 2003). L'activité β totale est stable (environ 11 Bq/L dans l'eau de mer, au maximum 7 Bq/L dans l'eau de nappe très influencée par l'eau de mer) : elle est due majoritairement au ^{40}K .

Le site de Flamanville effectue également une surveillance de l'écosystème marin par le biais de prélèvements annuels de poissons, d'algues, de sédiments, de mollusques et de crustacés.

I.6.3.2 Analyses réalisées entre 1991 et 1995 dans le cadre du suivi radioécologique annuel

La radioactivité d'origine naturelle demeure identique à celle observée antérieurement dans l'environnement de la centrale de Flamanville. Elle est conforme à celle connue pour l'écosystème marin de la Manche et elle est composée majoritairement du ^{40}K . Les familles du ^{232}Th et de ^{238}U sont régulièrement détectées dans les différents compartiments échantillonnés. Le ^7Be , d'origine atmosphérique, est fréquemment présent, hormis dans les poissons.

En matière de radioactivité artificielle, le spectre des radionucléides émetteurs γ observés est caractéristique de diverses sources : les effluents liquides des tranches 1-2 (^{137}Cs , ^{60}Co , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{125}Sb et ^{54}Mn), les effluents liquides de l'usine de retraitement des combustibles usés de La Hague (^{137}Cs , ^{60}Co , ^{106}Ru , ^{125}Sb , ^{241}Am , ^{54}Mn , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{129}I et ^{144}Ce), les retombées des tirs nucléaires aériens anciens (^{137}Cs).

En 1991, première année du suivi radioécologique annuel, le cortège des radionucléides d'origine artificielle qui avaient été détectés lors de l'état de référence est qualitativement et quantitativement moins important, témoignant de la diminution des rejets en qualité et quantité de l'usine de retraitement des combustibles usés de La Hague et du faible impact de l'accident de Tchernobyl. Au cours de cette période, sont détectés dans le milieu marin du ^{60}Co , de $^{110\text{m}}\text{Ag}$, du ^{137}Cs et à une fréquence moindre du $^{106}\text{Ru}/\text{Rh}^{(24)}$ et de ^{125}Sb . Le $^{106}\text{Ru}/\text{Rh}$ est le radionucléide qui présente les concentrations les plus élevées dans les algues (41 Bq/kg sec) et dans la chair de bulot (75 Bq/kg frais).

De 1992 à 1995, la radioactivité d'origine artificielle est toujours due essentiellement au ^{60}Co , $^{110\text{m}}\text{Ag}$ et ^{137}Cs , et plus épisodiquement aux ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{144}Ce et ^{241}Am . L' ^{129}I est mesurable dans deux échantillons d'algues en 1993. Les concentrations les plus élevées sont toujours associées à la présence de ^{106}Ru : 8,3 Bq/kg frais dans la chair de bulot et 27 Bq/kg sec dans les algues.

Globalement, les fréquences de détection et les activités mesurées sont en diminution depuis l'état de référence.

I.6.3.3 Analyses effectuées dans le cadre du bilan radioécologique décennal de 1996

I.6.3.3.1 Radionucléides émetteurs α

La recherche de radionucléides émetteurs α a été effectuée sur 12 échantillons du domaine marin. Les trois radionucléides émetteurs α recherchés ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , sont détectés dans tous les échantillons, sauf le ^{238}Pu dont l'activité est inférieure aux limites de détection dans la chair de Vieille. Le rapport isotopique $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ est de l'ordre de 0,25 à 0,7. Il est compris entre celui caractéristique des retombées atmosphériques des tirs anciens (< 0,05) et celui des rejets liquides actuels de l'usine de retraitement des combustibles usés de La Hague, ce dernier ayant évolué dans le temps entre 0,1 et 2,3. Les niveaux et les rapports d'activités sont caractéristiques de ceux observés classiquement en Manche.

²⁴ Les isotopes 106 du Rhodium (Rh) et du Ruthénium (Ru) émettent à des énergies proches (0,51 et 0,62 MeV) et ne peuvent pas être dissociés.

Les activités des radionucléides émetteurs α détectées au niveau des différents échantillons récoltés dans l'écosystème marin sont comprises entre :

- 77 et 1 251 mBq/kg sec dans les sédiments,
- 58,5 et 250 mBq/kg sec dans les algues,
- 4,8 à 25,9 mBq/kg frais dans les mollusques.
- 0,43 et 11,5 mBq/kg frais dans les crustacés,
- 0,08 à 0,33 mBq/kg frais dans les poissons.

1.6.3.3.2 Radionucléides émetteurs β

L'activité β du ^{90}Sr et du ^{99}Tc a été recherchée spécifiquement sur quelques échantillons.

Les concentrations en ^{90}Sr mesurées dans les mollusques et les crustacés sont faibles et globalement inférieures à celles mesurées lors de l'état de référence. L'activité de ce radionucléide est inférieure aux limites de détection dans les poissons. Les tranches 1-2 de Flamanville ne rejettent pas de ^{90}Sr .

Le ^{99}Tc est connu pour être concentré par les algues brunes et la chair de homard. Les activités mesurées dans ces supports à Flamanville sont en très nette diminution et sont voisines de celles observées en Manche centrale. Son origine est à attribuer à l'exploitation de l'usine de La Hague. Parmi l'ensemble des radionucléides artificiels recherchés au cours de ce bilan décennal, le technétium 99 présente les activités les plus élevées (43 Bq/kg sec dans les fucus à Goury).

1.6.3.3.3 Radionucléides émetteurs γ

La radioactivité γ **d'origine naturelle** des différents compartiments de l'écosystème marin est due principalement au ^{40}K , accompagné dans les sédiments et les algues des radionucléides des familles de l' ^{238}U et du ^{232}Th . Les algues brunes présentent les concentrations en ^{40}K les plus élevées (entre 1 280 et 2 230 Bq/kg sec). Le ^7Be apparaît dans les sédiments, les algues et les mollusques. Il n'est jamais détecté dans les poissons et les crustacés. La radioactivité d'origine naturelle demeure du même ordre de grandeur que celle constatée lors des études antérieures.

En 1996, la radioactivité γ **d'origine artificielle** est pour l'essentiel liée à la présence de :

- ^{241}Am et ^{106}Ru , dont la source locale exclusive est l'usine de La Hague ;
- ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn et ^{125}Sb , radionucléides déclarés dans les rejets du CNPE de Flamanville mais ayant d'autres sources potentielles – les retombées atmosphériques et l'accident de Tchernobyl pour le ^{137}Cs , ou les rejets de l'usine de La Hague pour le ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn et ^{125}Sb ;
- $^{110\text{m}}\text{Ag}$, rejeté principalement par le CNPE de Flamanville. Ce radionucléide a été détecté à des valeurs d'activité très faibles dans les crustacés et les mollusques (de 0,08 à 0,5 Bq/kg frais) et dans un prélèvement d'algue ($0,54 \pm 0,09$ Bq/kg sec).

Dans ce contexte, les activités mesurées ne permettent pas de discerner l'influence du CNPE de Flamanville de celles des autres installations nucléaires en Manche.

I.6.3.4 Analyses réalisées entre 1997 et 2003 dans le cadre du suivi radioécologique annuel

Dans le cadre de ces études sont réalisées annuellement des spectrométries gamma sur la totalité des échantillons récoltés. Depuis 2000, les suivis radioécologiques annuels comprennent également une détermination de l'activité du tritium libre dans deux algues brunes.

La radioactivité des échantillons récoltés dans l'environnement marin du site de Flamanville (sédiments algues, mollusques et poissons) est due principalement aux radionucléides produits naturellement dans l'écorce terrestre (^{40}K , famille du ^{232}Th et de ^{238}U) et dans l'atmosphère (^7Be). Dans les algues brunes, le ^{40}K peut atteindre 1 700 Bq/kg sec.

Au cours de cette période, la radioactivité d'origine artificielle des sédiments et des poissons est uniquement due au ^{137}Cs et au ^{60}Co . Ces deux radionucléides sont accompagnés dans les algues, les mollusques et les crustacés du $^{106}\text{Ru/Rh}$, de ^{241}Am ainsi que de $^{110\text{m}}\text{Ag}$. Les animaux benthiques (mollusques et crustacés) sont également caractérisés par la présence de ^{54}Mn et de $^{108\text{m}}\text{Ag}$.

Les traces de $^{110\text{m}}\text{Ag}$ mises en évidence dans les algues (0,07 à 0,6 Bq/kg sec) et les mollusques et crustacés (0,05 à 0,11 Bq/kg frais) sont à attribuer à l'exploitation du CNPE de Flamanville. Entre 1991 et 2003, sa concentration a diminué globalement d'un facteur dix. En 2002 et en 2003, il n'est détecté que dans un seul échantillon (mollusque) sur douze. A l'exception de ^{241}Am , du $^{106}\text{Ru/Rh}$ et de $^{108\text{m}}\text{Ag}$ qui proviennent exclusivement de l'usine de La Hague, l'origine des autres radionucléides ne peut être définie clairement compte tenu de la diversité des sources potentielles (accident de Tchernobyl, usine de retraitement, CNPE, déchets immergés...).

Depuis 2000, deux algues brunes (*Fucus vesiculosus* et *Fucus serratus*) récoltées dans le cadre du suivi radioécologique annuel font l'objet d'une détermination spécifique de l'activité du tritium. L'activité de ce radionucléide est comprise entre 1,4 et 7,7 Bq/litre, pour la période 2000-2003. Les activités rencontrées à proximité du site de Flamanville traduisent une légère augmentation par rapport au niveau ambiant liée aux rejets de l'usine de La Hague et de Flamanville.

L'iode 131 recherché spécifiquement dans les algues est inférieur à la limite de détection (< 3 Bq/kg sec).

I.6.4 Conclusion des analyses radioécologiques dans le domaine marin

Depuis la mise en service des tranches 1-2, la quasi-totalité de la radioactivité contenue dans l'écosystème marin provient de radionucléides produits naturellement dans la géosphère et dans l'atmosphère.

L'environnement marin du site de Flamanville est caractérisé par la présence de radionucléides produits artificiellement, d'origines diverses (usines de retraitement, CNPE, retombées anciennes des tirs nucléaires atmosphériques...).

Les effluents radioactifs liquides des tranches 1-2 de Flamanville contribuent à l'apport de radionucléides artificiels dans le milieu marin. La part attribuable à l'exploitation de cette installation est difficilement dissociable des autres sources exogènes.

Les niveaux d'activité des radionucléides artificiels ont constamment diminué au cours du temps en raison des efforts entrepris par les différents exploitants et en raison de la décroissance radioactive des radionucléides.

	État de référence 1981/1982	Suivis radioécologiques annuels de 1991 à 1995	Bilan décennal radioécologique 1996	Suivis radioécologiques annuels de 1997 à 2003
Émetteurs γ d'origine naturelle (Bq/kg sec)				
Famille du ^{232}Th : ^{228}Ac	1,9-77,4 (30/30)	10-31 (8/15)	8-26 (5/5)	4,6-14 (17/17)
$^{212}\text{Pb-Bi} - ^{208}\text{Tl}$	-	11-31 (6/15)	-	-
Famille de ^{238}U : ^{234}Th	-	5-40 (13/15)	7-25 (5/5)	<50 (0/17)
^{234}Pa	-	-	-	-
$^{214}\text{Pb-Bi}$	-	8-15 (9/15)	-	-
^{210}Pb	-	9-24 (12/15)	12-21 (4/5)	n.m.
^{40}K	148-962 (30/30)	160-700 (14/15)	240-640 (5/5)	140-470 (17/17)
^7Be	-	-	6-8 (3/5)	1,9 \pm 0,8 (17/17)
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq/kg sec)				
^{134}Cs	1,9 \pm 0,4 (1/30)	-	-	-
^{137}Cs	1,3-21,8 (30/30)	0,3-2 (12/15)	0,71-3,9 (4/5)	0,14-1 (14/17)
^{60}Co	0,3-4,4 (7/30)	0,4-1,5 (13/15)	1,3-13,4 (5/5)	0,16-0,5 (10/17)
^{54}Mn	0,2-1,5 (2/30)	-	1,4 \pm 0,1 (1/5)	-
^{241}Am	-	0,6-1,9 (7/15)	0,9-2,3 (2/5)	n.m.
$^{106}\text{Ru/Rh}$	0,35-318 (30/30)	-	5,1 \pm 0,8 (1/5)	-
^{125}Sb	1,1-6,6 (7/30)	-	1,1 \pm 0,2 (1/5)	-
^{144}Ce	0,75-44,2 (11/30)	-	-	-
^{95}Nb	0,7-6,6 (5/30)	-	-	-
Émetteurs β (Bq/kg sec)				
^{90}Sr	7,4-29,6 (2/6)	n.m.	n.m.	n.m.
^{99}Tc	-	n.m.	3,8 \pm 0,4 (1/1)	n.m.
Émetteurs α (mBq/kg sec)				
^{238}Pu	n.m.	n.m.	77-460 (3/3)	n.m.
$^{239+240}\text{Pu}$	n.m.	n.m.	210-683 (3/3)	n.m.
^{241}Am	n.m.	n.m.	260-1 251 (3/3)	n.m.

n.m. : non mesuré

- : inférieur à la limite de détection

(.../...) : fréquence de détection

Tableau C-I.6-a : Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les sédiments collectés à proximité du CNPE de Flamanville entre 1981 et 2003

Demande d'Autorisation de Création d'une 3ème unité de production électronucléaire sur le site de Flamanville - Pièce C
Chapitre I - État de référence de l'écosystème marin

	État de référence 1981/1982	Suivis radioécologiques annuels de 1991 à 1995	Bilan décennal radioécologique 1996	Suivis radioécologiques annuels de 1997 à 2003
Émetteurs γ d'origine naturelle (Bq/kg sec)				
Famille du ^{232}Th : ^{228}Ac	4-37 (14/18)	3-10 (8/25)	4-10 (5/7)	1,8-10 (20/32)
$^{212}\text{Pb-Bi} - ^{208}\text{Tl}$	n.m.	2,9-5,5 (5/25)	n.m.	n.m.
Famille de ^{238}U : ^{234}Th	4-30 (16/18)	4,7-25 (9/25)	7-24 (7/7)	7-50 (16/32)
$^{214}\text{Pb-Bi}$	-	5-6 (5/25)	-	n.m.
^{210}Pb	-	4,4-16 (5/25)	-	2,2-7 (8/32)
^{40}K	1 184-2 035 (18/18)	459-2 115 (25/25)	1 280-2 230 (7/7)	700-1 700 (31/32)
^7Be	51-80 (3/18)	9-25 (9/25)	8-23 (7/7)	4-30 (26/31)
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq/kg sec)				
^{134}Cs	0,7-2,9 (7/18)	-	-	-
^{137}Cs	6-17 (18/18)	0,7-2,1 (10/25)	0,9-1,5 (6/7)	0,3-0,8 (25/32)
^{60}Co	33-155 (18/18)	0,7-46 (25/25)	1,4-13,8 (7/7)	0,7-11,2 (31/32)
^{110m}Ag	2,2-18 (18/18)	0,6-14,4 (14/25)	0,54 \pm 0,09 (1/7)	0,07-0,6 (7/32)
^{54}Mn	1,9-2,2 (5/18)	0,2-05 (2/25)	-	-
^{241}Am	1,3-4,4 (2/18)	0,4-0,8 (2/25)	-	0,2 \pm 0,1 (1/32)
$^{106}\text{Ru/Rh}$	181-1 832 (18/18)	5,2-41 (12/25)	2,9-8 (6/7)	1,5-27 (20/32)
^{103}Ru	4-7 (3/18)	-	-	-
^{125}Sb	4-12 (12/18)	-	-	-
^{154}Eu	1,6 (1/18)	-	-	-
^{129}I	-	1,9-8,4 (2/5)	-	-
^{144}Ce	5-110 (18/18)	-	-	-
^{95}Nb	6-41 (14/18)	-	-	-
^{95}Zr	6-33 (11/18)	-	-	-
^{65}Zn	8-14 (3/18)	-	-	-
Émetteurs β (^{90}Sr, ^{99}Tc et ^3H organique : Bq/kg sec ; ^3H libre: Bq/L)				
^{90}Sr	4,4-63 (4/4)	n.m.	0,61-1,35 (3/3)	n.m.
^{99}Tc	1 184-1 332 (3/3)	n.m.	33,7-43,2 (3/3)	n.m.
^3H libre	n.m.	n.m.	n.m.	1,4-7,7 (9/11)
^3H organique	15-26 (3/3)	n.m.	n.m.	n.m.
Émetteurs α (mBq/kg sec)				
^{238}Pu	n.m.	n.m.	58,5-128 (3/3)	n.m.
$^{239+240}\text{Pu}$	n.m.	n.m.	181-250 (3/3)	n.m.
^{241}Am	n.m.	n.m.	74,3-99 (3/3)	n.m.

n.m. : non mesuré - : inférieur à la limite de détection (.../...) : fréquence de détection

Tableau C-I.6-b : Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les algues collectées à proximité du CNPE de Flamanville entre 1981 et 2003

	État de référence 1981/1982	Suivis radioécologiques annuels de 1991 à 1995	Bilan décennal radioécologique 1996	Suivis radioécologiques annuels de 1997 à 2003
Émetteurs γ d'origine naturelle (Bq/kg frais)				
Famille du ^{232}Th : ^{228}Ac	-	2,2 ± 0,4 (1/10)	-	-
$^{212}\text{Pb-Bi} - ^{208}\text{Tl}$	-	2,2 ± 0,4 (1/10)	n.m.	n.m.
Famille de ^{238}U : ^{234}Th	0,08 (1/5)	1,8±0,4 (1/10)	1,8±0,6 (1/4)	-
$^{214}\text{Pb-Bi}$	-	0,5-1,8 (2/10)	-	-
^{210}Pb	-	1,0±0,2 (1/10)	3,1±0,8 (1/4)	0,5 ± 0,3 (1/17)
^{40}K	64-156 (5/5)	28-136 (10/10)	101-184 (4/4)	27-160 (17/17)
^7Be	-	4,6 ± 1,4 (1/10)	-	-
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq/kg frais)				
^{134}Cs	0,2-0,5 (3/5)	0,03-0,06 (2/10)	-	-
^{137}Cs	2,5-16,3 (5/5)	0,14-4,4 (9/10)	0,34-1,1 (4/4)	0,07-0,46 (17/17)
^{60}Co	-	0,07-5,7 (8/10)	0,11 ± 0,02 (1/4)	0,019-0,14 (5/17)
^{54}Mn	-	0,05 ± 0,01 (1/10)	-	-
^{144}Ce	-	0,21 ± 0,05 (1/10)	-	-
Émetteurs β (Bq/kg frais)				
^{90}Sr	0,81±0,15 (1/2)	n.m.	<0,02	n.m.
^{99}Tc	-	n.m.	n.m.	n.m.
^3H organique	17-23 (2/2)	n.m.	n.m.	n.m.
Émetteurs α (mBq/kg frais)				
^{238}Pu	n.m.	n.m.	0,08 ± 0,04 (1/2)	n.m.
$^{239+240}\text{Pu}$	n.m.	n.m.	0,15-0,33 (2/2)	n.m.
^{241}Am	n.m.	n.m.	0,09-0,27 (2/2)	n.m.

n.m. : non mesuré

- : inférieur à la limite de détection

(.../...) : fréquence de détection

Tableau C-I.6-c : Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les poissons pêchés à proximité du CNPE de Flamanville entre 1981 et 2003

Demande d'Autorisation de Création d'une 3ème unité de production électronucléaire sur le site de Flamanville - Pièce C
Chapitre I - État de référence de l'écosystème marin

	État de référence 1981/1982	Suivis radioécologiques annuels de 1991 à 1995	Bilan décennal radioécologique 1996	Suivis radioécologiques annuels de 1997 à 2003
Émetteurs γ d'origine naturelle (Bq/kg frais)				
Famille du ^{232}Th : ^{228}Ac $^{212}\text{Pb-Bi} - ^{208}\text{Tl}$	0,12-4 (11/45)	1.13-1,2 (2/20) 0,04-1,2 (3/20)	0,7-1,2 (2/5) -	0,22-0,8 (12/28) -
Famille de ^{238}U : ^{234}Th $^{214}\text{Pb-Bi}$ ^{210}Pb	0,2-4,4 (13/45)	0,4-3,1 (3/20) 0,94-1,1 (2/20) 0,8-4 (4/20)	- - 4±1 (1/5)	0,6-2,7 (5/28) - 0,4-4 (6/28)
^{40}K ^7Be	33-122 (45/45) 5,1-10,2 (2/45)	63-173 (20/20) 2-6,4 (3/20)	101-137 (5/5) 3,4-5,5 (2/5)	48-250 (28/28) 1-8 (9/28)
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq/kg frais)				
^{134}Cs ^{137}Cs ^{60}Co $^{110\text{m}}\text{Ag}$ $^{108\text{m}}\text{Ag}$ ^{54}Mn ^{241}Am ^{103}Ru $^{106}\text{Ru/Rh}$ ^{125}Sb ^{154}Eu ^{144}Ce ^{95}Nb ^{95}Zr ^{65}Zn	0,1-1,3 (4/45) 0,07-6 (41/45) 0,2-7 (36/45) 0,8-12 (26/45) - - 0,3-0,35 (2/45) 0,7-1,9 (3/45) 10,7-928 (37/45) 0,6-7 (14/45) 0,3 (1/45) 1,1-153 (29/45) 1,5-6 (9/45) 1,1-4,2 (4/45) 0,8-2 (5/45)	0,17 ± 0,02 (1/20) 0,1-18,2 (16/20) 0,11-12,6 (18/20) 0,1-30,6 (18/20) - 0,11 ± 0,04 (1/20) - - 1,1-75 (8/20) 0,9 ± 0,7 (1/20) - - - - - -	- 0,14-0,15 (2/5) 0,41-1,78 (5/5) 0,08-0,5 (4/5) - - - - 1,5-2,5 (3/5) - - - - - - -	- 0,006-0,12 (16/28) 0,012-1,06 (25/28) 0,05-0,11 (14/28) 0,015-0,06 (3/28) 0,07-2,7 (14/28) 0,03-0,18 (5/28) - 0,07-2,7 (13/28) - - - - - -
Émetteurs β (Bq/kg frais)				
^{90}Sr ^{99}Tc ^3H organique	0,7-0,9 (4/8) 21-72 (5/5) 2,5-26 (5/5)	n.m. n.m. n.m.	0,03-1,4 (4/4) 4,5-9,5 (2/2) n.m.	n.m. n.m. n.m.
Émetteurs α (mBq/kg frais)				
^{238}Pu $^{239+240}\text{Pu}$ ^{241}Am	n.m. n.m. n.m.	n.m. n.m. n.m.	0,43-6,7 (4/4) 0,69-11,6 (4/4) 7,2-25,9 (4/4)	n.m. n.m. n.m.

n.m. : non mesuré

- : inférieur à la limite de détection

(.../...) : fréquence de détection

Tableau C-I.6-d : Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les mollusques et crustacés collectés à proximité du CNPE de Flamanville entre 1981 et 2003

PIECE C

CHAPITRE II

ETAT DE REFERENCE DE L'ECOSYSTEME TERRESTRE

SOMMAIRE Chapitre II

II	ETAT DE REFERENCE DE L'ECOSYSTEME TERRESTRE.....	5
II.1	ETAT DE REFERENCE TOPOGRAPHIQUE.....	5
II.1.1	Localisation générale.....	5
II.1.2	Topographie locale.....	5
II.2	ETAT DE REFERENCE GEOLOGIQUE ET SISMOLOGIQUE.....	6
II.2.1	Géologie.....	6
II.2.1.1	Le Granite de Flamanville.....	9
II.2.1.1.1	<i>Pétrographie</i>	9
II.2.1.1.2	<i>Fracturation</i>	10
II.2.1.1.3	<i>Altération</i>	10
II.2.1.1.4	<i>Caractéristiques mécaniques</i>	11
II.2.1.1.4.1	Dynamiques.....	11
II.2.1.1.4.2	Statiques.....	11
II.2.1.2	Le synclinorium de Diélette.....	11
II.2.1.2.1	<i>Structure géologique</i>	12
II.2.1.2.2	<i>Mine de fer et mine sous-marine</i>	15
II.2.1.2.3	<i>Altération</i>	15
II.2.1.2.4	<i>Contact granite / cornéennes</i>	15
II.2.1.2.5	<i>Caractéristiques mécaniques</i>	16
II.2.1.2.5.1	Dynamiques.....	16
II.2.1.2.5.2	Statiques.....	16
II.2.2	Sismologie.....	17
II.2.2.1	Fonctionnement global.....	17
II.2.2.2	Séismes de référence.....	17
II.2.2.3	Caractéristique des SMHV.....	19
II.2.2.4	Caractéristique des SMS.....	19
II.2.2.5	Calcul des spectres du site.....	20
II.3	ETAT DE REFERENCE HYDROGEOLOGIQUE.....	21
II.3.1	Contexte hydrogéologique.....	21
II.3.1.1	Hydrogéologie régionale.....	21
II.3.1.2	Hydrogéologie locale.....	21
II.3.1.3	Nappe de l'arène.....	21
II.3.1.4	Nappe du granite.....	22
II.3.2	Hydrogéologie avant travaux de la tranche EPR.....	22
II.3.2.1	Travaux de terrassement.....	22
II.3.2.2	Enceintes géotechniques – état avant travaux de la tranche EPR.....	23
II.3.3	Caractéristiques hydrodynamiques des aquifères.....	26
II.3.3.1	Rocher de fondation des ouvrages.....	26
II.3.3.2	Matériaux constitutifs de la plate-forme.....	26
II.3.4	Suivi piézométrique.....	27
II.4	ETAT DE REFERENCE HYDROLOGIQUE.....	29
II.4.1	La Diélette.....	29
II.4.2	Le Grand Douet.....	30
II.4.3	Le Petit Douet.....	30
II.5	UTILISATION DE L'EAU.....	31
II.6	ETAT DE REFERENCE CLIMATIQUE.....	32
II.6.1	Introduction.....	32

II.6.2	Météorologie locale	32
II.6.2.1	Équipement météorologique du site de Flamanville	32
II.6.2.2	Trajectoire et caractéristiques des vents.....	33
II.6.2.3	Température de l'air	36
II.6.2.4	Précipitations	36
II.6.2.5	Humidité de l'air	36
II.6.3	Météorologie régionale.....	37
II.6.3.1	Température de l'air	37
II.6.3.2	Précipitations	38
II.6.3.3	Humidité de l'air	38
II.6.3.4	Trajectoire et caractéristiques des vents.....	38
II.6.3.5	Insolation.....	40
II.6.3.6	Neige - Gel - Brouillard.....	40
II.7	ETAT DE REFERENCE DE LA QUALITE DE L'AIR	40
II.8	ETAT DE REFERENCE SONORE	41
II.8.1	Avant construction des tranches 1 – 2	42
II.8.2	Après construction des tranches 1 – 2.....	43
II.9	ETAT DE REFERENCE BIOLOGIQUE TERRESTRE	44
II.9.1	La végétation	44
II.9.1.1	Les falaises littorales.....	47
II.9.1.1.1	<i>Les pelouses aérohalines.....</i>	47
II.9.1.1.2	<i>Les landes et broussailles.....</i>	47
II.9.1.2	La végétation des dunes.....	48
II.9.1.2.1	<i>Végétation des sables humides.....</i>	48
II.9.1.2.2	<i>Végétation dense des sables secs.....</i>	49
II.9.1.3	Les cultures.....	50
II.9.1.4	Les boisements.....	50
II.9.1.4.1	<i>Boisements des vallons littoraux.....</i>	50
II.9.1.4.2	<i>Boisements des vallées humides.....</i>	51
II.9.1.4.3	<i>Forêts communales de Flamanville et des Pieux.....</i>	51
II.9.1.4.4	<i>Le boisement du « Riblon » et au départ de « Rouville ».....</i>	51
II.9.1.4.5	<i>La mosaïque de boisements le long la rivière Chanteraine.....</i>	52
II.9.1.5	Le bocage	52
II.9.1.6	Les prairies	53
II.9.1.6.1	<i>Les prairies littorales</i>	53
II.9.1.6.2	<i>Les prairies humides de fonds de vallées.....</i>	53
II.9.2	Végétation sur l'emprise de la future tranche EPR et de la plate-forme chantier	54
II.9.3	La faune terrestre.....	55
II.9.3.1	Les amphibiens et les reptiles.....	55
II.9.3.1.1	<i>Les amphibiens</i>	55
II.9.3.1.2	<i>Les reptiles</i>	56
II.9.3.2	Les oiseaux.....	59
II.9.3.3	Les mammifères terrestres	62
II.9.3.3.1	<i>Les Carnivores</i>	62
II.9.3.3.2	<i>Les Rongeurs.....</i>	63
II.9.3.3.3	<i>Les Insectivores</i>	63
II.9.3.3.4	<i>Les Chiroptères.....</i>	64
II.9.3.3.5	<i>Les Lagomorphes.....</i>	64
II.9.3.3.6	<i>Les Artiodactyles.....</i>	65
II.9.3.4	Les mammifères marins.....	65
II.10	ETAT DE REFERENCE RADIOECOLOGIQUE TERRESTRE	68

II.10.1	Chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement	68
II.10.2	État radioécologique établi avant la mise en service des tranches 1 – 2.....	68
II.10.3	Synthèse des résultats obtenus dans le cadre du contrôle réglementaire et des études radioécologiques réalisées dans l'environnement du site depuis la mise en service des tranches 1 – 2	69
II.10.3.1	Contrôle et surveillance réglementaires réalisés par le site	69
II.10.3.2	Analyses réalisées entre 1991 et 1995 dans le cadre du suivi radioécologique annuel	69
II.10.3.3	Analyses effectuées dans le cadre du bilan radioécologique décennal 1996.....	70
II.10.3.3.1	Radionucléides émetteurs α :.....	70
II.10.3.3.2	Radionucléides émetteurs β :.....	70
II.10.3.3.3	Radionucléides émetteurs γ :.....	70
II.10.3.4	Analyses réalisées entre 1997 et 2003 dans le cadre du suivi radioécologique annuel	71
II.10.4	Conclusion des analyses radioécologiques dans le domaine terrestre	71

SOMMAIRE Tableaux Chapitre II

Tableau C-II.2-a :	Caractéristiques dynamiques du granite pour des faibles déformations.....	11
Tableau C-II.2-b :	Caractéristiques dynamiques des cornéennes pour des faibles distorsions.....	16
Tableau C-II.2-c :	Détermination du SMHV	18
Tableau C-II.2-d :	Caractéristiques des SMHV.....	19
Tableau C-II.2-e :	Caractéristiques des SMS	19
Tableau C-II.3-a :	Paramètres hydrodynamiques.....	26
Tableau C-II.4-a :	Débits moyens mensuels de la Diélette en m ³ /s sur la période 1978-1982	29
Tableau C-II.4-b :	Débits moyens mensuels de la Diélette en m ³ /s pour l'année 2003	30
Tableau C-II.4-c :	Débits moyens mensuels du Grand Douet en m ³ /s sur la période 1978-1982	30
Tableau C-II.4-d :	Débits moyens mensuels du Grand Douet en m ³ /s pour l'année 2003.....	30
Tableau C-II.4-e :	Débits moyens mensuels du Petit Douet en m ³ /s sur la période 1977-2001	30
Tableau C-II.4-f :	Débits moyens mensuels du Petit Douet en m ³ /s pour l'année 2003	31
Tableau C-II.5-a :	Points de prélèvements d'eau dans le milieu naturel situés à proximité du site de Flamanville.....	31
Tableau C-II.6-a :	Valeurs mensuelles moyennes, minimales et maximales de température de l'air - Période 1994 – 2003 – Site de Flamanville.....	36
Tableau C-II.6-b :	Cumuls mensuels de précipitations - Période 1994 – 2003 – Site de Flamanville	36
Tableau C-II.6-c :	Valeurs moyennes mensuelles d'humidité relative, Période 1994-2003, Site de Flamanville.....	36
Tableau C-II.6-d :	Valeurs moyennes mensuelles d'humidité absolue en g/m ³ - Période 1994 – 2003 – Site de Flamanville	37
Tableau C-II.6-e :	Valeurs mensuelles moyennes, minimales et maximales de température de l'air - Période 1995 – 2003 – Station du Cap de la Hague.....	37
Tableau C-II.6-f :	Cumuls mensuels de précipitations - Période 1994 – 2003 – Station du Cap de la Hague	38
Tableau C-II.6-g :	Valeurs moyennes mensuelles d'humidité relative, Période 1995-2003, Station du Cap de la Hague	38
Tableau C-II.6-h :	Valeurs moyennes mensuelles d'humidité absolue en g/m ³ - Période 1995 – 2003 – Station du Cap de la Hague	38
Tableau C-II.6-e :	Insolation mensuelle cumulée en heures - Période 1994 – 2003 – Station de Cherbourg.....	40
Tableau C-II.6-f :	Nombre moyen de jours de neige et de gel, Période 1974-2003, Station du Cap de La Hague	40
Tableau C-II.7-a :	Principales caractéristiques des polluants surveillés par Air COM en 2003 et 2004 à Cherbourg.....	41
Tableau C-II.8-a :	Bruit de fond sonore mesuré en 1975 autour du site de Flamanville.....	42
Tableau C-II.8-b :	Émergence sonore mesurée en 2002 autour du site de Flamanville due au fonctionnement des tranches 1-2	43
Tableau C-II.9-a :	Inventaire des amphibiens et des reptiles susceptibles d'être rencontrés sur la zone d'étude.....	58

Tableau C-II.9-b :	Inventaire des oiseaux susceptibles d'être rencontrés aux alentours du CNPE de Flamanville (liste établie d'après l'Atlas des oiseaux nicheurs normands – Groupe Ornithologique Normand – 1989).....	61
Tableau C-II.9-c :	Inventaire des mammifères susceptibles d'être rencontrés sur la zone d'étude (liste établie d'après l'Atlas des mammifères sauvages de Normandie – Groupe Mammalogique Normand – 2004).....	67
Tableau C-II.10-a :	Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les sols prélevés dans l'environnement du CNPE de Flamanville entre 1980 et 2003.....	73
Tableau C-II.10-b :	Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les mousses et les lichens récoltés dans l'environnement du CNPE de Flamanville entre 1980 et 2003.....	74
Tableau C-II.10-c :	Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les végétaux cultivés et non cultivés récoltés dans l'environnement du CNPE de Flamanville entre 1980 et 2003.....	75
Tableau C-II.10-d :	Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les laits récoltés dans l'environnement du CNPE de Flamanville entre 1980 et 2003.....	76

SOMMAIRE Figures Chapitre II

Figure C-II.2-a :	Carte géologique du Cotentin.....	7
Figure C-II.2-b :	Schéma géologique terrestre et sous-marin dans la zone du Cap de Flamanville.....	8
Figure C-II.2-c :	Coupe de la Mine de Diélette.....	13
Figure C-II.2-d :	Vue en plan de la Mine de Diélette.....	14
Figure C-II.2-e :	Spectres adaptés au site.....	20
Figure C-II.3-a :	Schéma des enceintes géotechniques.....	23
Figure C-II.3-b :	Enceintes géotechniques – état avant travaux de la tranche EPR.....	25
Figure C-II.3-c :	Réseau de surveillance piézométrique.....	28
Figure C-II.6-a :	Roses des vents par type de temps à 20 m (période 1994 - 2003).....	34
Figure C-II.6-b :	Roses des vents par type de temps à 80 m (période 1994 - 2003).....	35
Figure C-II.6-c :	Roses des vents toutes conditions à 10 m (période 1994 - 2003).....	39
Figure C-II.9-a :	Occupation du sol dans un rayon de 5 km autour de Flamanville.....	45
Figure C-II.9-b :	Planche photographique des environs du site de Flamanville.....	46

II ETAT DE REFERENCE DE L'ECOSYSTEME TERRESTRE

II.1 ETAT DE REFERENCE TOPOGRAPHIQUE

II.1.1 Localisation générale

Le site de Flamanville est situé sur la côte Nord-Ouest de la presqu'île du Cotentin à l'extrémité du Cap de Flamanville. Le site se trouve sur la commune de Flamanville, dans le département de la Manche (Cf. **Document 2, Figure G-0**).

Par rapport à la limite du site, l'agglomération de Flamanville est située à 1 km à l'Est, le port de Diélette à 1 km au Nord-Est, l'agglomération des Pieux à 5 km à l'Est-Sud-Est, la ville de Cherbourg à 21 km au Nord-Est.

Les plus proches habitations sont des petits hameaux, situés à environ 700 m à l'Est par rapport aux installations de production (La Berquerie, hameau Guérard, hameau Les Hougues, Cf. **Document 2, Figure G-1**).

II.1.2 Topographie locale

Dans la zone du site, la côte est raide, en falaise entre l'anse de Guerfa et l'anse de Quedoy ; les criques sont nombreuses, les plages sont en galets de grosse taille, parfois avec du sable. Le plateau s'élève du Nord vers le Sud, de 65 à 80 m environ.

L'altitude de la falaise au niveau du site est d'environ 80 m NGF.

La ligne de partage des eaux est située à 500 mètres en arrière de la côte ; au-delà, l'eau ne s'écoule plus directement vers la mer, mais vers le Nord-Est avant de rejoindre la mer à l'anse de Guerfa, ou plus loin à Diélette.

Le site de Flamanville est installé sur une plate-forme réalisée par excavation de la falaise à 12,40 m NGF.

L'emprise totale du site est de 120 hectares dont 62 seulement sont pris sur le domaine terrestre dans un souci de réduire le prélèvement sur les terres agricoles de ce secteur essentiellement rural. Les 58 autres hectares sont gagnés sur la mer par mise en place des remblais issus de l'excavation de la falaise sur 900 mètres de long. La plate-forme ainsi constituée, à environ 12 m au dessus du niveau de la mer, servira également à l'implantation de la tranche EPR.

En avancée sur la mer, pour protéger le site, une digue principale de 950 mètres a été construite ainsi qu'une jetée de 300 mètres. Le canal d'amenée actuel sera prolongé pour alimenter la station de pompage de la tranche EPR.

La nouvelle tranche (palier EPR) d'une surface au sol d'environ 50 500 m² est implantée au plus près de la tranche 2 pour rogner le moins possible sur le merlon¹ rocheux existant au Nord de la falaise.

Tous les accès se font à partir du plateau par la D23 en provenance des Pieux, qui longe la côte sur 2 km à partir de Diélette, pour aboutir à l'accès Nord (réservé aux convois exceptionnels). Cette route contourne ensuite le site en limite Est sur la falaise, pour desservir l'accès Sud (accès principal).

¹ Partie pleine d'un parapet entre deux créneaux.

II.2 ETAT DE REFERENCE GEOLOGIQUE ET SISMOLOGIQUE

II.2.1 Géologie

Le site de Flamanville se trouve sur la bordure occidentale du batholite granitique de Flamanville (Figure C-II.2-a), intrusif dans une série paléozoïque (Cambrien, Silurien et Dévonien) plissée, qu'il métamorphise et refoule à son contact (synclinorium de Diélette).

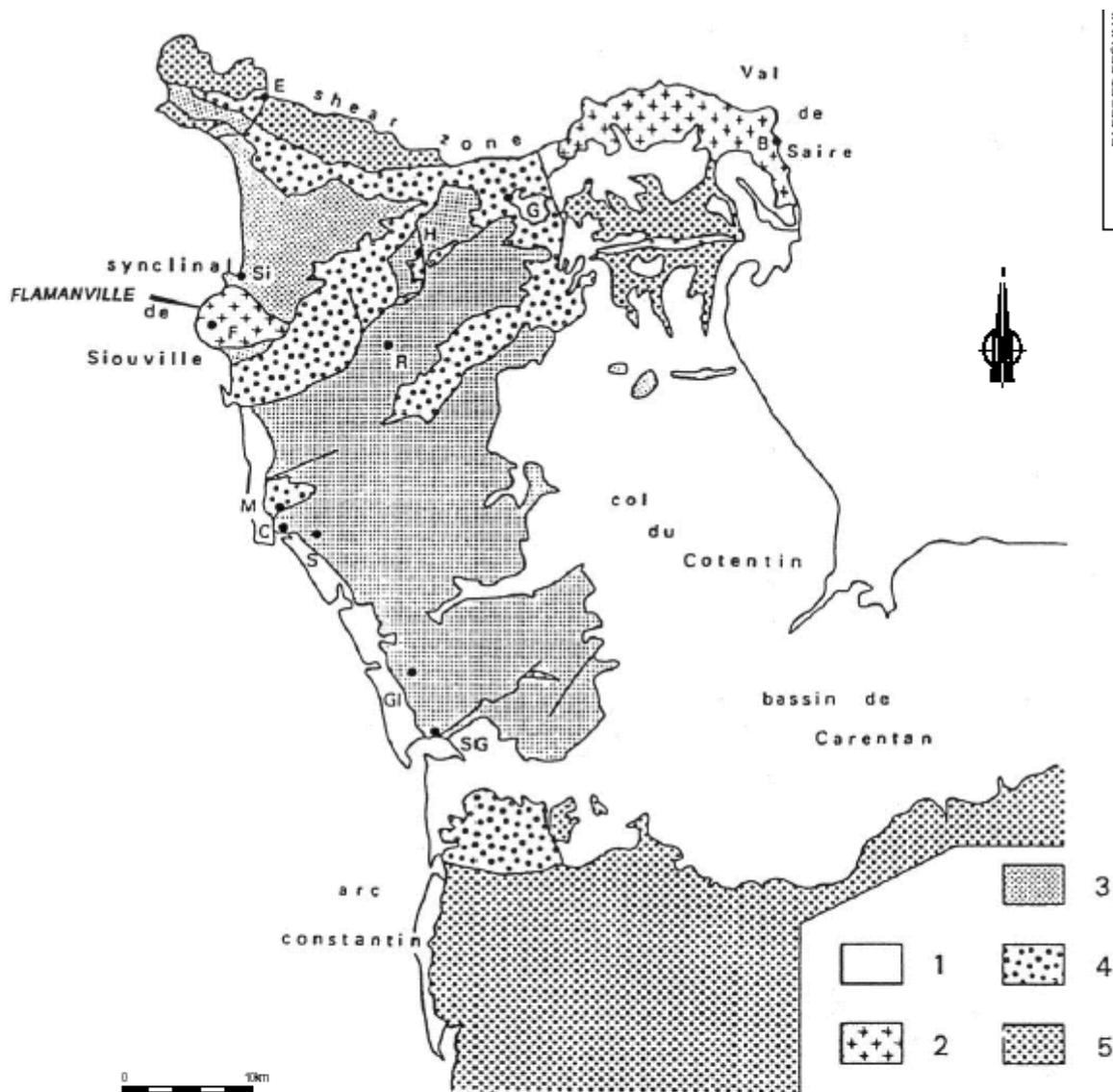
A l'échelle du site, il convient de distinguer (Figure C-II.2-b) :

- La partie orientale où le substratum rocheux est constitué de granite,
- La partie occidentale, où le substratum est constitué de cornéennes sombres, très riches en oxyde de fer.

La totalité des ouvrages de rejet en mer se situe dans la série métamorphique, constituée, au moins à proximité du rivage, par ces mêmes cornéennes.

Le contact entre le granite à l'Est et la série métamorphisée à l'Ouest est localisé sur la Figure C-II.2-b. Sur le plan masse EPR, il se situe dans le tiers oriental de la Salle des Machines, à la cote 0 NGF environ, et correspond grossièrement à l'ancienne ligne de rivage.

Figure C-II.2-a : Carte géologique du Cotentin

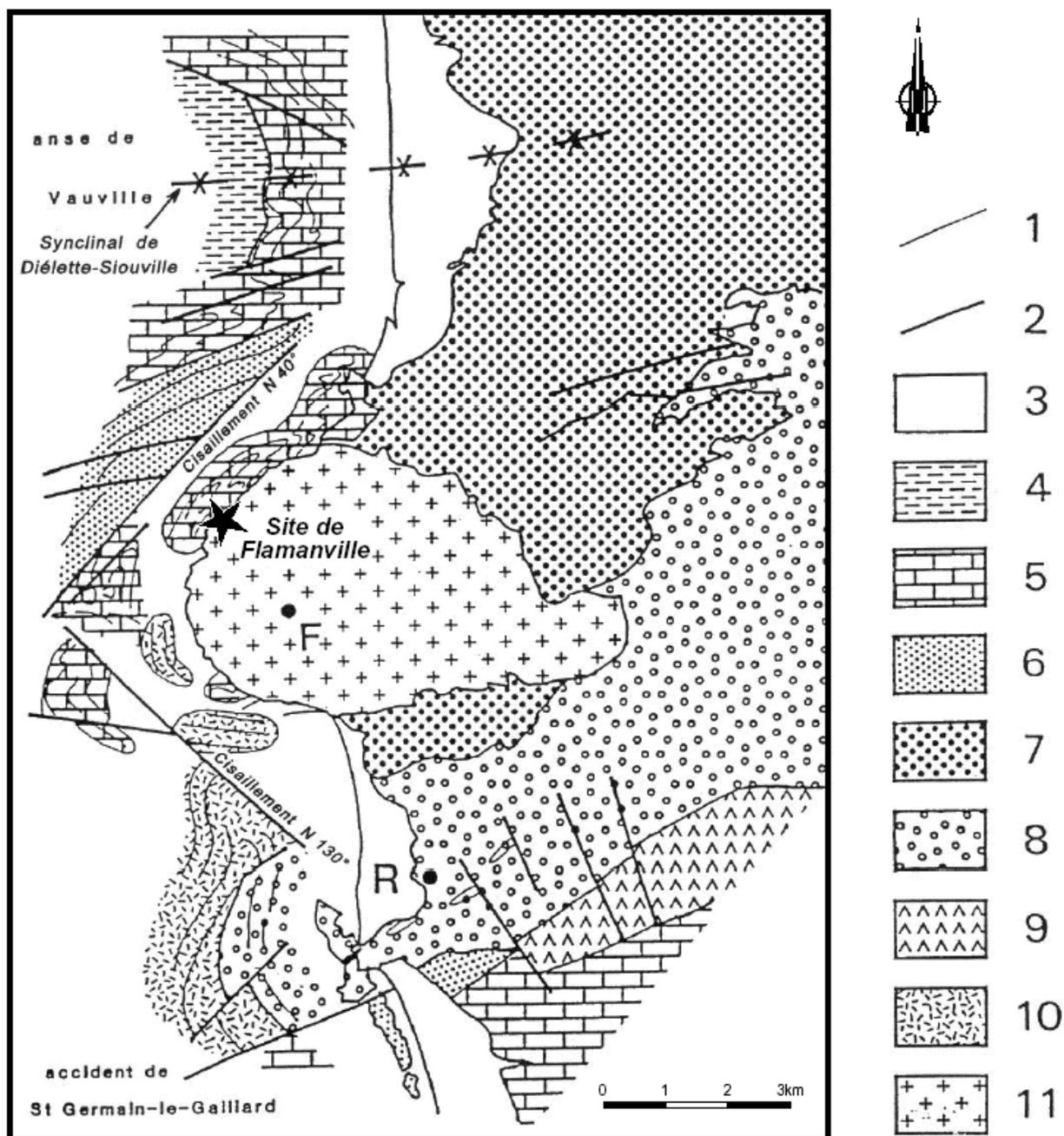


- 1 - Couverture post-paléozoïque
- 2 - Granitoïdes varisques
- 3 - Terrains ordovico-dévonien
- 4 - Terrains cambriens
- 5 - Terrains protérozoïques

- B : Barfleur
- C : Carteret
- E : Étimbert
- F : Flamanville
- G : la Glacerie
- GI : Glatigny

- H : Hardinvast
- M : les Moitiers d'Allonne
- R : Rauville-la-Bigot
- S : Saint-Jean-de-la-Rivière
- SG : Saint-Germain-sur-Ay
- Si : Siouville

Figure C-II.2-b : Schéma géologique terrestre et sous-marin dans la zone du Cap de Flamanville



Cartographie sous-marine (sonar latéral) des formations submergées au large du cap de Flamanville.
 1 : stratification ; 2 : principales fractures ; 3 : formations post-varisques ; 4 : Schistes de Pont-aux-Bouchers (Siegenien) ; 5 : Schistes et calcaires de Néhou (Siegenien) ; 6 : Grès à *Platyorthis monnieri* (Gédinnien) ; 7 : Ordovico-Silurien ; 8 : Cambrien ; 9 : Igneimbrites de Saint-Germain-le-Gaillard ; 10 : terrains non identifiés ; 11 : granite de Flamanville ; F : Flamanville ; R : le Rozel.

II.2.1.1 Le Granite de Flamanville

Le batholite granitique a une forme régulière voisine d'une ellipse dont le grand axe est orienté EW, sa longueur est de 7 Km environ, et le petit axe NS mesure 4.5 Km (Figure C-II.2-b). Il s'abaisse du SW (cote + 85 NGF) vers le NE où coule la Diélette (+15 NGF) qui draine le plateau. La surface totale du massif est de l'ordre de 25 km² environ.

Le granite de Flamanville demeure, d'après les auteurs récents, l'exemple d'un diapir² syntectonique dont la mise en place s'exerce postérieurement au paroxysme orogénique mais demeure contemporaine des stades ultimes de la déformation régionale. La mise en place de ce granite s'effectue à l'emporte pièce au sein d'une croûte superficielle froide dans laquelle il développe un thermométamorphisme atteignant le faciès des cornéennes à pyroxène. Elle est associée à des injections tardives de filons de microgranite et d'aplite.

Le granite de Flamanville pourrait tirer son origine d'une fusion de la croûte inférieure en liaison avec une éventuelle remontée du manteau s'effectuant le long du linéament Nord armoricain.

II.2.1.1.1 Pétrographie

Il s'agit d'un granite de couleur gris-rosé, grenu, montrant des phénocristaux de feldspaths pouvant localement atteindre plusieurs centimètres. Il s'agit d'un monzogranite subalcalin.

Sa composition minéralogique est la suivante :

- Macrocristaux
Orthose : 30 % à 32 %,
Biotite : 5 à 11 %, parfois altérée en chlorite,
Hornblende verte : 1 % à 14 %,
- Microcristaux
Feldspaths plagioclases (oligoclase et albite) : 14 à 27 %, parfois légèrement séricitisés,
Quartz xénomorphe : 28 % à 36 %,
- Minéraux accessoires (1 %) : Sphène, altérée en xantitane, Apatite, Zircon et Magnétite.

Sa composition chimique moyenne (norme) est résumée ci-dessous :

- SiO₂ : 65 %;
- Al₂O₃ : 15 %;
- Na₂O : 4%;
- K₂O : 2,7 %;
- CaO : 2,9 %;
- MgO : 2,2 %;
- Divers : 8,2 %.

² Diapir : Montée de roches salines plastiques et de faible densité à travers les terrains sus-jacents.

Les filons de microgranite, souvent altérés et hématisés, se composent de :

- Macrocristaux
Plagioclases, souvent entièrement séricitisés,
Biotite, altérée et décolorée par endroits,
Feldspaths potassiques, très peu abondants,
- Cryptocristaux
Quartz.

II.2.1.1.2 Fracturation

D'une manière générale, la direction générale de la fracturation est soulignée par la présence des nombreuses criques qui découpent la côte ; cette direction est perpendiculaire au contact granite- roche encaissante.

Un deuxième système de cassures, de direction parallèle au rivage c'est à dire au contact granite-cornéenne, peut être observé sur toute la bordure Ouest du massif granitique. Ces cassures présentent un pendage assez fort vers l'intérieur du massif.

Dans le détail, le massif granitique est parcouru par les discontinuités suivantes :

- Des filons,
- Des diaclases (absence de mouvement relatif des épontes),
- Des failles.

II.2.1.1.3 Altération

L'altération du granite est une altération météoritique, à laquelle il convient d'ajouter une altération filonienne.

L'altération météoritique est importante sur le plateau dominant le site, où elle atteint le stade d'arène et forme ainsi une couche meuble de plusieurs mètres d'épaisseur. Le processus d'altération est un processus d'altération météoritique classique : altération des feldspaths (en général par kaolinisation et damouritisation) et plus exceptionnellement des biotites, affaiblissant la cohésion de la roche, qui prend alors une teinte jaunâtre.

Les sondages réalisés en 1993 sur l'emprise de la tranche EPR ont montré que le rocher sain (exempt de toute altération) était atteint en moyenne à la cote -8 NGF. Dans le détail il faut distinguer la partie du site où la couverture rocheuse était importante (avant le déroctage en masse de la falaise de la partie orientale de la tranche) de la partie où la couverture était moindre (en bordure du massif, c'est à dire à proximité de l'ancien rivage, dans la partie occidentale de la tranche). Dans la première zone, le granite rencontré en profondeur est très rapidement sain. Dans la deuxième zone, le granite est altéré, mais localement décapé par l'effet des vagues, il apparaît sous la forme d'une roche compacte.

Il est à noter des zones de granite altéré à très altéré à l'intérieur même du massif sain. Cette particularité est liée à la mise en place même du batholite et à l'hydrothermalisme qui a vraisemblablement accompagné la mise en place des filons. Ces zones se situent en effet à proximité de filons altérés de microgranites ou à proximité des épontes de zones de fractures.

L'altération des filons est très marquée. Elle se traduit par une damouritisation des plagioclases et une chloritisation des biotites, donnant une couleur caractéristique lie de vin au filon. Cette altération se poursuit en profondeur, à la fois dans le granite et dans les cornéennes.

II.2.1.1.4 Caractéristiques mécaniques

Le granite est un matériau dur (résistance à la compression matricielle supérieure à 100 MPa) et raide (module matriciel statique de l'ordre de 100 000 MPa).

II.2.1.1.4.1 Dynamiques

Les caractéristiques dynamiques ont été établies à partir des données recueillies sur site lors des études de Flamanville 1-2 (1979-1980) et lors des études d'éventuelles tranches 3-4 en 1993.

Les valeurs retenues sont données dans le tableau ci-dessous, où :

- V_p : vitesse de propagation des ondes de compression,
- V_s : vitesse de propagation des ondes de cisaillement,
- $E_{d_{max}}$: module dynamique de compression aux très petites déformations,
- $G_{d_{max}}$: module dynamique de cisaillement aux très petites déformations,
- ν_d : coefficient de Poisson dynamique.

		V_s (m/s)	V_p (m/s)	$G_{d_{max}}$ (MPa)	ν_d	$E_{d_{max}}$ (MPa)
Granite fracturé / décomprimé	trajet H	1700	3300	8 000	0.32	20 000
	trajet V	2300	4500	14 000	0.32	32 000
Granite massif	trajet H	2100	4400	12 000	0.35	32 000
	trajet V	2500	5500	17 000	0.37	45 000

Tableau C-II.2-a : Caractéristiques dynamiques du granite pour des faibles déformations

Compte tenu de l'anisotropie marquée du granite, les caractéristiques dynamiques dans les plans horizontaux (trajet H) et verticaux (trajet V) ont été individualisées.

II.2.1.1.4.2 Statiques

L'analyse des tassements observés sous les bâtiments réacteurs des tranches 1 et 2 donne un module équivalent à long terme compris entre 10 000 ± 4 500 MPa pour le BR1 et 5 100 ± 1 500 MPa pour le BR2.

En accord avec les modules dynamiques, les valeurs de module statiques (à long et court terme) sont les suivantes :

- Granite fracturé / décomprimé: 5 000 Mpa,
- Granite massif : 10 000 Mpa.

II.2.1.2 Le synclinorium de Diélette

Les informations géologiques sont issues des travaux de Saleeb-Roufaiel (1962)³ et de Gresselin (1992)⁴, ainsi que les observations faites lors des travaux des ouvrages de rejets des tranches 1 et 2 entre 1981 et 1982.

³ Saleeb-Roufaiel G. (1962) Contribution à l'étude du gisement ferrifère de Diélette (Sciences de la Terre - Mémoire n°2 - 184 pages - Nancy)

⁴ Gresselin F. (1992) Etude structurale du Cotentin - Thèse de l'Université de Caen

II.2.1.2.1 Structure géologique

Les terrains affleurant à l'Ouest du batholite de granite appartiennent à une série sédimentaire d'âge paléozoïque, affectée par un métamorphisme de contact. Ce métamorphisme est lié à l'intrusion dans cette série du batholite de granite de Flamanville.

Cette série constitue le flanc Sud du synclinal de Siouville, vaste structure d'extension régionale durant la phase dévonienne de l'orogénèse hercynienne (Figure C-II.2-a et Figure C-II.2-b). Il s'agit d'un pli dissymétrique et déversé vers le Sud, et affectant des terrains d'âge cambrien à dévonien inférieur (= Siégénien). L'axe de ce synclinal est orienté ENE-WSW ; il est faiblement penté vers le SSW.

A proximité du site de Flamanville, la structure de la série sédimentaire est en relation avec la mise en place du batholite.

La mise en place « à l'emporte pièce » du pluton granitique syntectonique au sein du flanc Sud du synclinal de Siouville s'est accompagnée de plusieurs phénomènes affectant grandement la structure de la série sédimentaire :

- Refoulement des couches sédimentaires par l'intrusion du pluton granitique, d'où l'apparition de nouveaux plis (moulés sur la bordure occidentale du pluton, c'est-à-dire présentant des axes grossièrement parallèles à la côte) au sein des terrains les moins compétents de la série. Ces plis, d'amplitude hectométrique, sont en général faiblement déversés.

Toutefois, à proximité immédiate du massif, c'est à dire dans les premières centaines de mètres à partir du rivage, ces plis peuvent avoir évolué en plis-failles et apparaître assez fortement déversés. Ce vaste ensemble de synclinaux, anticlinaux, plis-failles est nommé « synclinorium⁵ de Diélette ». Sa forme générale est concave, tournée vers l'Est et son axe est orienté parallèlement au rivage. Se développant essentiellement dans le domaine marin, il est fermé à ses deux extrémités Sud et Nord.

Le point bas du synclinal semble se situer sensiblement au centre de la structure à la hauteur du grand axe du batholite granitique. Dans le détail, les synclinaux élémentaires peuvent néanmoins avoir des plongements inversés par rapport au plongement principal. Les principales failles recoupent le synclinorium selon une direction sub-parallèle à la côte, parallèlement à l'axe des plis élémentaires du synclinorium.

- Apparition de vastes zones cisailantes accommodant cette déformation plicative au large, avec une orientation N20°E et N110°E. Gresselin (Figure C-II.2-b) positionne ces dernières à plusieurs kilomètres au large du site ; de telles zones cisailantes ne concernent donc a priori pas la zone des ouvrages de rejet.
- Ouverture et injections de filons de microgranite de plusieurs mètres de large, dans des directions préférentielles perpendiculaires à la côte.
- Apparition d'une schistosité dans les formations les moins compétentes.

La structure du synclinorium dans lequel se développent les mines de Diélette est donnée par la Figure C-II.2-c (vue en coupe perpendiculaire au rivage, environ 400 m au Nord de la tranche EPR) et la Figure C-II.2-d (vue en plan).

On observe à partir de la côte, deux synclinaux successifs (S1 et S2) séparés par un accident important parallèle au rivage (F1), puis un troisième synclinal (S3) dont la liaison avec le 2^{ème} synclinal est incertaine. Au-delà, la coupe n'est pas renseignée par manque de données d'affleurement et de données géologiques fiables.

⁵ Synclinorium : structure synclinale complexe plus ou moins faillée, constituée par des synclinaux élémentaires

Figure C-II.2-c : Coupe de la Mine de Diélette

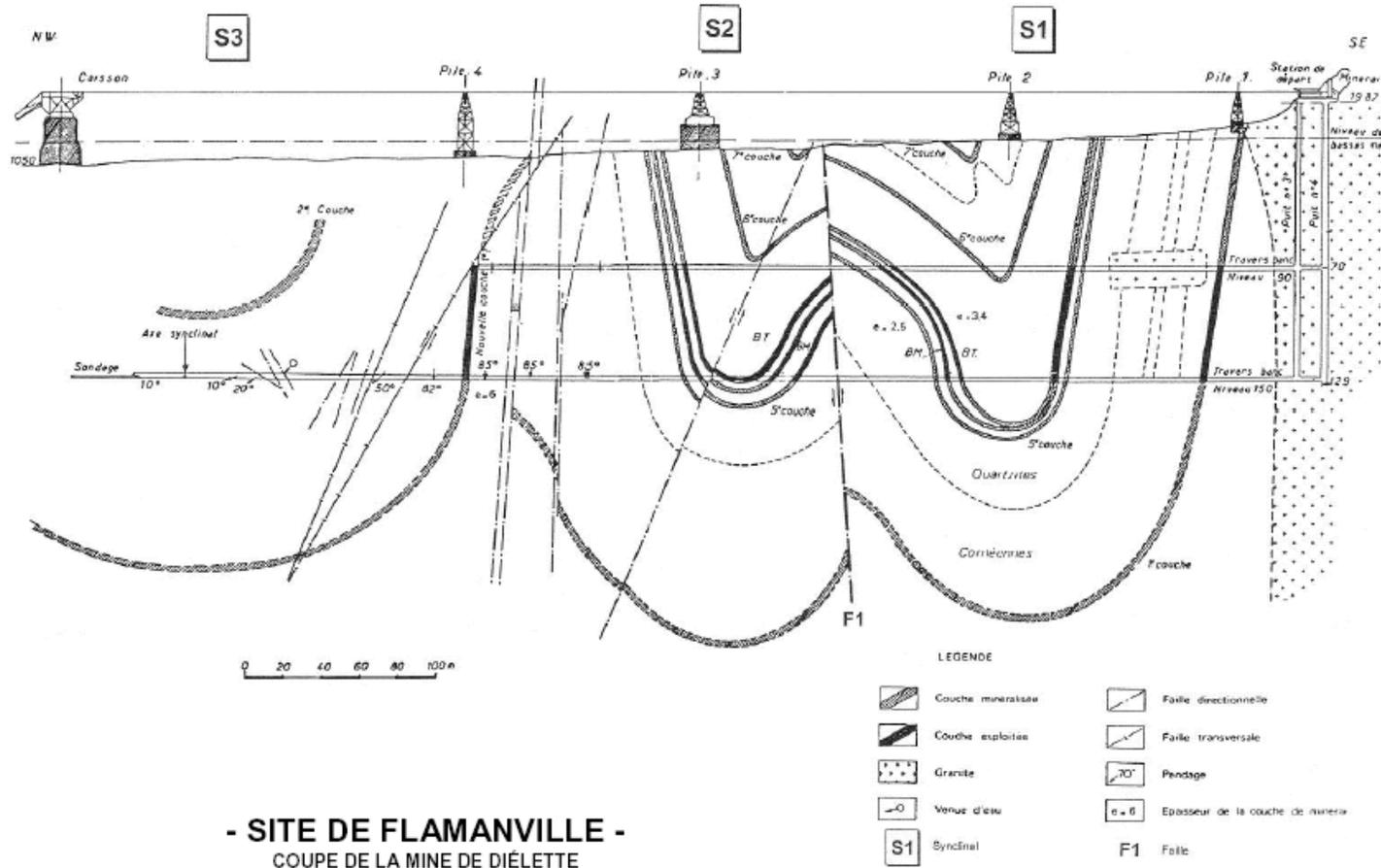
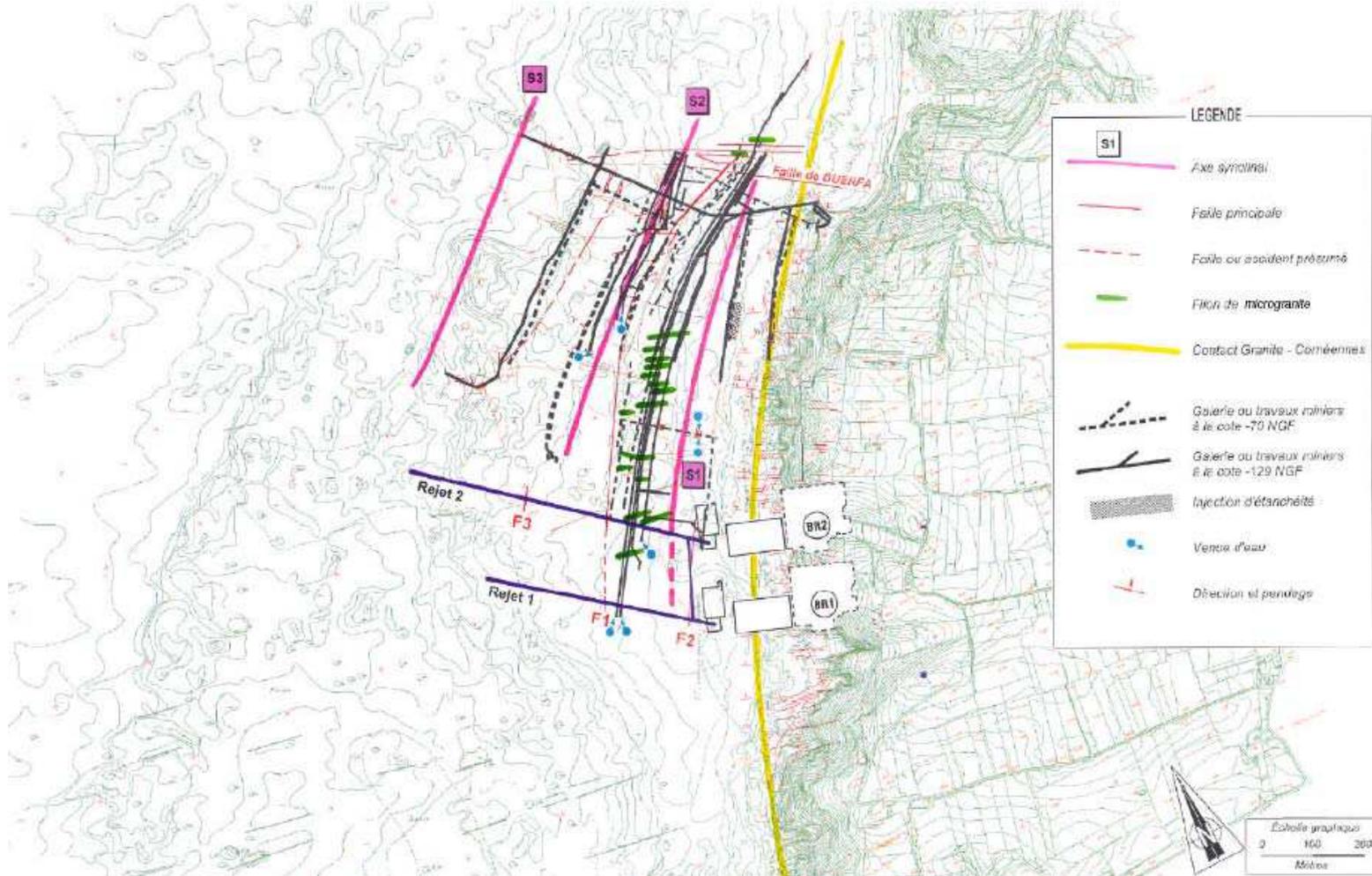


Figure C-II.2-d : Vue en plan de la Mine de Diélette



II.2.1.2.2 Mine de fer et mine sous-marine

La série métamorphisée se distingue par l'omniprésence de fer.

Le minerai de fer apparaît sous la forme de couches, dont les épaisseurs varient entre quelques décimètres et 8 mètres. C'est une roche très lourde ($d = 4,6$) qui a généré d'importants problèmes de marinage lors du creusement des rejets des tranches 1 et 2. Le minerai de fer extrait lors de l'exploitation des mines était lié à la présence de cristaux d'oligiste et de la magnétite dans une structure originelle oolithique. La teneur de la minéralisation est très variable (entre 38 et 62 %), avec une moyenne de 49%, avec des concentrations locales en blende et galène.

Ces couches ont été exploitées dans la mine sous-marine de Diélette, qui concerne les premières centaines de mètres du massif métamorphisé (environ 400 m au droit des ouvrages de rejet EPR, jusqu'à 600 m plus au Nord).

La dureté du minerai est variable avec la nature de la gangue (gangue siliceuse, ou gangue à minéraux calciques ou calcaires).

II.2.1.2.3 Altération

En surface, l'altération des cornéennes se traduit par une couleur rouille. Les vitesses sismiques observées (3 000 m/s) ne traduisent pas l'altération mais sont plutôt en relation avec l'importante maille de fracturation des cornéennes (découpage en cubes), et à l'état d'ouverture de cette fracturation à proximité de la surface.

En mer, les profils de sismique réfraction réalisés en 1993 ont montré que l'horizon d'altération (d'origine météorique) se limitait à une frange de 10 à 25 m d'épaisseur sous le fond marin. Dans cette frange, les vitesses sismiques peuvent s'abaisser jusqu'à 2700 m/s. Au-delà les vitesses de fond sont comprises entre 4300 et 6100 m/s, témoignant d'un rocher fermé et sain (sauf localement au droit de discontinuités telles que les failles ou les filons).

II.2.1.2.4 Contact granite / cornéennes

Le contact entre le granite et les roches encaissantes n'est jamais un contact par faille. Ce contact, visible le long du rivage, apparaît comme franc et remarquablement régulier, sec et très fermé. Son orientation est, au droit de la tranche EPR, N30°E et son pendage 80°E. Sur le plan masse, ce contact se localise dans le tiers oriental de la Salle des Machines EPR, à la cote 0 NGF environ, et correspond grossièrement à l'ancienne ligne de rivage.

Les travaux miniers ont montré que le contact entre les roches du 1^{er} synclinal (S1) et le granite est sensiblement vertical jusqu'à la côte -130 NGF ou légèrement convexe vers la mer. Des inclusions de granite ont cependant été rencontrées dans les cornéennes lors des travaux miniers.

Les galeries de la mine de Diélette recoupent des filons pétrographiquement comparables (microgranite- aplites) à ceux rencontrés dans le massif granitique, et présentent des directions identiques.

II.2.1.2.5 **Caractéristiques mécaniques**

II.2.1.2.5.1 **Dynamiques**

Les caractéristiques dynamiques sont issues de mesures in-situ suivantes, réalisées en 1993.

Les profils de sismique réfraction ont montré la présence d'une frange superficielle très fracturée (vitesses comprises entre 2800 et 3300 m/s), surmontant, à partir d'environ -17 NGF, les cornéennes massives et compactes (vitesses de l'ordre de 4500 m/s).

Les différentes méthodes géophysiques ne mettent pas en évidence d'anisotropie de vitesses.

La synthèse des résultats, intégrant également le retour d'expérience du tassement des ouvrages lourds des tranches 1 et 2, est donnée dans le tableau ci-dessous, où :

- Vp : vitesse de propagation des ondes de compression,
- Vs : vitesse de propagation des ondes de cisaillement,
- Edmax : module dynamique de compression aux très petites déformations,
- Gdmax : module dynamique de cisaillement aux très petites déformations,
- vd : coefficient de Poisson dynamique.

		Vs (m/s)	Vp (m/s)	Gd max (MPa)	vd	Ed max (MPa)
Profondeur sous le toit de la couche	A moins de 5 m de profondeur	1300	2900	5 000	0.37	12 000
	entre 5 et 15 m	1700	3500	8 000	0.35	21 000
	A plus de 15 m de profondeur	2300	4500	14 000	0.32	37 000

Tableau C-II.2-b : Caractéristiques dynamiques des cornéennes pour des faibles distorsions

L'analyse des tassements du radier de la table des groupes de Flamanville 1-2 donne un module statique équivalent de l'ordre de 2400 à 3600 MPa.

II.2.1.2.5.2 **Statiques**

Les caractéristiques statiques des cornéennes sont résumées dans la liste ci-dessous, établie à partir d'une population d'échantillons réduite et dont la localisation des points de prélèvement est très mal connue.

- Poids spécifique apparent sec : 2,75 t/m³
- Poids spécifique apparent humide : 2,76 t/m³
- Teneur en eau: 0,17 %
- Porosité : 0,21 %
- Résistance à la compression (échantillons de \varnothing 38 mm après mesure du module) :
- 340 MPa (perpendiculairement à la stratification),

- 260 MPa (parallèlement à la stratification)
- Résistance à la compression (échantillons de \varnothing 60 mm après mesure du module) :
- 250 MPa (perpendiculairement à la stratification),
- 315 MPa (parallèlement à la stratification)
- Résistance à la traction indirecte : 11 MPa (sain)
- Abrasivité: 2100 g/T LCPC - 1 à 3 points CERCHAR : roche moyennement abrasive,
- Broyabilité: 23 %,
- Dureté: de 80 à 200 points CERCHAR : roche dure à très dure.

II.2.2 Sismologie

II.2.2.1 Fonctionnement global

La situation actuelle du Massif Armoricaïn et plus particulièrement celle du Cotentin, est celle d'un socle cristallin situé en dehors d'une marge active de la plaque européenne. Dans un tel contexte intraplaque, les déformations sont le plus souvent localisées sur les discontinuités tectoniques préexistantes, réactivées maintes fois au cours de l'histoire tectonique du massif, en fonction de l'évolution du champ de contraintes. Il s'agit d'une « tectonique de blocs ».

Le modèle sismotectonique actuel de la région correspond à un régime des contraintes globalement orienté NW-SE, s'exerçant sur un socle affecté par de nombreux accidents hérités de la longue histoire tectonique du massif.

Dans un tel champ de contrainte, on peut s'attendre selon les structures sollicitées aux comportements sismiques suivants :

- un rejeu en failles inverses des structures d'orientation proche de NE-SW,
- un rejeu en failles normales pour les accidents sensiblement parallèles à la contrainte maximale,
- un rejeu de type décrochant pour les accidents d'orientation intermédiaire.

II.2.2.2 Séismes de référence

Pour la détermination du niveau sismique du site de Flamanville, par application de la RFS 2001-01, on considère que chacune des zones sismotectoniques (domaines, accidents sismogènes ou familles d'accidents) est susceptible de produire des séismes de caractéristiques équivalentes aux séismes maximaux historiques, avec une position d'épicentre qui soit la plus pénalisante quant à ses effets en terme d'intensité sur le site. Pour chacune des zones sismotectoniques, on définit ainsi des « séismes de référence ».

Les caractéristiques des principaux séismes historiques des différentes zones sismotectoniques prises en compte pour le site sont résumées dans le Tableau C-II.2-c. Ce tableau fait également apparaître les effets induits par ces séismes après transfert selon les termes de la RFS 2001-01.

Dans le Tableau C-II.2-c :

- I_0 = intensité épacentrale ;
- Magn. = Magnitude ;
- I_s = Intensité induite sur site.

Zone sismotectonique	Séisme max. historique	I_0 (MSK)	Profond. (km)	Méthode calcul de profondeur *	Magn.	Distance après transfert	I_s (MSK)
Domnonéen	01.04.1853	VI-VII	26	(1) Sponheuer (A+B)	5.4	0	VI-VII
	30.07.1926	VI-VII	19	(1) Sponheuer (A+B)	5.2	0	VI-VII
Mancellien	30.12.1775	VII	12	(1) Sponheuer (A+B) (3) $R_V = 50$	5.2	72	IV-V
Centre-Armoricain	15.05.1888	VI	27	(1) Sponheuer (A+B)	5.2	140	III-IV
Manche	30.05.1889	VI	30	(4) Structure	5.3	20	V-VI
	05.11.1734	VI					
Seine	01/12/1769	VI-VII	10	3) $R_V = 28$	4.8	140	< III
Famille d'accidents NNW-SSE	15/05/1888	VI	27	(1) Sponheuer (A+B)	5.2	10	VI

Tableau C-II.2-c : Détermination du SMHV

Le ou les Séismes Maximaux Historiquement Vraisemblables sont les séismes maximaux historiquement susceptibles d'affecter le site. La RFS 2001-01 les définit comme « les séismes les plus pénalisants susceptibles de se produire sur une période de durée comparable à la période historique, soit environ 1000 ans ».

Il s'agit donc d'évènements historiques positionnés par hypothèse de façon pénalisante pour le site.

On retient alors comme Séisme Maximal Historiquement Vraisemblable le séisme de référence ayant les effets les plus importants en terme d'intensité macrosismique

La notion de famille d'accidents pourrait s'appliquer à la faille de Nort-sur-Erdre / St-Brieuc, à la faille de Chateaubriand / St-Malo, à la faille de Vitré/Segré et à celle de Mayenne. Le séisme du 15/05/1888, d'intensité épacentrale VI MSK est affecté arbitrairement à cette famille d'accidents. Cependant, ceci n'a aucune incidence sur la détermination du SMHV, cette intensité étant couverte par le niveau sismique affecté au domaine Dommoméen.

* Liste de méthodes de calcul de la profondeur :

- (1) Ajustement des observations (A,B,C : indice de qualité des observations) selon une loi de Sponheuer avec des coefficients cohérents avec la loi de décroissance de la RFS considérée.
- (2) Ajustement des isoséistes selon une loi de Sponheuer avec des coefficients cohérents avec la loi de décroissance de la RFS considérée.
- (3) Utilisation des rayons isoséistes avec une loi de décroissance cohérente avec la RFS considérée.
- (4) Arguments structuraux, par exemple limitation en fonction de la profondeur du Moho.
- (5) Données instrumentales
- (6) Comparaison avec des séismes voisins (instrumentaux ou historiques)

Les indices néotectoniques n'ont pas d'incidence directe sur la détermination du niveau sismique du site de Flamanville.

A l'heure actuelle, il n'existe pas de données néotectoniques relatives à des failles actives pour lesquelles l'on puisse appliquer l'annexe III de la version révisée de la RFS 2001-01.

II.2.2.3 Caractéristique des SMHV

Le Tableau C-II.2-d montre que les séismes de références de la zone sismotectonique du Domaine Domnonéen sont susceptibles d'induire une intensité de VI-VII MSK sur le site de Flamanville. Ils s'agit des séismes du 01/04/1853 et du 30/07/1926.

Les SMHV du site de Flamanville ont donc les caractéristiques suivantes :

	Séisme du 01/04/1853	Séisme du 30/07/1926
Intensité épacentrale (I _o)	I _o = VI-VII MSK	I _o = VI-VII MSK
Profondeur focale (h)	h = 26 km	h = 19 km
Magnitude (M)	M = 5.4	M = 5.2
Distance au site (R)	R = 0 (au droit du site)	R = 0 (au droit du site)
Intensité induite sur site (I _s)	I _s = VI-VII MSK	I _s = VI-VII MSK

Tableau C-II.2-d : Caractéristiques des SMHV

On retiendra au final, celui étant le plus pénalisant en termes de spectre de réponse.

II.2.2.4 Caractéristique des SMS

Le Séisme Majoré de Sécurité est le séisme réglementaire contre lequel l'installation doit être protégée. Il s'agit d'un événement hypothétique déduit du Séisme Maximal Historiquement Vraisemblable par majoration de l'intensité d'un point (cela conduit en pratique à majorer de 0,5 la magnitude du séisme de référence).

Les Séismes Majorés de Sécurité (SMS) du site de Flamanville ont donc les caractéristiques suivantes :

Intensité épacentrale (I _o)	I _o = VII-VIII MSK	I _o = VII-VIII MSK
Profondeur focale (h)	h = 26 km	h = 19 km
Magnitude (M)	M = 5.9	M = 5.7
Distance au site (R)	R = 0 (au droit du site)	R = 0 (au droit du site)
Intensité induite sur site (I _s)	I _s = VII-VIII MSK	I _s = VII-VIII MSK

Tableau C-II.2-e : Caractéristiques des SMS

II.2.2.5 Calcul des spectres du site

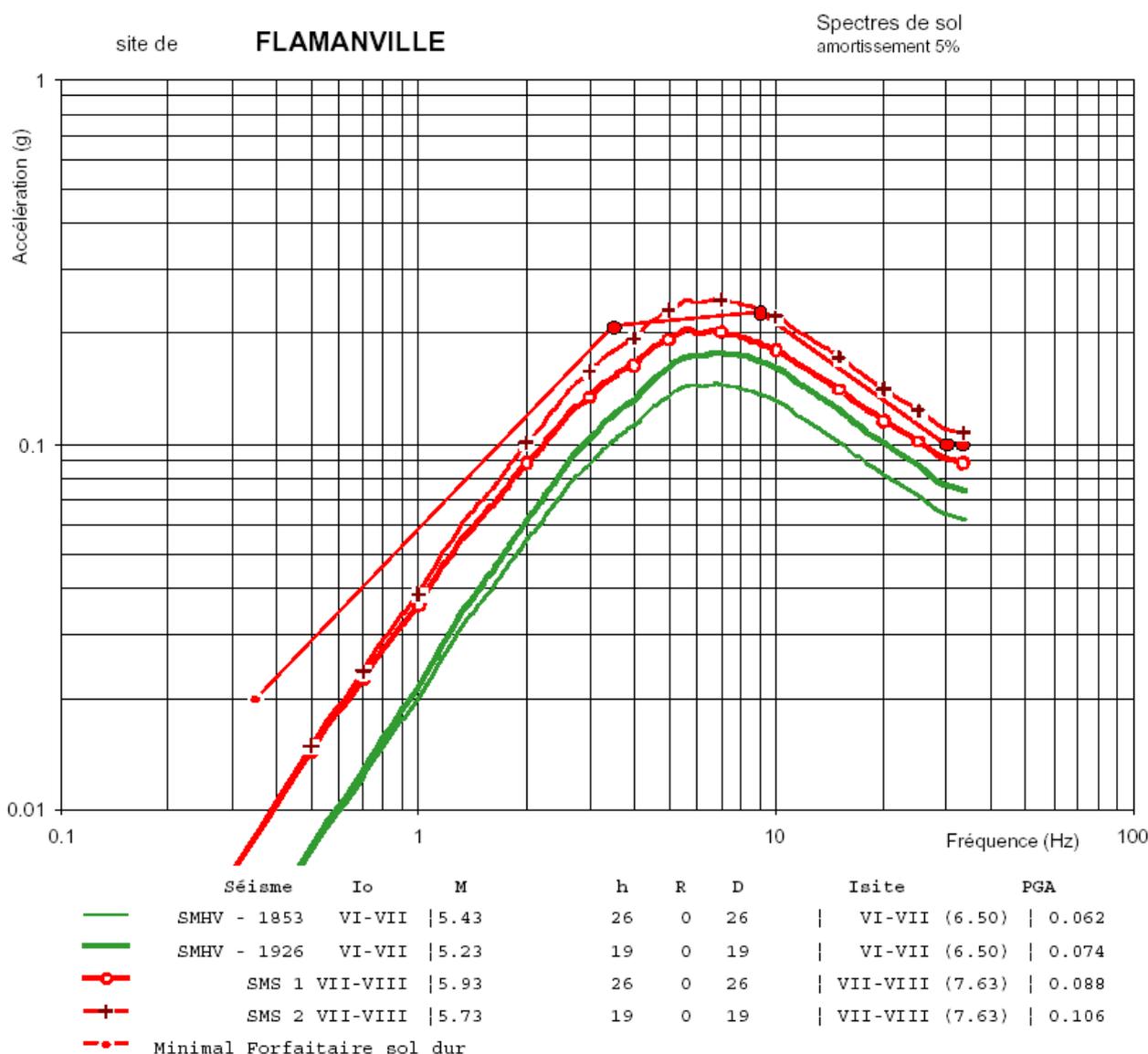
La détermination des spectres est faite conformément aux préconisations du § 2.3 de la RFS 2001-01, en utilisant les coefficients publiés dans le rapport IPSN/DPRE/SERGD/00-53.

On rappelle que sur le site, la vitesse moyenne des ondes de cisaillement sur les 30 premiers mètres est de l'ordre de 2000 m/s. Les coefficients utilisés sont donc ceux de type "Sol dur".

Les spectres ainsi déterminés pour le site de Flamanville sont représentés sur la Figure C-II.2-e

Le spectre maximal SMS, correspondant à un séisme de magnitude de 5.7 (5.73) avec une distance focale de 19 km, est calé en accélération au sol à **0.11 g** (0.106 g) pour les mouvements horizontaux.

Figure C-II.2-e : Spectres adaptés au site



II.3 ETAT DE REFERENCE HYDROGEOLOGIQUE

L'état de référence hydrogéologique traite des aquifères au niveau régional (Cotentin), puis s'attarde plus particulièrement aux aquifères situés dans le périmètre local (site de Flamanville).

II.3.1 Contexte hydrogéologique

II.3.1.1 Hydrogéologie régionale

En raison de la constitution géologique du Cotentin (terrains anciens, cristallins ou métamorphiques, ayant généralement une perméabilité et une porosité efficace faibles), les nappes souterraines sont en général inexistantes ou inexploitable.

Les volumes exploitables dans les aquifères sont généralement faibles, et on observe très fréquemment une pollution (essentiellement aux nitrates), au moins dans les horizons superficiels.

Seuls certains aquifères, comme les terrains triasiques de la région de Sainte-Mère-l'Eglise, sont exploitables.

II.3.1.2 Hydrogéologie locale

Le massif granitique de Flamanville présente une couverture meuble et arable (arène granitique formée de sables plus ou moins argileux), d'une épaisseur de plusieurs mètres, issue de l'altération en place du granite.

Les aquifères potentiels sont de deux types :

- un aquifère superficiel constitué par l'arène, de type « granulaire », l'eau occupant les vides interstitiels (pores existant entre les grains de sables),
- un aquifère plus profond constitué par le massif granitique proprement dit, de type « fissural », l'eau circulant à travers les discontinuités du massif rocheux (fissures, diaclases et failles).

D'après l'antenne de Caen du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), il n'existe pas de nappe réellement importante, tant dans le granite que dans l'arène, et par conséquent aucune carte n'a été établie à ce sujet.

II.3.1.3 Nappe de l'arène

Lors d'un inventaire réalisé à l'époque de la construction des tranches 1-2 (1979-1980), une centaine de puits a été recensée sur la commune de Flamanville. Ces puits sont pour la plupart situés dans une bande parallèle à la côte. Cette bande de terrain est délimitée :

- à l'Ouest par la ligne de partage des eaux superficielles, en retrait de 500 m environ par rapport à la côte,
- à l'Est par la route départementale D4, en retrait de 1,5 km par rapport à la côte.

Ces puits avaient une profondeur de quelques mètres (maximum 14 m).

L'existence de ces puits prouve donc la présence d'une certaine quantité d'eau exploitable dans la couche d'arène. Cette nappe est située principalement dans la zone de transition⁶, entre l'arène et le granite. Elle se développe à la faveur de niveaux sableux d'extension et de productivité limitées. Le granite franc, moins perméable, constitue le plancher de cette nappe.

La nappe contenue dans l'arène est principalement alimentée par les eaux de surface. Les écoulements souterrains se font vraisemblablement dans des directions semblables à celles des eaux superficielles : à moins de 500 m de la cote, l'eau s'écoule vers la mer ; au-delà, elle s'écoule vers le Nord-Est en direction de la Diélette. Située plusieurs dizaines de mètres au-dessus des plus hautes eaux de la marée, cette nappe ne communique pas directement avec la mer.

Notons que la nappe de l'arène, bien que limitée vers le bas par le toit du granite sain (moins perméable), contribue dans une faible mesure à l'alimentation de cet aquifère.

II.3.1.4 Nappe du granite

La nappe fissurale contenue dans le massif granitique trouve son exutoire dans la mer. Dans la zone du CNPE de Flamanville, le toit de cette nappe fissurale s'abaisse donc régulièrement du plateau vers la mer, sans que nous puissions évaluer son gradient.

La base de cette nappe, qui se développe dans les fissures, failles et filons du rocher, correspond à l'interface entre le rocher décomprimé de subsurface, et le rocher sain et fermé situé plus en profondeur.

Du fait de la perméabilité et de la porosité faibles de cet aquifère, aucune source pérenne et significative, c'est-à-dire ayant un débit supérieur à plusieurs dizaines de litres par heure, n'a été recensée avant ni pendant les travaux de terrassement.

II.3.2 Hydrogéologie avant travaux de la tranche EPR

II.3.2.1 Travaux de terrassement

Les terrassements principaux ont consisté à araser la falaise au moins en dessous de la cote +12,4 NGF, et à gagner une plate-forme sur la mer en réutilisant les déblais issus du minage de la falaise. Ils ont eu lieu principalement en 1978 et 1979. Ils ont ainsi abouti à la réalisation d'une plate-forme abritant les tranches 1-2 existantes, ainsi qu'un emplacement dédié aux futures tranches 3-4.

L'EPR sera construit à l'emplacement de la tranche 3, en bordure de la tranche 2 existante.

Les terrassements secondaires des tranches 1-2 ont consisté à terrasser les remblais (et/ou le rocher en dessous de la cote +12,4 NGF), jusqu'à la cote de fondation des différents ouvrages (stations de pompage, salles des machines, et bâtiments de l'îlot nucléaire). Ces terrassements ont eu lieu dès 1979.

La plate-forme du site est calée à la cote +12,4 NGF, correspondant à la cote 0 Site. Elle est protégée de l'action de la houle par 1,5 km de digues.

La falaise actuelle, constituant la limite Est des terrassements, présente une hauteur moyenne d'environ 60 m.

⁶ L'altération d'un massif granitique aboutit classiquement à un profil où se succède, de haut en bas :

- l'arène (sensu stricto) composée de sables grossiers plus ou moins argileux,
- une zone de transition, composée de boules de granite altéré, dans une matrice d'arène,
- le granite altéré,
- le granite sain.

II.3.2.2 Enceintes géotechniques – état avant travaux de la tranche EPR

Afin d'isoler les fouilles de la mer lors des terrassements secondaires, deux enceintes géotechniques étanches ont été réalisées ; l'une ceinture les tranches 1-2, la seconde les tranches 3-4. La Figure C-II.3-b représente l'implantation des digues qui protègent la plate-forme. Elle est reprise de façon schématique sur la figure suivante.

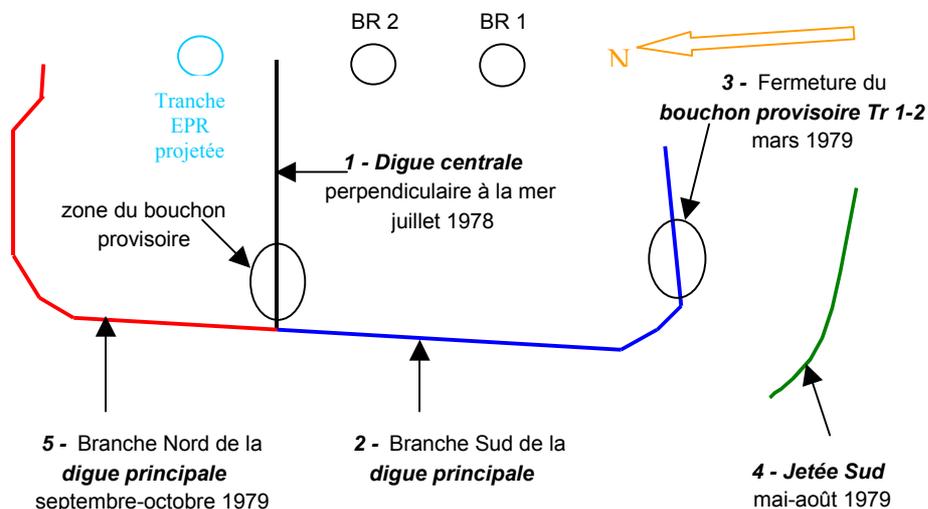


Figure C-II.3-a : Schéma des enceintes géotechniques

La géométrie des digues est donc la suivante :

- une digue principale à l'Ouest, parallèle à la côte, qui longe le canal d'aménée,
- trois branches plus ou moins perpendiculaires à la digue Ouest, appelées « digues en retour », qui se referment vers la terre et sont englobées dans le remblai de la plate-forme :
 - une digue centrale séparant les tranches 1-2 des tranches 3-4. Le bouchon provisoire des tranches 3-4 se situe à l'extrémité Ouest de cette digue,
 - une branche sud constituant le bouchon provisoire des tranches 1-2.Les deux branches ci-dessus délimitent l'enceinte étanche des tranches 1-2.
- une branche nord qui se referme sur le rocher près du poste 400 kV, et qui délimite l'enceinte étanche des tranches 3-4.

L'étanchéité de ces digues est assurée par un noyau argileux (argiles dites de « Sainte-Croix ») entre les cotes +1 à +7,5 NGF et en profondeur au moyen d'un voile d'injection foré à travers la digue.

Avant la mise en service des tranches 1-2, la digue Sud fut arasée sur la quasi-intégralité de son linéaire, afin de permettre la mise en eau du canal d'aménée ; la nappe située dans le remblai de la plate-forme des tranches 1-2 est donc en contact avec la mer. Par contre, l'enceinte ceinturant les tranches 3-4 est toujours « intacte », puisque le bouchon sur la digue centrale n'a pas été détruit.

Actuellement, la nappe du remblai dans la zone des tranches 3-4 est théoriquement isolée de la mer par le dispositif d'étanchéité, qui n'a pas encore été détruit au niveau du bouchon séparant le bassin d'alimentation 1-2 de son prolongement 3-4. Les fouilles ont été mises en eau en 1994, par arrêt de tout pompage ; une conduite métallique dans le bouchon de la digue centrale limite théoriquement le niveau d'eau dans les fouilles à la cote +1 NGF.

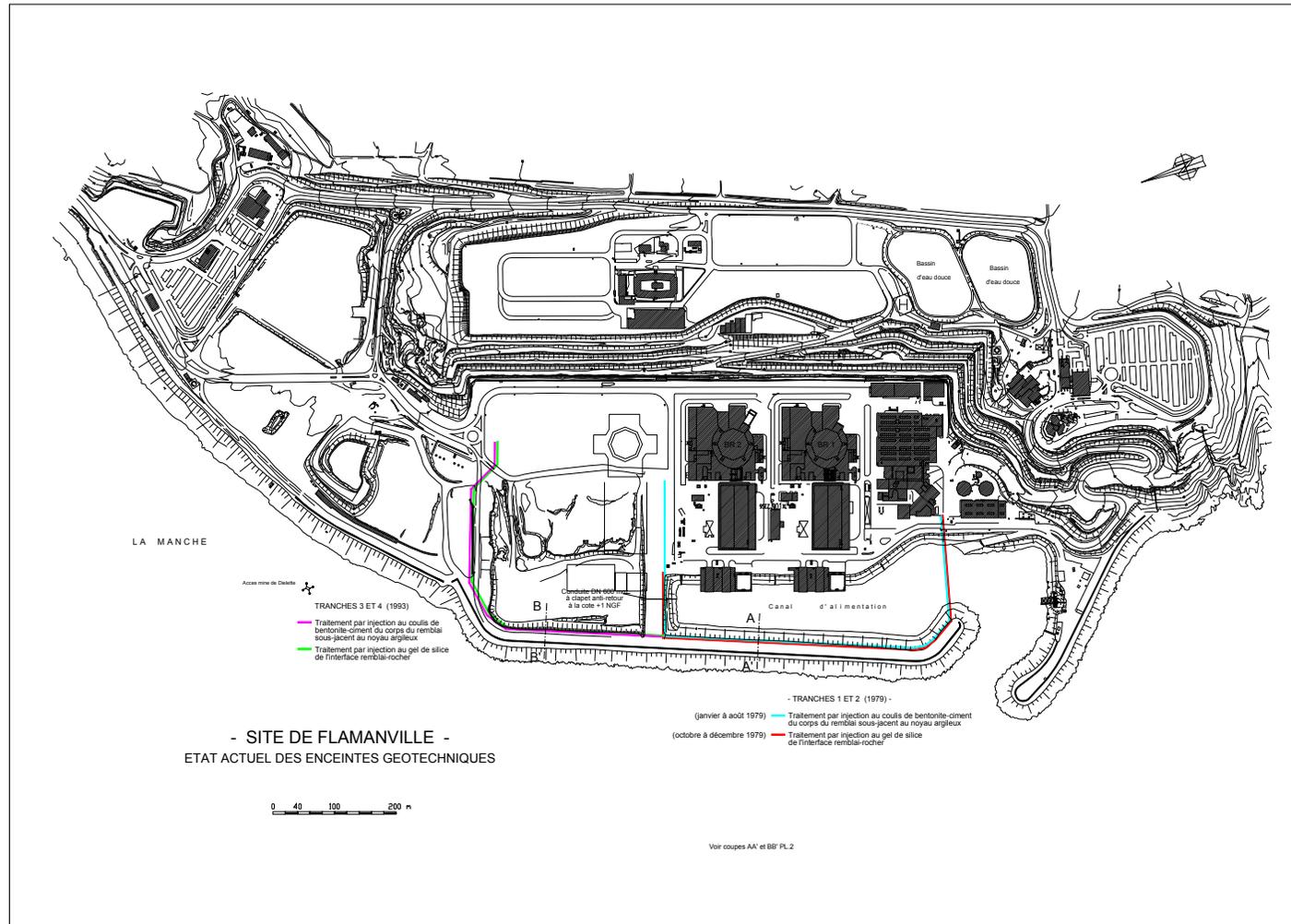


Figure C-II.3-b : Enceintes géotechniques – état avant travaux de la tranche EPR

II.3.3 Caractéristiques hydrodynamiques des aquifères

II.3.3.1 Rocher de fondation des ouvrages

Les valeurs de perméabilité en grand et de porosité efficace à retenir sont données dans le Tableau C-II.3-a.

La perméabilité du rocher de fondation (granite et cornéennes) dépend directement de son degré d'altération.

Compte-tenu de la morphologie du site, il existe deux zones bien distinctes :

- Rocher au droit de l'îlot nucléaire

L'îlot nucléaire sera implanté dans la zone où l'ancienne falaise a été arasée. L'épaisseur déroctée à cet endroit est donc importante. Les ouvrages reposeront donc sur du granite relativement sain, bien que localement affecté par des failles et discontinuités remplies de matériau sablo-argileux.

- Rocher au droit de la salle des machines et de la station de pompage

Au droit de la salle des machines, l'épaisseur des terrains déroctés (granite et cornéenne) n'excédera probablement pas 2 m en moyenne ; le terrain de fondation est donc constitué de roche particulièrement altérée et fracturée.

En dessous de la cote -15 NGF, le degré d'altération diminuant naturellement avec la profondeur, le rocher devrait avoir des caractéristiques hydrodynamiques comparables à celle du granite de fondation de l'îlot nucléaire.

Paramètre hydrodynamique	Profondeur sous le niveau de fond de fouille	Zone de l'îlot nucléaire	Zones de la salle des machines et de la station de pompage
Perméabilité (en m/s)	de 0 à 2-3 m de profondeur	10^{-6}	10^{-5}
	de 2-3 m à 10-15 m de profondeur	5.10^{-7}	10^{-6}
	au-delà de 15 m de profondeur		5.10^{-7}
Porosité efficace (θ)	de 0 à 10-15 m de profondeur	$< 5 \text{ ‰}$ ($1 < \theta < 2 \text{ ‰}$)	$< 1 \text{ ‰}$ ($2 < \theta < 5 \text{ ‰}$)
	au-delà de 10-15 m de profondeur		$< 5 \text{ ‰}$ ($1 < \theta < 2 \text{ ‰}$)

Tableau C-II.3-a : Paramètres hydrodynamiques

II.3.3.2 Matériaux constitutifs de la plate-forme

En l'état actuel, la plate-forme est constituée, là où les terrassements secondaires entrepris en 1993 et stoppés en 1994 se sont achevés, de remblais « tout-venant » : il s'agit de remblais rocheux, plus ou moins compactés, provenant essentiellement de l'abattage de la falaise granitique (à l'époque des terrassements principaux). La perméabilité de ces remblais, souvent délavés et granoclassés du fait de leur mode de mise en place (matériaux parfois directement bennés dans l'eau de mer), peut atteindre 10^{-3} à 5.10^{-3} m/s. La porosité efficace est évaluée à 15 % environ, sur la base de la moitié de la porosité totale qui est estimée à 30 %.

Dans la phase des terrassements secondaires de la tranche EPR, ces remblais « tout-venant » seront excavés au droit des ouvrages. Des matériaux pouvant être qualifiés de « bonne qualité » seront alors utilisés en tant que matériau de calage ou matériau de remblaiement. La nature de ces matériaux n'étant pas encore définie à l'heure actuelle, leur perméabilité est difficile à apprécier. Elle peut être comprise entre 10^{-2} et 10^{-7} m/s.

II.3.4 Suivi piézométrique

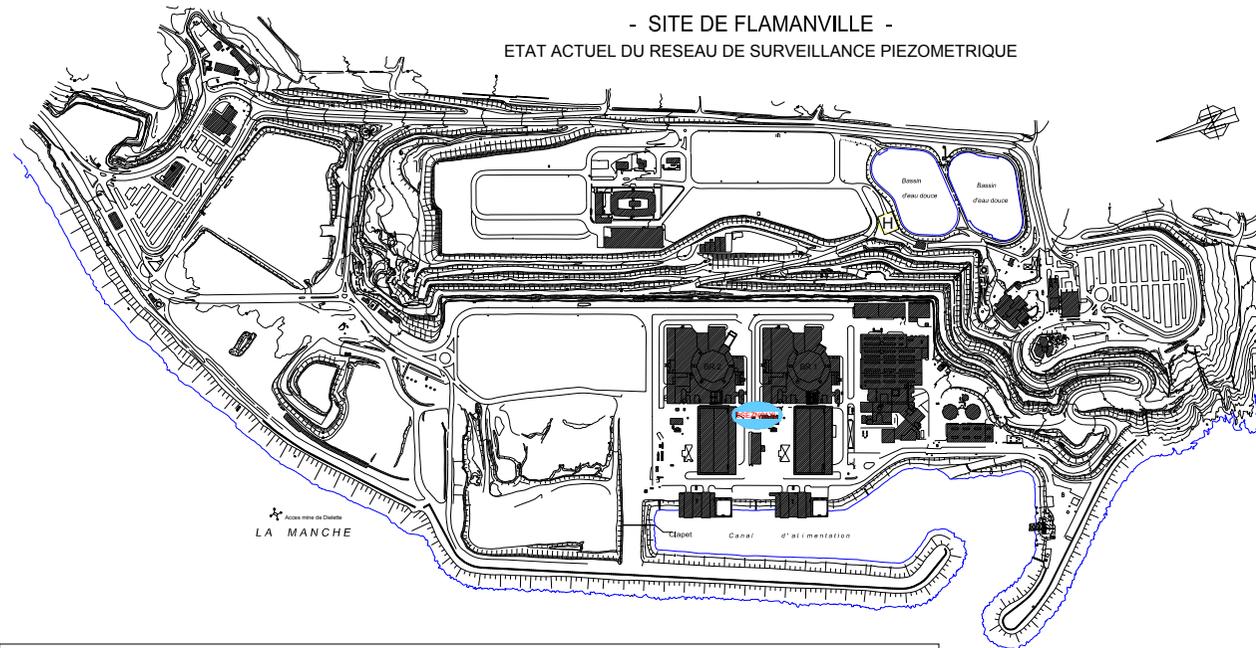
Le réseau de surveillance piézométrique du site de Flamanville est actuellement limité à un seul ouvrage, appelé N1, situé entre les salles des machines des tranches 1-2 (voir Figure C-II.3-c).

Le piézomètre existant, de 48 mm de diamètre et de 21 m de profondeur, est crépiné dans le remblai rocheux. C'est un puits de prélèvement DGSNR (anciennement OPRI⁽⁷⁾). La mesure du niveau d'eau dans le piézomètre permet de suivre l'évolution de la nappe du remblai dans la zone « inter-salles des machines ».

Des études sont en cours pour implanter une dizaine de piézomètres supplémentaires afin de mieux connaître les écoulements de nappe sur le site et d'assurer le suivi de la qualité des eaux de la nappe à proximité des zones à risque.

Par ailleurs, il convient de signaler l'existence de 4 piézomètres (N2 à N5) sur la commune de Flamanville (hors des limites du site), sur le plateau surplombant la centrale, qui font partie du réseau de surveillance DGSNR.

⁽⁷⁾ Ouvrage répertorié lors d'un inventaire en 1994



IDENTIFICATION DES PIEZOMETRES

0	S	E	Z	N	1	1	XL
numero INB				si puits SCPRI	numero d'ordre	PZ = Piezometre sans limnigraphe hors enceinte geotechnique LZ = Piezometre avec limnigraphe hors enceinte geotechnique PG = Piezometre sans limnigraphe dans enceinte geotechnique LG = Piezometre avec limnigraphe dans enceinte geotechnique XZ = Pompage seul hors enceinte geotechnique XG = Pompage seul dans enceinte geotechnique	
SEZ :trigramme du systeme elementaire de controle et surveillance des nappes							

9SEZ01XL PIEZOMETRE N1 (9 SEZ N01XL)



Piezometres		Coordonnees		Cotes NGF		Dipmetre	Equipement	Cote NGF	Cote	Prof. forage m	Nature du terrain dans	
Denomination	Ancien nom	locales	ou Lambert	Z	lieu	en mm	de pompage	zone crepinee bas	base haut	mesure en NGF	la zone crepinee et observations	
9 SEZ N 01 XL		X	Y	12.40	tube	48					21	Remblais

LE piezometre est implante a la limite de la zone gagnee sur la mer.

Figure C-II.3-c : Réseau de surveillance piézométrique

II.4 ETAT DE REFERENCE HYDROLOGIQUE

L'état de référence hydrologique traite des cours d'eau présents au niveau régional (Cotentin) et s'attarde plus particulièrement sur les cours d'eau situés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville.

Le réseau hydrographique de la région Nord-Cotentin, d'une densité exceptionnelle, est caractéristique d'un ruissellement intense car la rétention des terrains est peu importante.

En effet, les bassins versants sont formés de terrains anciens, cristallins ou métamorphiques, sauf dans la partie Sud-Est (bassin triasique de Sainte-Mère-L'Eglise).

Les principaux cours d'eau drainant le Cotentin sont les suivants :

- la Douve et ses affluents la Gloire, la Scye et la Taute se jetant dans la baie des Veys et dont le bassin versant occupe la plus grande partie du Cotentin, au centre et au Sud-Est,
- la Saire irriguant la pointe Nord-Est du Cotentin qui se jette sur la côte Est près de Saint-Vaast-La-Hougue,
- la Divette et le Trottebec, au Nord, qui se jettent dans la Manche à Cherbourg.

Les principaux cours d'eau au voisinage du site sont :

- Au Nord du site : le ruisseau de la Grande Vallée, le grand Douet, le petit Douet et la Diélette qui draine le massif granitique de Flamanville ;
- Au Sud du site : le But du Rozel.

Le grand Douet, le petit Douet et la Diélette servent aux prélèvements d'eau douce pour les besoins du site. Leurs principales caractéristiques sont présentées ci-dessous. Elles dénotent une faible ressource en eau douce.

II.4.1 La Diélette

Les données de débit sont issues de la fiche de synthèse des débits caractéristiques de la DIREN pour la station « Tréauville (Diélette) » dont la surface du bassin versant est de 41,5 km². Les mesures sur cette station ont été effectuées de 1978 à 1982 puis interrompues jusqu'en 2002.

Les débits moyens mensuels sont présentés dans le tableau suivant. Le module inter-annuel est de 0,53 m³/s. Le débit réservé est donc de 53 L/s.

Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
0,83	0,84	0,76	0,66	0,49	0,39	0,30	0,23	0,25	0,38	0,53	0,70

Tableau C-II.4-a : Débits moyens mensuels de la Diélette en m³/s sur la période 1978-1982

Le QMNA⁸ est de 0,13 m³/s.

Le débit de crue (valeur instantanée) de période de retour 5 ans est de 5 m³/s. Le débit journalier maximal de 2,51 m³/s a été enregistré le 22 décembre 2002.

Les valeurs des débits moyens mensuels de la Diélette, à la station de Tréauville, pour l'année 2003, sont présentés dans le tableau en page suivante.

⁸ Débit moyen mensuel minimal de fréquence quinquennale

Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
0,83	0,56	0,53	0,36	0,28	0,23	0,22	0,15	0,12	0,15	-	-

Tableau C-II.4-b : Débits moyens mensuels de la Diélette en m³/s pour l'année 2003

II.4.2 Le Grand Douet

Ces données sont issues de la fiche de synthèse des débits caractéristiques de la DIREN pour la station « Vasteville (Pont des sablons) » dont la surface du bassin versant est de 16,3 km². Les mesures sur cette station ont été effectuées de 1978 à 1982. Une nouvelle station plus en amont à Héauville (donc n'ayant pas les mêmes caractéristiques hydrologiques) a été installée en 2001.

Les débits moyens mensuels sont présentés dans le tableau suivant. Le module inter-annuel est de 0,23 m³/s. Le débit réservé est donc de 23 L/s.

Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
0,45	0,45	0,35	0,28	0,15	0,10	0,07	0,05	0,06	0,14	0,25	0,36

Tableau C-II.4-c : Débits moyens mensuels du Grand Douet en m³/s sur la période 1978-1982

Le QMNA₅ est de 0,035 m³/s.

Le débit de crue (valeur instantanée) de période de retour 5 ans est de 3,3 m³/s. Le débit journalier maximal de 2,95 m³/s a été enregistré le 25 novembre 1982.

Les valeurs des débits moyens mensuels du Grand Douet, à la station de Héauville, pour l'année 2003, sont présentés dans le tableau suivant :

Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
,39	0,21	0,18	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07	0,13

Tableau C-II.4-d : Débits moyens mensuels du Grand Douet en m³/s pour l'année 2003

II.4.3 Le Petit Douet

Les données de débit du Petit Douet sont issues de la fiche de synthèse des débits caractéristiques de la DIREN pour la station « Héauville » dont la surface du bassin versant est de 11,5 km². Les mesures sur cette station ont été effectuées de 1977 à 2001 (mise à jour de la fiche janvier 2002).

Les débits moyens mensuels sont présentés dans le tableau suivant. Le module inter-annuel est de 0,16 m³/s. Le débit réservé est donc de 16 L/s.

Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
0,29	0,30	0,23	0,19	0,13	0,10	0,08	0,06	0,07	0,11	0,17	0,23

Tableau C-II.4-e : Débits moyens mensuels du Petit Douet en m³/s sur la période 1977-2001

Le QMNA₅ est de 0,052 m³/s.

Le débit de crue (valeur instantanée) de période de retour 5 ans est de 2,5 m³/s. Le débit journalier maximal de 3,2 m³/s a été enregistré le 22 mars 2001 (donnée banque HYDRO).

Les valeurs des débits moyens mensuels du Petit Douet, à la station de Héauville, pour l'année 2003, sont présentés dans le tableau en page suivante.

Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
0,39	0,21	0,18	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,07	0,13

Tableau C-II.4-f : Débits moyens mensuels du Petit Douet en m³/s pour l'année 2003

II.5 UTILISATION DE L'EAU

Les prélèvements d'eaux dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville répondent pour l'essentiel de 3 types d'usage :

- eaux destinée à la consommation humaine,
- eaux d'irrigation,
- eaux à usage industriel.

L'utilisation des eaux à proximité du site de Flamanville se fait essentiellement à partir de forage en nappe souterraine et par captage direct dans le milieu (cours d'eau ou étang).

Au voisinage du site les prélèvements identifiés sont les suivants :

Usage	Milieu prélevé	Nom de la commune	Distance du site à la commune (km)	Nom de l'ouvrage de prélèvement	Maître d'ouvrage	Volume prélevé en 2003 (m ³)
Distribution publique	Nappe souterraine	Les Pieux	5,7	LA TRAINELLERIE	DISTRICT DES PIEUX	483593
Distribution publique	Nappe souterraine	Benoîtville	7,4	STAT DE BENOITSVILLE	DISTRICT DES PIEUX	0
Distribution publique	Nappe souterraine	Grosville	10,5	SOURCE DE LA DIELETTE	DISTRICT DES PIEUX	445669
Irrigation	Nappe souterraine	Les Pieux	5,7	FORAGE 67M Lieu-Dit SCIOTOT	GI GAEC DE CAILLETOT- M.VRAC GILLES	1760
Irrigation	Nappe souterraine	Les Pieux	5,7		GI GAEC DE CAILLETOT- M.VRAC GILLES	6600
Irrigation	Eau de surface (étang)	Les Pieux	5,7	ETANG Lieu-Dit CAILLETOT	GAEC DE CAILLETOT (M BERTIN)	3960
Irrigation	Eau de surface (étang)	Les Pieux	5,7	ETANG Lieu-Dit CAUBUS	GAEC DE CAILLETOT (M BERTIN)	0
Industrie	Eau de surface (cours d'eau)	Les Pieux	5,7	STAT DE SIOUVILLE GR 1	E.D.F - CENTRALE DE FLAMANVILLE	43136
Industrie	Eau de surface (cours d'eau)	Les Pieux	5,7	STAT DE SIOUVILLE GR 2	E.D.F - CENTRALE DE FLAMANVILLE	160512
Industrie	Eau de surface (cours d'eau)	Les Pieux	5,7	STAT DE SIOUVILLE GR 3	E.D.F - CENTRALE DE FLAMANVILLE	40704
Industrie	Eau de surface (cours d'eau)	Les Pieux	5,7	STAT DE DIELETTE GR 1	E.D.F - CENTRALE DE FLAMANVILLE	117875
Industrie	Eau de surface (cours d'eau)	Les Pieux	5,7	STAT DE DIELETTE GR 2	E.D.F - CENTRALE DE FLAMANVILLE	133285

La distance du site à la commune correspond à la distance entre le site et la borne INSEE implantée sur la commune concernée (distance à « vol d'oiseau »).

Source : Agence de l'eau Seine Normandie – Données 2003.

Tableau C-II.5-a : Points de prélèvements d'eau dans le milieu naturel situés à proximité du site de Flamanville

Au vu des données 2003, fournies par l'Agence de l'eau Seine Normandie, il n'y a pas de prélèvement d'eau directement dans les cours d'eau : le Petit Douet, le Grand Douet et la Diélette, en dehors de ceux réalisés par le site de Flamanville.

Au niveau des eaux souterraines (Cf. § II.3.1.3), seule la nappe superficielle des arènes est exploitable, aucun ouvrage de captage profond dans le cœur du massif granitique n'ayant été recensé durant la construction des tranches 1-2.

Selon les informations de l'Agence de l'eau (Cf. Tableau C-II.5-a), plusieurs puits de captage dans la nappe de l'arène sont recensés comme étant utilisés sur les communes de Benoîtville, Grosville et Les Pieux, pour l'irrigation des cultures et la distribution publique d'eau destinée à la consommation humaine.

Au niveau de la commune de Flamanville (hameau « Les Hougues »), on peut noter que deux fontaines manuelles alimentées par la nappe de l'arène sont utilisées par les habitants de la commune, notamment pour l'arrosage de jardin et le lavage des voitures.

II.6 ETAT DE REFERENCE CLIMATIQUE

L'état de référence climatique traite de la météorologie locale (station du site de Flamanville), mais également de la météorologie régionale (station météo du Cap de la Hague).

II.6.1 Introduction

Selon l'atlas climatique de la France, le climat au niveau du CNPE de Flamanville est un climat océanique caractérisé par une faible amplitude thermique, avec des étés frais et des hivers doux et tempérés par la Manche.

Les données météorologiques sont issues d'études Météo France basées sur les données fournies par la station météorologique du site de Flamanville (située à environ 80 m NGF) et les stations Météo-France du Cap de La Hague (située à moins de 10 m NGF) et de Cherbourg-Valognes.

II.6.2 Météorologie locale

II.6.2.1 Équipement météorologique du site de Flamanville

La station météorologique du site de Flamanville est installée en sommet de falaise dans un secteur 200° à 300 m de la tranche 1 du centre de production nucléaire.

Les paramètres d'altitude sont mesurés grâce à un mât météo de 80 m situé sur la falaise (soit à une altitude d'environ 160 m NGF). Une station automatique mesure les paramètres au sol.

Depuis janvier 1991, ces données sont enregistrées avec un pas horaire sur le serveur SEMENCE (SErveur MEtéo National pour les sites nucléaires CEA et EDF) qui assure l'acquisition, le codage, le stockage au sein d'une base de données des observations météorologiques fournies notamment par tous les sites d'EDF. Les données de la base SEMENCE relatives au site de Flamanville exploitées pour cette étude couvrent la période de janvier 1994 à décembre 2003.

Il s'agit des paramètres suivants : direction et vitesse du vent à 20 m et 80 m, hauteur de précipitations, humidité relative et température sous abri (à 2 m au-dessus du sol).

II.6.2.2 Trajectoire et caractéristiques des vents

Un bilan des caractéristiques des vents a été effectué sur les années 1994 à 2003 à 20 m et à 80 m du sol.

Pour ce qui concerne l'orientation des vents à 20 m à Flamanville, on constate que les vents présentent plusieurs directions dominantes : un large secteur ouest qui totalise plus de 40% des vents à 20 m, un secteur est (19,3% des vents) et un secteur sud (18,6% des vents) .

A 80 m, on retrouve les mêmes directions dominantes, si ce n'est que le secteur ouest est un peu moins étendu (240-300° contre 220-320° au sol) .

On constate que la vitesse moyenne du vent à 20 m est assez élevée, avec une valeur de 6,8 m/s (soit environ 25 km/h), ce qui est relativement soutenu : les vents calmes et faibles sont quasi absents (respectivement 1,7 et 1,2%), les vents modérés et forts se partagent presque équitablement l'essentiel des vents (respectivement 53,3 et 43,8%) ;

Au niveau 80 m, les vents sont bien entendu plus forts : la vitesse moyenne est de 9,0 m/s (soit 32,5 km/h) et les vents forts représentent 62,4% des cas.

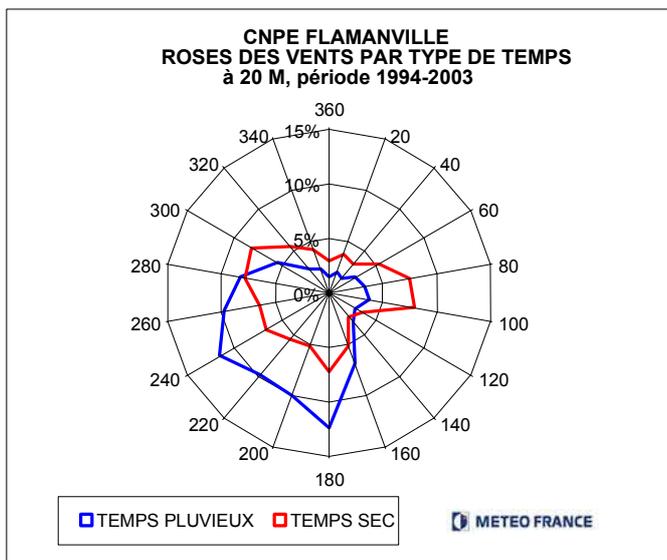
La Figure C-II.6-a et la Figure C-II.6-b donnent les roses des vents, établies sur la période 1994-2003, par type de temps aux niveaux 20 m et 80 m.

A 20 m, on constate que les vents de secteur est sont associés à des temps plus secs que la moyenne, tandis que ceux du secteur sud, mais aussi dans une moindre mesure du secteur ouest, sont eux associés à des temps plus pluvieux que la moyenne. En particulier, c'est uniquement la partie ouest sud-ouest (220-260°) qui est associée à des temps plus pluvieux que la moyenne.

Le renforcement des vents par temps de pluie est constaté pour les secteurs sud à ouest.

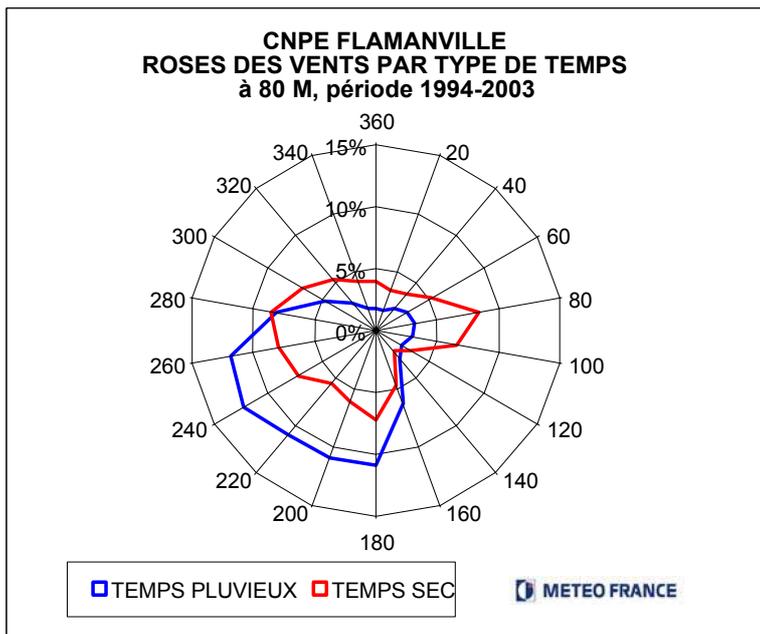
A 80 m, les mêmes observations sont faites que pour l'altitude 20 m : un large secteur sud à ouest (180 –260°) est plus pluvieux que la moyenne tandis que les vents de secteur est sont plus secs que la moyenne.

Par ailleurs, on observe pour tous les secteurs un renforcement des vents par temps de pluie.



Secteur (en °)	Temps Sec		Temps Pluvieux	
	Fréquence (pour 1000)	Vmoy (en m/s)	Fréquence (pour 1000)	Vmoy (en m/s)
20	38	5,2	21	7,3
40	33	4,9	17	6
60	52	6	27	6,6
80	74	6,5	32	6,7
100	79	6,4	36	6,3
120	35	5,5	28	5,8
140	28	4,1	34	5
160	51	5,5	68	8
180	72	7,9	122	10,4
200	51	7,9	99	11
220	55	7,8	97	11,3
240	66	7,6	113	10,7
260	64	7	96	10,1
280	77	7,4	82	10,5
300	82	7,4	54	10,6
320	55	6,2	28	9,1
340	42	6,2	24	9
360	29	4,7	14	6,2
Vents Calmes	18		7	
Nb Observations	74392		9095	
Répartition	89,1%		10,9%	

Figure C-II.6-a : Roses des vents par type de temps à 20 m (période 1994 - 2003)



Hauteur : 80m	Temps Sec		Temps Pluvieux	
	Secteur (en °)	Fréquence (pour 1000)	Vmoy (en m/s)	Fréquence (pour 1000)	Vmoy (en m/s)
20	34	6,8	18	9,9
40	38	7,2	23	9,2
60	51	7,8	29	8,9
80	83	9	31	9,3
100	65	8,9	29	9,4
120	32	7,9	23	8,5
140	22	6,6	30	8,1
160	47	7,7	62	10,7
180	72	10	108	13,8
200	60	10,2	108	13,9
220	56	9,9	108	14,2
240	71	10	121	13,8
260	78	9,5	116	13,5
280	84	9,2	80	12,7
300	67	8,3	47	11,6
320	53	7,6	29	11
340	42	6,3	19	9,3
360	40	6,3	18	8,5
Vents Calmes	4		1	
Nb Observations	74046		9062	
Répartition	89,1%		10,9%	

Figure C-II.6-b : Roses des vents par type de temps à 80 m (période 1994 - 2003)

II.6.2.3 Température de l'air

Les valeurs mensuelles moyennes, maximales et minimales enregistrées à la station météorologique du CNPE de Flamanville pour les années 1994 à 2003 sont données dans le Tableau C-II.6-a.

T °C	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moyenne	6,8	7,3	8,4	9,4	12,4	14,7	16,6	17,6	15,7	13,4	10,3	7,8
Minimale	-7,1	-3,4	-0,5	0,9	4,0	8,7	10,1	10,8	8,1	0,1	-1,1	-4,8
Maximale	13,8	13,9	19,8	23,9	26,3	31,1	30,0	33,0	26,5	23,0	17,7	14,3

Tableau C-II.6-a : Valeurs mensuelles moyennes, minimales et maximales de température de l'air - Période 1994 – 2003 – Site de Flamanville

La moyenne générale sur la période est de 11,7°C ; les moyennes annuelles varient très peu autour de cette valeur : on peut tout de même citer l'année 1996 qui est l'année la plus froide (10,8°C), tandis que l'année 1999 est l'année la plus chaude (12,1°C de moyenne).

Le mois de l'année globalement le plus froid est janvier (avec 6,8°C en moyenne) tandis que le mois globalement le plus chaud est août (17,6°C de moyenne).

Les valeurs extrêmes obtenues au cours de la période 1994-2003 sont de -7,1°C (le 02/01/1997) et de 33,0°C (le 5/08/2003) soit une amplitude maximale sur la période 1994-2003 de 40,1°C.

II.6.2.4 Précipitations

Les valeurs de cumuls mensuels mesurées sur les années 1994 à 2003 sont présentées dans le Tableau C-II.6-b.

Hauteur (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	77,9	71,3	54,0	62,3	48,1	36,7	33,2	55,6	65,7	112,1	104,8	103,1

Tableau C-II.6-b : Cumuls mensuels de précipitations - Période 1994 – 2003 – Site de Flamanville

Les cumuls annuels varient entre 598,6 mm (en 2003) et 1037,6 mm (en 2000) avec une moyenne sur 10 ans de 824,7 mm. L'amplitude des cumuls annuels est donc de 439 mm, soit 53% du cumul moyen annuel.

Les variations saisonnières sont peu marquées (nota : une période de 10 années ne suffit pas pour caractériser un profil pour ce paramètre). On peut tout de même noter trois mois pendant lesquels il pleut plus de 100 mm : octobre, novembre et décembre (respectivement 112,1, 104,8 et 103,1 mm), et trois mois pendant lesquels il pleut moins de 50 mm : mai, juin et juillet (respectivement 48,1 mm, 36,7 mm et 33,2 mm).

II.6.2.5 Humidité de l'air

Le Tableau C-II.6-c donne les valeurs en moyennes mensuelles de l'humidité relative pour la période de 1994 à 2003.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moyenne mensuelle de l'humidité (en %)	84,6	84,5	84,4	80,3	81,1	82,7	83,9	83,2	80,8	82,1	82,5	84,8

Tableau C-II.6-c : Valeurs moyennes mensuelles d'humidité relative, Période 1994-2003, Site de Flamanville

La valeur moyenne sur la décennie est de 82,9%, avec de faibles variations d'une année sur l'autre.

Le Tableau C-II.6-d donne les valeurs en moyenne mensuelle de l'humidité absolue au cours de la période 1994 - 2003.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidité absolue (en g/m ³) période 1994-2003	6,6	6,8	7,2	7,3	8,9	10,3	11,8	12,4	10,8	9,7	8,1	7,1

Tableau C-II.6-d : Valeurs moyennes mensuelles d'humidité absolue en g/m³ - Période 1994 – 2003 – Site de Flamanville

La valeur moyenne annuelle sur la décennie est de 8,92 g/m³.

II.6.3 Météorologie régionale

Les caractéristiques de la météorologie régionale sont fournies par les stations météorologiques du Cap de La Hague et de Cherbourg. Ces stations, exploitées par Météo France, sont situées :

- à environ 22 km du site de Flamanville, à une altitude de 3 m pour la station du Cap de la Hague ;
- à environ 26 km du site de Flamanville pour la station de Cherbourg.

II.6.3.1 Température de l'air

Les valeurs mensuelles moyennes, maximales et minimales enregistrées à la station météorologique du Cap de la Hague pour les années 1995 à 2003 sont données dans le Tableau C-II.6-ae (suite à de nombreux manques de données en 1994, cette année n'a pas été prise en compte dans les statistiques).

T °C	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moyenne	7,7	8,1	8,7	9,9	12,3	14,7	16,5	17,7	16,5	14,2	11,0	8,6
Minimale	-2,8	-2,0	0,6	1,0	3,7	7,4	10,3	10,0	9,5	0,4	0,0	-4,0
Maximale	14,6	16,3	17,5	21,8	25,3	29,2	27,9	28,4	17,7	23,7	18,5	15,2

Tableau C-II.6-e : Valeurs mensuelles moyennes, minimales et maximales de température de l'air - Période 1995 – 2003 – Station du Cap de la Hague

La moyenne générale sur la période est de 12,2°C ; les moyennes annuelles varient très peu autour de cette valeur : on peut tout de même citer l'année 1996 qui est l'année la plus froide (11,3°C), tandis que l'année 2002 est l'année la plus chaude (12,6°C de moyenne).

Le mois de l'année globalement le plus froid est janvier (avec 7,7°C en moyenne) tandis que le mois globalement le plus chaud est août (17,7°C de moyenne).

Les valeurs extrêmes obtenues au cours de la période 1994-2003 sont de -4,0°C (le 06/12/1995) et de 29,2°C (le 20/06/1998) soit une amplitude maximale sur la période 1994-2003 de 33,2°C.

II.6.3.2 Précipitations

Les valeurs de cumuls mensuels mesurées sur les années 1994 à 2003 sont présentées dans le Tableau C-II.6-bf.

Hauteur (mm)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	77,9	71,3	54,0	62,3	48,1	36,7	33,2	55,6	65,7	112,1	104,8	103,1

Tableau C-II.6-f : Cumuls mensuels de précipitations - Période 1994 – 2003 – Station du Cap de la Hague

Les cumuls annuels varient entre 664,4 mm (en 1996) et 1001,2 mm (en 1994) avec une moyenne sur 10 ans de 806,0 mm. L'amplitude des cumuls annuels est donc de 195,2 mm, soit 24% du cumul moyen annuel.

Les variations saisonnières sont peu marquées (nota : une période de 10 années ne suffit pas pour caractériser un profil pour ce paramètre). On peut tout de même noter trois mois pendant lesquels il pleut plus de 90 mm : octobre, novembre et décembre (respectivement 96,4, 97,3 et 107,2 mm), et trois mois pendant lesquels il pleut moins de 50 mm : juin, juillet et août (respectivement 39,7 mm, 34,9 mm et 45,4 mm).

II.6.3.3 Humidité de l'air

Le Tableau C-II.6-cg donne les valeurs en moyennes mensuelles de l'humidité relative pour la période de 1995 à 2003.

Moyenne mensuelle de l'humidité (en %)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	84,3	83,1	83,1	81,4	83,9	84,8	85,8	85,5	80,4	80,6	80,9	83,5

Tableau C-II.6-g : Valeurs moyennes mensuelles d'humidité relative, Période 1995-2003, Station du Cap de la Hague

La valeur moyenne sur la période est de 83,1%, avec de faibles variations d'une année sur l'autre.

Le Tableau C-II.6-dh donne les valeurs en moyenne mensuelle de l'humidité absolue au cours de la période 1995 - 2003.

Humidité absolue (en g/m ³) période 1994-2003	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	6,94	7,02	7,26	7,64	9,12	10,68	12,06	12,88	11,32	9,97	8,20	7,31

Tableau C-II.6-h : Valeurs moyennes mensuelles d'humidité absolue en g/m³ - Période 1995 – 2003 – Station du Cap de la Hague

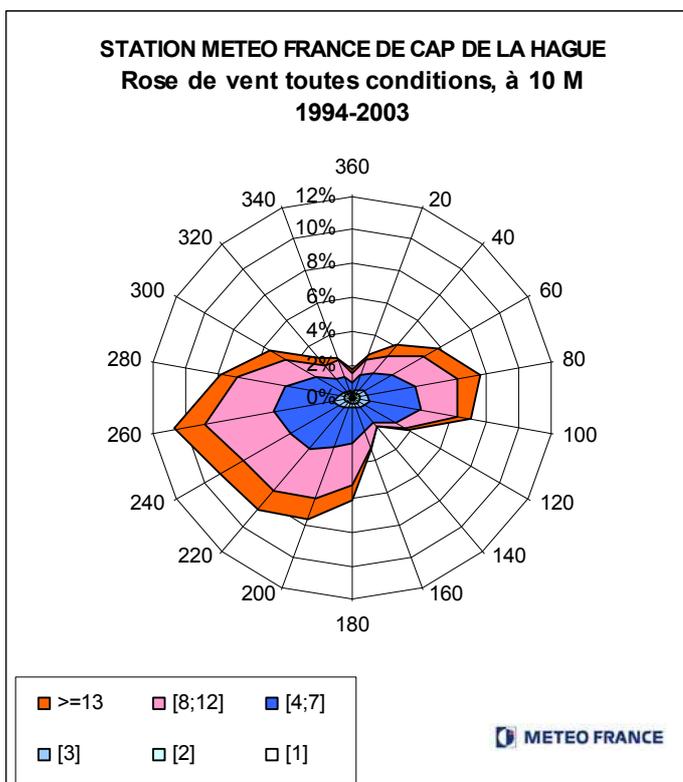
La valeur moyenne annuelle sur la période est de 9,23 g/m³.

II.6.3.4 Trajectoire et caractéristiques des vents

Un bilan des caractéristiques des vents a été effectué sur les années 1994 à 2003 à 10 m du sol.

Pour ce qui concerne l'orientation des vents, le régime des vents dominants est assez proche de celui de Flamanville, même si les vents soufflent plus fort, en moyenne, au Cap de la Hague qu'à Flamanville : 7,9 m/s au lieu de 6,8 m/s .

Si on s'intéresse aux répartitions des vitesses de vent, les comportements des deux sites sont dans ce domaine relativement proches : 0,7% de vents calmes au Cap de la Hague contre 1,7% à Flamanville et il y a un peu plus de vents dans la classe des vents forts au Cap de la Hague qu'à Flamanville (49,4% contre 43,8%).



Hauteur 10m.	Fréquence (pour mille)								Vitesse moyenne par secteur
	Classes de vitesses de vent (m/s)								
Secteur en degré	Calmes	[0,5;1,5[	[1,5;2,5[	[2,5;3,5[	[3,5;7,5[	[7,5;12,5[	>= 12,5	Toutes	
20		1	2	2	10	9	4	29	7,7
40		1	2	3	13	14	7	39	8,3
60		1	3	4	19	21	10	59	8,3
80		1	3	5	29	25	13	77	8,2
100		2	3	5	32	21	8	71	7,3
120		1	3	4	21	7	1	38	5,6
140		1	3	3	12	3	0	23	4,8
160		1	2	3	15	10	2	33	6,7
180		1	2	3	21	25	8	59	8,3
200		1	2	3	25	32	13	76	8,8
220		1	2	5	31	33	14	86	8,5
240		1	3	5	32	33	16	91	8,5
260		1	4	6	36	41	17	105	8,5
280		1	3	4	32	28	11	80	8,0
300		1	2	3	19	20	11	56	8,5
320		1	2	2	10	10	5	30	7,9
340		1	2	2	9	9	2	24	7,2
360		0	1	1	7	6	2	18	7,3
Nb Observations	565	1415	3246	4931	28482	26608	11028	76286,0	7,9
Repartition	0,7%	1,9%	4,3%	6,5%	37,3%	34,9%	14,5%	100,0%	moyenne tous secteur

Figure C-II.6-c : Roses des vents toutes conditions à 10 m (période 1994 - 2003)

II.6.3.5 Insolation

Les valeurs mensuelles d'insolation cumulée en heures durant la période de 1994 à 2003 (10 ans), mesurées à la station de Cherbourg sont présentées dans le Tableau C-II.6-e.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Insolation période 1994-2003 (en heures)	59,0	68,0	110,1	148,2	190,0	200,0	205,6	200,0	155,3	106,2	66,1	49,8

Tableau C-II.6-e : Insolation mensuelle cumulée en heures - Période 1994 – 2003 – Station de Cherbourg

L'insolation moyenne annuelle est de 1558,4 heures sur la période 1994 - 2003.

II.6.3.6 Neige - Gel - Brouillard

Le Tableau C-II.6-f donne, pour la station du Cap de la Hague, le nombre moyen de jours de brouillard, le nombre moyen de jours où le sol est « couvert de neige » (c'est-à-dire si plus de la moitié de sa surface est couverte de neige pendant tout ou partie de la journée) et le nombre moyen de jours de gel, par an et par mois, pour la période 1974 - 2003.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Brouillard	0,9	1,4	2,7	1,9	2,9	4,0	4,0	3,7	1,4	0,7	0,3	0,4	24,3
Neige	0,8	1,2	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	3,1
Gel	2,3	2,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	5,9

Tableau C-II.6-f : Nombre moyen de jours de neige et de gel, Période 1974-2003, Station du Cap de La Hague

En moyenne sur 30 ans, on recense, à la station du Cap de la Hague, 24 jours de brouillard, 3 jours de neige et 6 jours de gel par an.

II.7 ETAT DE REFERENCE DE LA QUALITE DE L'AIR

Le périmètre d'étude pour l'état de référence de la qualité de l'air est régional ; il dépend notamment de la localisation de la station de surveillance de la qualité de l'air (dans le cas présent, elle se situe à plus de 20 km).

Le Cotentin est une zone agricole peu industrialisée. Dans le rayon des 10 km autour du site, il n'y a pas d'activité industrielle significative.

Le secteur de 10 à 20 km autour du site est cependant caractérisé par la présence de l'usine AREVA de La Hague et des activités industrielles suscitées par l'industrie nucléaire.

C'est l'association AIR C.O.M., agréée par le réseau ATMO qui surveille la qualité de l'air des départements Calvados, Orne et Manche. ATMO est le réseau national de surveillance et d'information sur l'air qui regroupe 40 réseaux de surveillance agréés par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable.

Les missions de cette association sont de surveiller et d'informer le public sur la qualité de l'air qu'il respire :

- elle mesure les polluants, exploite les résultats, modélise et prévoit la qualité de l'air ;
- elle fournit en continu l'état de la qualité de l'air à un instant donné et son évolution. Notamment, elle publie des synthèses annuelles de la qualité de l'air dont sont extraites les données présentées ci-dessous.

La station la plus proche du site de Flamanville est (en plus d'une station mobile sur les trois départements) Cherbourg-Octeville.

Les principales caractéristiques des concentrations de polluants surveillés par AIR C.O.M. (monoxyde de carbone CO, monoxyde d'azote NO, dioxyde d'azote NO₂, dioxyde de soufre SO₂, Ozone O₃, particules en suspension PM₁₀) sont données cependant pour information et présentées dans le Tableau C-II.7-a pour les années 2003 et 2004.

Polluant	CO mg/m ³	NO µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	SO ₂ µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	O ₃ µg/m ³
Moyenne annuelle 2003	0,4	7	26	3	19	57
Valeur maximale journalière 2003	1,5	83	85	33	55	119
Moyenne annuelle 2004	0,3	5	24	3	17	54
Valeur maximale journalière 2004	0,8	38	65	30	41	93

Tableau C-II.7-a : Principales caractéristiques des polluants surveillés par Air COM en 2003 et 2004 à Cherbourg

A Cherbourg-Octeville, la qualité de l'air est essentiellement influencée par le trafic automobile. Les différents seuils des directives européennes ont été respectés en 2003 et 2004. Pour la pollution à l'ozone, le seuil d'information de la population (au sens des articles L221-1 et suivants du code de l'environnement) n'a pas été dépassé en 2003 et 2004, et l'objectif de qualité pour la protection de la santé (110 µg/m³ sur 8 heures) a été dépassé 16 jours pendant l'été 2003. Le seuil journalier de protection de la végétation (65 µg/m³ sur 24 heures) a été dépassé 132 jours (dont 95 entre avril et septembre) en 2003 et 105 jours en 2004.

Il faut noter dans l'environnement du site (10 à 20 km) les rejets gazeux émis par l'usine AREVA de La Hague. Les substances faisant l'objet d'un bilan présenté dans le rapport de surveillance de l'environnement 2003 de la Hague, sont :

- pour les radioactifs : tritium, carbone 14, iodes, gaz rares dont krypton 85, autres émetteurs bêta et gamma artificiels, émetteurs alpha artificiels
- pour les chimiques : dioxyde de carbone (CO₂), dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO_x) et poussières.

Enfin, il est à noter que compte-tenu des régimes des vents et des contraintes maritimes, l'air sur le site est soumis à des influences océaniques qui contribuent à son renouvellement régulier.

II.8 ETAT DE REFERENCE SONORE

L'état de référence sonore porte sur des mesures de bruit résiduel et de l'émergence sonore dans un périmètre proche du site de Flamanville (rayon de 2 km autour du site).

On appelle :

- Bruit résiduel le bruit mesuré dans l'environnement en l'absence de l'installation (ou lorsque l'installation est à l'arrêt) ;
- Bruit ambiant le bruit mesuré dans l'environnement lorsque l'installation est en fonctionnement ;
- Bruit particulier la composante du bruit ambiant identifiée spécifiquement, pouvant être assimilée au bruit propre à l'installation en fonctionnement ;

- Emergeance la différence entre les niveaux de bruit installation en marche (niveau de bruit ambiant) et installation à l'arrêt (niveau de bruit résiduel).

II.8.1 Avant construction des tranches 1 – 2

EDF-R&D a effectué une campagne de mesures acoustique au voisinage du site de Flamanville les 26 et 27 mai 1975, avant la construction des tranches 1 et 2. Les emplacements de mesure, au nombre de 6, ont été choisis en direction des hameaux d'habitations les plus proches du site :

- point 1 à 1600 m du site dans le port de Diélette,
- point 2 à 1150 m sur la RD4 en bordure de la cité Ste Barbe, lieu-dit « La botterie »,
- point 3 à 750 m au hameau « La Berquerie »,
- point 4 à 1150 m sur la RD4 au lieu-dit « Les Maisons Neuves »,
- point 5 à 1000 m au hameau « Courtois » ;
- point 6 à 1270 m au hameau « Moitié ».

Le bruit résiduel a été observé pendant une période de 15 minutes environ, à chaque emplacement dans les conditions suivantes :

- mesures diurnes le 27 mai de 9h à 11h30 et de 14h à 17h
- mesures nocturnes du 26 au 27 mai entre 22h et 2h.

Le niveau du bruit résiduel donné pour chacun des points correspond au niveau de pression acoustique minimal moyen, en l'absence de tout bruit considéré comme perturbateur (passage de trains, d'automobiles, d'avions, etc.). Le bruit résiduel est très voisin du niveau sonore qui est atteint ou dépassé 95% du temps d'observation. Les résultats des mesures sont présentés dans le Tableau C-II.8-a suivant :

Point d'observation	Bruit résiduel en dB(A)	
	Diurne	Nocturne
Point 1 Diélette	38,5	41,5*
Point 2 La Botterie	42,5	34,5
Point 3 La Berquerie	39,5	35,5
Point 4 Les Maisons Neuves	45,5	35,5
Point 5 Courtois	46,5	25,5
Point 6 Moitié	43,5	31,5

* le niveau élevé est dû à la proximité de la mer montante et à un vent très important soufflant par rafale.

Tableau C-II.8-a : Bruit de fond sonore mesuré en 1975 autour du site de Flamanville

II.8.2 Après construction des tranches 1 – 2

Les tranches 1 et 2 sont soumises à l'arrêté du 31/12/1999 fixant la réglementation générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploitation des INB. Celui-ci fixe des critères d'émergence⁹ sonore à respecter dans les zones à émergence réglementée (ZER) lorsque le bruit ambiant est supérieur à 35 dB(A), ce qui est le cas dans l'environnement proche du site. La valeur maximale d'émergence tolérée pour la période nocturne est de 4 dB(A) si le bruit ambiant est compris entre 35 et 45 dB(A) inclus et de 3 dB(A) s'il dépasse 45 dB(A).

Afin de déterminer l'émergence due au fonctionnement des tranches 1-2 du CNPE de Flamanville, une campagne de mesures a été réalisée entre le 8 et le 26 avril 2002 durant la période nocturne de référence (22 h 00-7 h 00) au niveau de 5 emplacements :

- point A : cité Ste Barbe
- point B : hameau « La Berquerie »
- point C : hameau « Guérard »
- point D : Marcanville
- point E : La Coquaise.

Les résultats de ces mesures sont récapitulés dans le Tableau C-II.8-b suivant :

Point de mesure	Bruit ambiant dB(A) Installation en marche	Bruit résiduel dB(A) Installation à l'arrêt*	Émergence dB(A) : bruit ambiant - bruit résiduel
Point A : cité Ste Barbe	<33	<29,5	Non définie
Point B : La Berquerie	<41,5	<39,5	<2
Point C : hameau Guérard	<44	<43	<1,5
Point D : Marcanville	<38,5	<37	<1,5
Point E : La Coquaise	<37	<35,5	<1,5

* le bruit résiduel a été déterminé en supprimant du bruit ambiant le bruit propre au fonctionnement de la centrale (bruit particulier)

Tableau C-II.8-b : Émergence sonore mesurée en 2002 autour du site de Flamanville due au fonctionnement des tranches 1-2

Les sources audibles provenant de la centrale sont par ordre décroissant : les groupes turbo-alternateurs, les transformateurs principaux. La centrale et la mer sont les seules sources audibles dans l'environnement.

Les mesures faites en 2002 montrent que l'émergence maximum est d'environ 2 dB(A) au niveau des ZER et qu'elle est donc conforme à la réglementation en vigueur.

Les niveaux de bruit résiduel mesurés sont légèrement différents de ceux mesurés en 1975. Ceci est principalement dû à l'évolution du matériel de mesure ainsi qu'aux conditions météorologiques lors des mesures.

⁹ émergence : différence entre les niveaux de bruit « installation en marche » (niveau de bruit ambiant) et « installation à l'arrêt » (niveau de bruit résiduel).

II.9 ETAT DE REFERENCE BIOLOGIQUE TERRESTRE

Ce paragraphe a pour objet la synthèse des éléments de biologie terrestre dans un périmètre de 5 kilomètres autour du site de Flamanville. L'étude concerne la végétation et la faune qui caractérisent les milieux proches de la centrale électrique.

L'état de référence de la biologie terrestre a fait l'objet de prospections de terrain qui se sont déroulées les 17 et 18 novembre 2004 complétées par des études bibliographiques.

II.9.1 La végétation

L'inventaire des espèces végétales a été élaboré à partir de cette visite de terrain. Il est complété par l'inventaire des espèces végétales potentiellement présentes sur le périmètre d'étude établi à partir de « l'Atlas de répartition des plantes vasculaires de Basse-Normandie »¹⁰.

Les espèces végétales présentes sur le secteur d'étude appartiennent à plusieurs milieux caractéristiques (Figure C-II.9-a et Figure C-II.9-b) :

- la végétation des falaises littorales ;
- la végétation des dunes ;
- les cultures ;
- les boisements ;
- le bocage ;
- les prairies.

¹⁰ Michel Provost, 1993

Source : Base de données Corine Land Cover modifiée par les relevés de terrain.

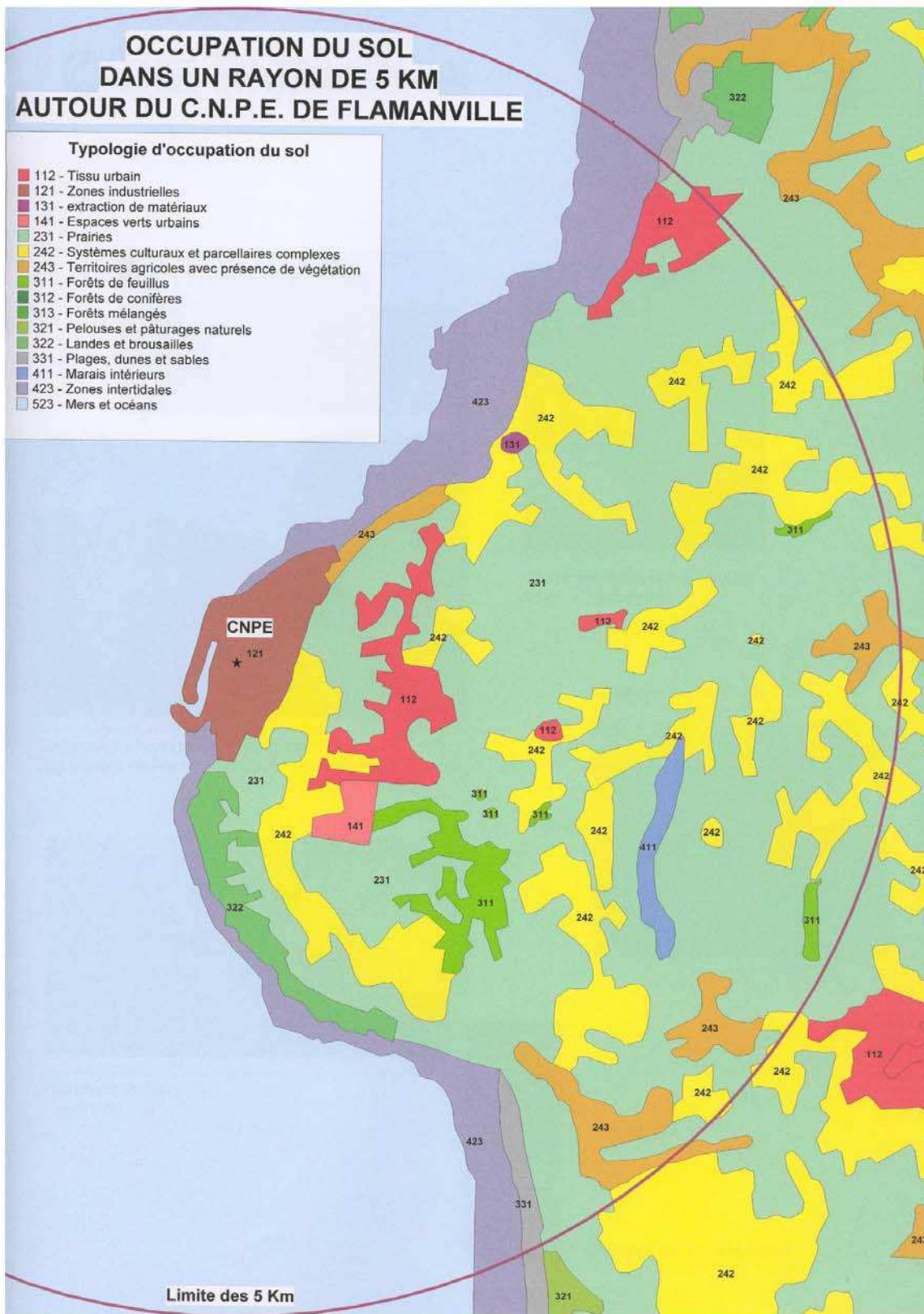


Figure C-II.9-a : Occupation du sol dans un rayon de 5 km autour de Flamanville

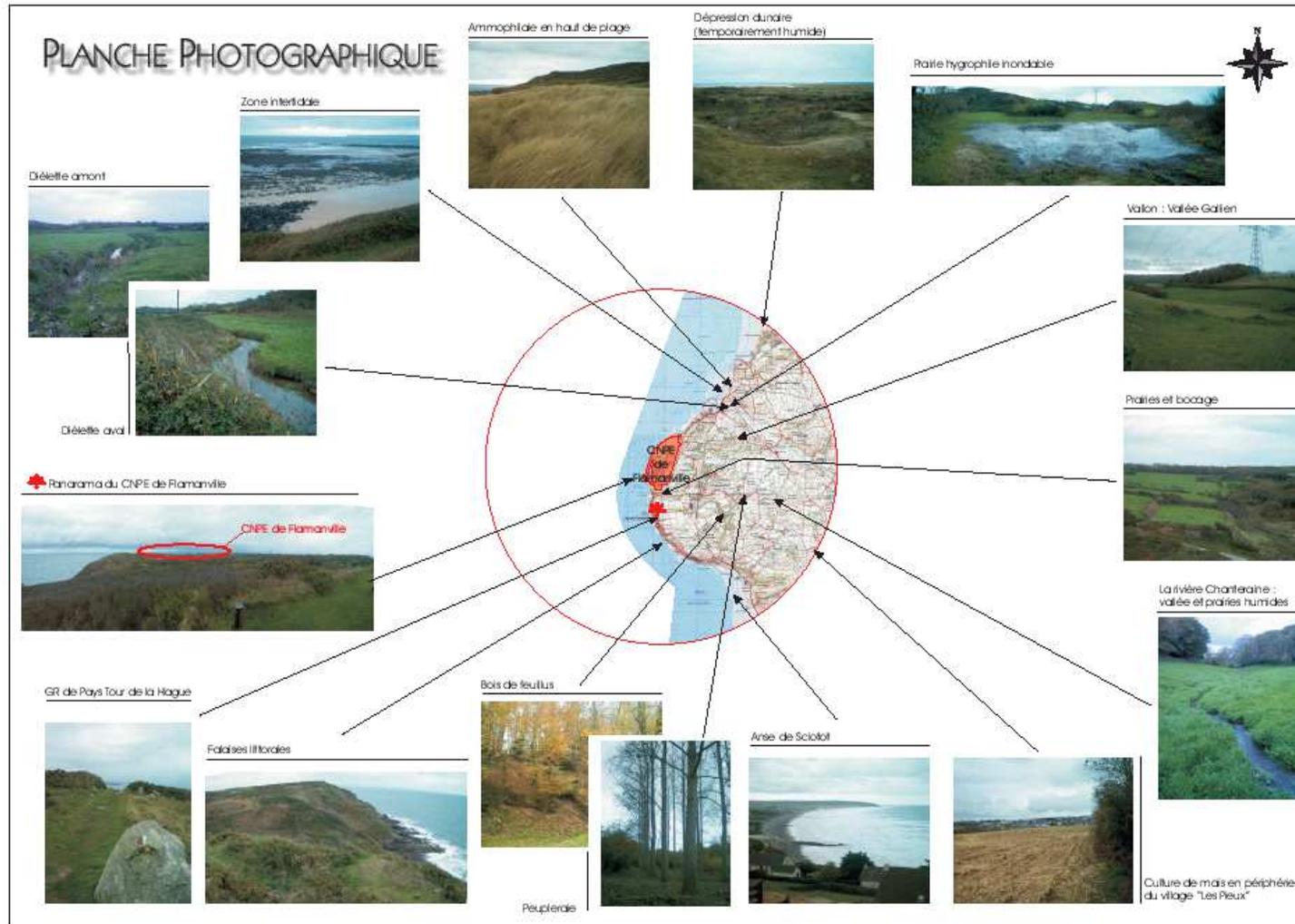


Figure C-II.9-b : Planche photographique des environs du site de Flamanville

II.9.1.1 Les falaises littorales

Les falaises littorales de la côte ouest de la Manche sont soumises à l'influence directe des vents marins d'ouest. L'influence des vents sur les falaises, accentuée par les embruns, provoque une sélection sur les organismes. La Criste marine (*Crithmum maritimum*) s'impose au bas des falaises ; un peu plus haut, elle est relayée par une autre astéracée, la Carotte maritime (*Daucus carota subsp. hispanicus*), plante caractéristique des pelouses aérohalines.

II.9.1.1.1 Les pelouses aérohalines

Les pelouses aérohalines correspondent à des formations herbacées, exposées en permanence aux apports salins et dont le tapis végétal est dominé par la Fétuque glauque (*Festuca rubra ssp. pruinosa*).

Ces pelouses se développent sur quelques mètres de largeur en bordure même de la falaise et parfois sur les corniches qui s'étagent sur la muraille des falaises.

La flore qui les compose est représentée par de nombreuses espèces possédant des adaptations au littoral (vents, embruns...).

On peut également trouver des plantes crassuléscentes comme la Criste marine. A ce niveau, les plantes adoptent des postures en coussinet caractéristiques.

Au niveau des premières pelouses aérohalines, la roche retient plus facilement les matériaux d'altérations et l'humidité. Elle offre, de ce fait, des espaces propices à de nouvelles espèces. Le gazon d'Oeillet marin (*Armeria maritima*), la Carotte maritime (*Daucus carota subsp. hispanicus*) et le Silène maritime (*Silene uniflora*) décorent les corniches rocheuses. L'Orpin d'Angleterre (*Sedum anglicum*) et le Nombriil de Vénus (*Umbilicus rupestris*) tapissent également certains affleurements rocheux.

II.9.1.1.2 Les landes et broussailles

La lande est par endroit la réponse la mieux adaptée aux contraintes du climat et du sol. Il s'agit d'une couverture végétale basse, épaisse, serrée, colonisée par les Ajoncs (*Ulex europaeus*) et les Ronces (*Rubus fruticosus*).

L'effet asséchant des vents littoraux interdit généralement la colonisation forestière. La lande peut alors être qualifiée de climacique¹¹ car elle constitue l'état optimal d'équilibre écologique en l'absence de toute intervention humaine de l'évolution progressive de la végétation.

Selon la nature du terrain, les affleurements de roche dure et peu altérable donne naissance à des landes rases où l'on remarque la Callune (*Calluna vulgaris*) ; alors que sur les matériaux plus profonds, conservant mieux l'humidité, la lande est au contraire haute, dense et souvent impénétrable. Les ajoncs dominent le cortège floristique en compagnie des ronces et de la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*).

En d'autres endroits, les fragments de landes, composées des espèces précédentes, laissent apparaître en mélange le Prunellier (*Prunus spinosa*) présentant des anémomorphoses¹².

¹¹ Relatif au climat.

¹² Forme particulière prise par une plante sous l'action répétée de vents forts en bord de mer, où les effets sont accentués par les embruns : il s'en suit des ports prostrés (forme basse, ramassée, densément ramifiée, semblant sculptée) communément appelés port en drapeau.

II.9.1.2 La végétation des dunes

II.9.1.2.1 Végétation des sables humides

Sur le secteur d'étude, on note la présence, en haut de plage, d'une des premières plantes à coloniser les dunes de sables : le *Cakile maritime* (*Cakile maritima*). Cette espèce précède les massifs d'Oyat des sables (*Ammophila arenaria*).

Alors que la végétation de l'étage supra-littoral est, sur les milieux argileux ou rocheux, réduite à quelques espèces « coincées » sur la frange étroite entre la végétation continentale et l'estran, il n'en est pas de même sur les côtes sableuses, dans la mesure où elles sont restées à l'abri des destructions humaines.

De cette manière, au-dessus de la végétation du haut de plage décrite au début de ce paragraphe, le complexe dunaire se profile avec son premier cordon dunaire qui se dresse parallèlement à la côte. Souvent en cours de remaniement, cette dune est qualifiée de dune active. D'autres dunes lui font généralement suite. Entre ces dunes, on remarque parfois la présence de dépressions allongées communément nommées « pannes ». Là, le développement de joncs sur certaines zones indique alors un sol humide. La raison en est l'existence d'une nappe d'eau douce qui « flotte » littéralement au-dessus de l'eau de mer infiltrée en profondeur dans les sables.

Bien que présente en dehors du périmètre d'étude (5 km autour du site de Flamanville), la zone de Vauville, notamment la mare de Vauville offre un intérêt écologique de première importance. Inscrite en ZNIEFF de type 1, cette zone de 2000 mètres de long sur 500 mètres de large s'étend entre le pied du coteau portant des prairies pâturées et le cordon dunaire. La dune bloque l'eau douce au pied du coteau à un niveau inférieur à celui des hautes mers de vive-eau. Le site renferme un grand nombre d'espèces végétales rares dont certaines bénéficient d'une protection au niveau national ou régional. La diversité et la complémentarité des milieux s'expriment également par une grande richesse en espèces animales, dont certaines sont rares et d'intérêt patrimonial. Enfin, cette zone est surtout connue pour son avifaune diversifiée et riche en espèces patrimoniales.

Au nord de Clairefontaine, les cours d'eau « Le Petit Douet » et « Le Grand Douet » se jettent dans la mer. Entre les deux thalwegs, une zone plus ou moins humide se développe en arrière dune. On y remarque la présence de fourrés à Aubépines (*Crataegus monogyna*) et Ronces communes (*Rubus fruticosus*) en mélange avec une pelouse rase à Koelérie blanchâtre (*Koeleria albescens*) et Queue-de-lièvre (*Lagurus ovatus*). Ailleurs, la présence du Jonc aigu (*Juncus acutus*) et de massif de Saule argenté (*Salix repens* subsp. *argentea*) traduit le caractère plus ou moins humide de ces dépressions dunaïres.

Les principales plantes observées à ce niveau lors des investigations de terrain sont citées dans le tableau suivant :

Œillet marin	<i>Armeria maritima</i>
Aubépine	<i>Crataegus monogyna</i>
Centaurée	<i>Centaurea sp.</i>
Douce amère	<i>Solanum dulcamara</i>
Garance voyageuse ¹³	<i>Rubia peregrina</i>
Jonc aigu	<i>Juncus acutus</i>
Koelérie blanchâtre	<i>Koeleria albescens</i>
Pimprenelle	<i>Sanguisorba minor</i>
Queue-de-lièvre	<i>Lagurus ovatus</i>
Ronce commune	<i>Rubus fruticosus</i>
Saule argenté	<i>Salix repens subsp. argentea</i>
Saule cendré	<i>Salix cinerea</i>
Troène	<i>Ligustrum vulgare</i>

De nombreuses espèces s'y développant ont été recensées (source : Données DIREN Basse-Normandie), dont certaines protégées au niveau national (**) ou régional (*). Parmi celles-ci, citons plus particulièrement le Chou marin (*Crambe maritima***), l'Oeillet de France (*Dianthus gallicus***), la Pensée naine (*Viola kitaibeliana*), l'Ophioglosse vulgaire (*Ophioglossum vulgatum*), la Renoncule à petites fleurs (*Ranunculus parviflorus*), l'Asperge prostrée (*Asparagus officinalis ssp. prostratus**), le Cynodon (*Cynodon dactylon*), la Koelérie blanchâtre (*Koeleria albescens*), la Scille d'automne (*Scilla autumnalis*), le Spiranthe d'automne (*Spiranthes spiralis*), l'Arabette hirsute (*Arabis hirsuta*), le Bec-de-grue glutineux (*Erodium glutinosum*), la Moenchie dressée (*Moenchia erecta*), le Polycarpon à quatre feuilles (*Polycarpon tetraphyllum**), le Rosier pimprenelle (*Rosa pimpinellifolia*), la Garance voyageuse (*Rubia peregrina**), le Silène conique (*Silene conica*), le Trèfle occidental (*Trifolium occidentale*), la Véronique en épi (*Veronica spicata**), le Marisque (*Cladium mariscus*), le Jonc aigu (*Juncus acutus*), la Pyrole à feuilles rondes (*Pyrola rotundifolia**), la Sagine noueuse (*Sagina nodosa**), la Germandrée des marais (*Teucrium scordium ssp. scordioides**), le Scirpe pauciflore (*Eleocharis quinqueflora*), l'Hippocrépis à toupet (*Hippocrepis comosa*)...

On remarquera que, bien que cette zone soit localisée en limite nord du périmètre d'étude, les potentialités écologiques et la singularité du milieu en justifient sa présentation.

II.9.1.2.2 Végétation dense des sables secs

Les sables, largement dénudés sur le front de dune ou dans l'arrière dune remaniée, sont colonisés par toute une série de plantes pionnières. Elles sont caractérisées par des rhizomes profonds leur permettant de résister au substrat meuble et au piétinement. On trouve principalement l'Oyat des sables (*Ammophila arenaria*) souvent associé à l'Euphorbe des sables (*Euphorbia paralias*) et plus rarement au Chardon bleu (*Eryngium maritimum*).

Parmi les plantes précédentes, l'oyat des sables est celle qui joue le plus grand rôle dans la dynamique de la dune ; il est en effet capable de survivre à un ensablement progressif comme à un déchaussement relativement important. Ses peuplements denses, ou ammophilaies, occupent une partie importante des dunes récentes ou remaniées. On observe cette formation végétale au nord de Diélette.

En arrière dune, le milieu se peuple rapidement d'une pelouse rase ou de nombreuses plantes annuelles sont susceptibles de se développer. De même, parmi les plantes vivaces, on retrouve de nombreuses graminées, notamment du genre *Festuca*.

¹³ Protection régionale (Source : DIREN Basse-Normandie).

II.9.1.3 Les cultures

Les principales cultures présentes sur le plateau concernent le Maïs (*Zea mays*) et plus rarement le Blé (*Triticum aestivum*). Sur certaines parcelles et de manière anecdotique, on note des cultures de choux et de potirons. Le secteur comporte également quelques parcelles de vergers de pommiers (*Malus domestica*).

Les traitements phytosanitaires généralement répandus sur les cultures limitent et banalisent la végétation qui tente de se développer. Seules se maintiennent quelques espèces adventices de cultures et/ou d'origine prairiale, qui subsistent aux traitements phytosanitaires et parviennent à se développer sur les friches post-culturelles.

Parmi les espèces rencontrées habituellement en marge des cultures, on note la présence des espèces suivantes :

Morelle noire	<i>Solanum nigrum</i>
Moutarde des champs	<i>Sinapis arvensis</i>
Mouron des oiseaux	<i>Stellaria media</i>
Laiteron rude	<i>Sonchus asper</i>
Séneçon commun	<i>Senecio vulgaris</i>
Oseille	<i>Rumex sp.</i>
Mercuriale annuelle	<i>Mercurialis annua</i>

II.9.1.4 Les boisements

Sur le secteur d'étude, le paysage agricole se compose principalement de prairies pâturées et de cultures avec toutefois quelques boisements localisés au niveau des vallons et des vallées humides.

II.9.1.4.1 Boisements des vallons littoraux

Le Val de Mulet s'étire, au Sud du site de Flamanville, du hameau Courtois en bordure de mer en direction du village des Pieux. Il abrite des formations boisées où l'Aubépine (*Crataegus monogyna*) et le Prunellier (*Prunus spinosa*) dominant. Ici, seule la strate arbustive est présente en raison des conditions difficiles (vents forts). Le Houx (*Ilex aquifolium*) est également présent. A ce niveau, lande et boisement sont intimement mêlés. Ce milieu constitue les landes de Sciotot.

Lorsque l'on s'éloigne un peu dans les terres, la strate arborée peut se développer. On distingue, au niveau du Val Mulet, des petits massifs de Pins maritimes (*Pinus maritima*) sûrement d'origine anthropique.

Ailleurs, les formations boisées sont représentées par la frênaie-érablière (*Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*) que l'on trouve dans les vallons et les ravins de l'intérieur des terres.

Outre le Lierre (*Hedera helix*) qui tapisse avec régularité le sol avant de s'élancer vers les cimes, on trouve des plantes caractéristiques de cette formation : Scolopendre (*Asplenium scolopendrium*) et Polystic (*Polystichum setiferum*).

Ces formations boisées se rencontrent notamment au sud-est de Flamanville au lieu-dit « la Vallée ».

Les vallons peuvent également être envahis par des broussailles, essentiellement localisées sur les coteaux comme à proximité de « la roche à Coucou » le long du GR de Pays « Tour de la Hague ». Outre les Ronces (*Rubus sp.*), le Prunellier (*Prunus spinosa*) et la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) sont souvent prédominants.

II.9.1.4.2 Boisements des vallées humides

Les principaux boisements présents sur le périmètre d'étude sont :

- les forêts communales de Flamanville et des Pieux,
- le boisement du « Riblon » (à l'ouest des Pieux et à l'est du Hameau des Anglais),
- les boisements localisés au nord « des Terres Blanches » situés immédiatement à l'est du lieu-dit « La Couture », c'est-à-dire à l'extrémité est de la zone d'étude,
- la mosaïque de boisements le long de la rivière « Chanteraine ».

II.9.1.4.3 Forêts communales de Flamanville et des Pieux

Couvrant une surface de 32 hectares (24 sur la commune de Flamanville et 8 sur la commune des Pieux), le bois est composé d'une mosaïque de peuplements riche en formes et couleurs. Les futaies adultes de Hêtres (*Fagus sylvatica*), Châtaigniers (*Castanea sativa*) et Chênes sessiles (*Quercus petraea*) couvrent les plateaux et coteaux.

En fond de vallée, les bords de ruisseau sont occupés par le Frêne commun (*Fraxinus excelsior*) parfois planté, l'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) et les Saules roux (*Salix acuminata*). Le sous-bois se compose alors de Lysimaque vulgaire (*Lysimachia vulgaris*), de remarquables touradons de Canche cespiteuse (*Deschampsia cespitosa*) et d'un tapis de Dorine à feuilles opposées (*Chrysosplenium oppositifolium*).

Ces futaies alternent avec les plantations en bouquet réalisées après la tempête d'octobre 1987.

La douceur du climat a permis le développement d'un milieu original et rare, typique du littoral du Cotentin et de la Bretagne nord. Ainsi, au sol, les tapis de différentes fougères alternent. On remarque la présence, en sous-bois, de la Scolopendre (*Asplenium scolopendrium*), la Fougère mâle (*Dryopteris filix-mas*), le *Dryopteris dilatata*,...

Les mousses et les Polypodes (*Polypodium vulgare* et *Polypodium interjectum*) colonisent la base des troncs des arbres adultes ou les murs comme dans le boisement du « Riblon ». Sur le bord des dépressions, le Genêt à balais (*Cytisus scoparius*) est faiblement représenté.

Au fil du temps, le vent a également façonné les peuplements offrant aux promeneurs des arbres aux formes uniques et surprenantes.

II.9.1.4.4 Le boisement du « Riblon » et au départ de « Rouville »

Situé à l'ouest des Pieux, le boisement du « Riblon » se répartit sur un terrain en pente. Il propose les mêmes essences variées que celles décrites précédemment tout comme les bois linéaires répartis de part et d'autres du ruisseau au départ de « Rouville ».

Toutefois, en lisière forestière du bois du « Riblon », on remarque la présence sur les talus de la Bruyère cendrée (*Erica cinerea*) associée à la Germandrée commune (*Teucrium scorodonia*).

Des portions boisées identiques sont présentes au nord du Hameau de la Rivière (à l'est du site), sur les pentes de la vallée de la « Diélette » (au nord du site) et le long du Val de la Cour au sud de la Petite-Souville (au nord-est du site).

II.9.1.4.5 La mosaïque de boisements le long la rivière Chanteraine

Du hameau « Hôtel Buhot », au sud, au lieu-dit « le Moulin d'Arondel », au nord, la rivière Chanteraine méandre au fond d'une vallée humide. Les boisements ripicoles associés correspondent à des aulnaies. Par endroits, il s'agit plus précisément de fragments d'aulnaie marécageuse. A ce niveau, on relève alors la présence de nombreuses espèces : Carex (*Carex sp.*), la Patience agglomérée (*Rumex conglomeratus*), l'Epilobe (*Epilobium sp.*), l'Ortie dioïque (*Urtica dioica*) et des Joncs (*Juncus sp.*).

Des peupliers (*Populus nigra*) et des Saules roux (*Salix acuminata*) complètent la strate arborée. Sur les pentes, le Chêne pédonculé (*Quercus robur*), l'Erable champêtre (*Acer campestre*) et le Noisetier ou Coudrier (*Corylus avellana*) font leur apparition.

On notera le développement d'un massif de Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*), plante envahissante, à l'est du Hameau de la Mare.

Les espèces, ligneuses et herbacées, rencontrées au niveau de ces boisements lors des prospections de terrain sont les suivantes :

Aulne glutineux	<i>Alnus glutinosa</i>
Aubépine	<i>Crataegus monogyna</i>
Bruyère cendrée	<i>Erica cinerea</i>
Canche cespiteuse	<i>Deschampsia cespitosa</i>
Carex	<i>Carex sp.</i>
Chardon des champs	<i>Cirsium arvense</i>
Charme	<i>Carpinus betulus</i>
Châtaignier	<i>Castanea sativa</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>
Chêne sessile	<i>Quercus petraea</i>
Dorine à feuilles opposées	<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>
Dryopteris dilaté	<i>Dryopteris dilatata</i>
Epilobe	<i>Epilobium sp.</i>
Erable champêtre	<i>Acer campestre</i>
Fougère mâle	<i>Dryopteris filix-mas</i>
Frêne commun	<i>Fraxinus excelsior</i>
Hêtre	<i>Fagus sylvatica</i>
Hypericum	<i>Hypericum sp.</i>
Jonc	<i>Juncus sp.</i>
Lierre	<i>Hedera helix</i>
Lysimachie vulgaire	<i>Lysimachia vulgaris</i>
Noisetier	<i>Corylus avellana</i>
Ortie	<i>Urtica dioica</i>
Patience agglomérée	<i>Rumex conglomeratus</i>
Peuplier	<i>Populus nigra</i>
Polypode vulgaire	<i>Polypodium vulgare</i>
Polypode intermédiaire	<i>Polypodium interjectum</i>
Renoncule rampante	<i>Ranunculus repens</i>
Ronce commune	<i>Rubus fruticosus</i>
Sauge des bois	<i>Teucrium scorodonia</i>
Saule roux	<i>Salix acuminata</i>
Scolopendre	<i>Asplenium scolopendrium</i>

II.9.1.5 Le bocage

Le bocage est extrêmement bien représenté sur la zone d'étude. Il s'agit d'une zone d'élevage constituée de prairies permanentes entourées par des haies. De nombreux chemins creux encaissés relient les parcelles entre elles, ainsi que les hameaux. Bordés de haies doubles, les chemins bénéficient de leur rôle de remparts contre le vent.

En raison de leur abondance, les espèces végétales qui les composent sont variées. Au niveau de la strate arborée, on retrouve les principales espèces citées dans le chapitre précédent (sur les boisements). Les haies en présence sont essentiellement constituées de frênes communs (*Fraxinus excelsior*), de hêtres (*Fagus sylvatica*), de châtaigniers (*Castanea sativa*) et de chênes pédonculés (*Quercus robur*).

L'aubépine (*Crataegus monogyna*) et le prunellier (*Prunus spinosa*) sont communément rencontrés au niveau de la strate arbustive. Le fragon (*Ruscus aculeatus*), le houx (*Ilex aquifolium*), la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) et la scolopendre (*Asplenium scolopendrium*) garnissent les talus. L'iris faux-acore (*Iris pseudacorus*) et l'Apium faux-cresson (*Apium nodiflorum*) se répartissent préférentiellement au niveau de dépressions plus fraîches et sur le bord des fossés. Le compagnon rouge (*Silene dioica*) se rencontre parfois sur des talus rocaillieux.

A proximité du littoral, seule la strate arbustive est présente ; à ce niveau les aubépines et les prunelliers dévoilent des « formes en drapeau » (ou anémomorphoses).

II.9.1.6 Les prairies

Les prairies couvrent la majorité du périmètre d'étude. Elles sont la forme d'occupation du sol prédominante. Destinées à l'élevage, elles font l'objet d'un pâturage bovin, et sont plus rarement pâturées par des moutons (ovins) et des chevaux (équins). Parfois « gagnées » sur la végétation naturelle, notamment sur la lande du littoral, les prairies présentent divers faciès.

II.9.1.6.1 Les prairies littorales

Sur le littoral, les prairies sont souvent localisées dans des « trouées » au sein de la lande à ajoncs, comme la frange localisée entre le site de Flamanville et Diélette, ainsi qu'au sud du Cap de Flamanville. Sur ce territoire, l'agriculture et la végétation naturelle sont étroitement associées.

Ailleurs, notamment du Mont Saint-Gilles au Mont Saint-Pierre (au nord du site), les prairies se retrouvent en arrière des dunes.

Le cortège floristique observé sur ces prairies littorales lors des prospections de terrain est le suivant :

Chardon des champs	<i>Cirsium arvensis</i>
Dactyle	<i>Dactylis glomerata</i>
Houlque laineuse	<i>Holcus lanatus</i>
Immortelle des sables	<i>Helichrysum arenarium</i>
Lamier pourpre	<i>Lamium purpureum</i>
Molène (Bouillon blanc)	<i>Verbascum thapsus</i>
Mouron blanc	<i>Stellaria media</i>
Ortie	<i>Urtica dioica</i>
Pimprenelle	<i>Sanguisorba minor</i>
Plantin lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>
Séneçon jacobée	<i>Senecio jacobaea</i>

II.9.1.6.2 Les prairies humides de fonds de vallées

En bordure des rivières et des ruisseaux, les prairies mésophiles¹⁴ à mésohygrophiles¹⁵ se développent. Elles sont localisées en grande majorité dans les vallées de la Diélette et de la Chanteraine.

¹⁴ Terme attribué au milieu à caractère modérément humide.

¹⁵ Végétation inféodée au milieu humide.

Il s'agit de prairies permanentes destinées à l'élevage, caractérisées par une flore typique des prairies pâturées. Parmi les espèces hygrophiles, on note :

- la Glycérie flottante (*Glyceria fluitans*),
- l'Agrostis stolonifère (*Agrostis stolonifera*),
- la Menthe des champs (*Mentha arvensis*),
- le Lychnis fleur-de-coucou (*Silene flos-cuculi*),
- le Roseau commun (*Phragmites australis*),
- le Jonc diffus (*Juncus effusus*),
- la Renoncule rampante (*Ranunculus repens*),
- le Souchet allongé (*Cyperus longus*).

L'ensemble des espèces végétales observées, lors des investigations de terrain, au sein des prairies humides figure dans le tableau suivant :

Agrostis stolonifère	<i>Agrostis stolonifera</i>
Chardon des champs	<i>Cirsium arvensis</i>
Dactyle	<i>Dactylis glomerata</i>
Glycérie flottante	<i>Glyceria fluitans</i>
Houlque laineuse	<i>Holcus lanatus</i>
Jonc diffus	<i>Juncus effusus</i>
Lychnis fleur de coucou	<i>Lychnis flos-cuculi</i>
Mouron blanc	<i>Stellaria media</i>
Menthe des champs	<i>Mentha arvensis</i>
Ortie	<i>Urtica dioica</i>
Oseille des prés	<i>Rumex acetosa</i>
Pâturin commun	<i>Poa trivialis</i>
Porcelle enracinée	<i>Hypochaeris radicata</i>
Plantin lancéolé	<i>Plantago lanceolata</i>
Ray-grass	<i>Lolium perenne</i>
Renoncule acre	<i>Ranunculus acris</i>
Renoncule rampante	<i>Ranunculus repens</i>
Roseau commun	<i>Phragmites australis</i>
Souchet allongé	<i>Cyperus longus</i>
Trèfle des champs	<i>Trifolium arvense</i>
Trèfle rampant	<i>Trifolium repens</i>

II.9.2 Végétation sur l'emprise de la future tranche EPR et de la plate-forme chantier

La plateforme de la tranche EPR et les emprises utilisées pour les installations de chantier sont caractérisées par un remaniement des terrains réalisé dans le cadre des travaux effectués dans les années 1990.

Ces espaces très ouverts sont relativement nus et ne présentent pas une végétation très développée.

La végétation rencontrée sur ces plateformes remblayées est représentée majoritairement par des espèces rudérales ou des pionnières nitrophiles, ainsi que de nombreuses graminées.

On notera d'autre part que localement des espèces hygrophiles¹⁶ se développent à la faveur des écoulements qui suintent de la falaise (épilobes, phragmites en fond de fouilles...).

II.9.3 La faune terrestre

Les milieux précédemment décrits permettent d'évaluer la diversité des habitats disponibles pour la faune. Leur taille, leur utilisation, les liens écologiques (corridors) sont autant d'éléments qui peuvent informer sur le potentiel faunistique de la zone d'étude.

Cependant, la présence de zones urbanisées ou artificialisées et l'exploitation localisée des terres agricoles limitent la capacité d'accueil du site pour la faune sauvage.

Les principaux biotopes rencontrés offrent des capacités d'accueil variables vis-à-vis de la faune : si les falaises et les vallées sont riches en espèces du fait de leur faible fréquentation par l'homme, les espaces cultivés ou les secteurs bâtis sont moins appropriés à l'accueil d'une faune originale et variée.

Les principaux biotopes rencontrés sur le secteur d'étude susceptibles d'accueillir la faune sauvage sont les suivants :

- le bocage, avec son réseau de haie particulièrement dense, talus, fossés et bosquets ;
- les prairies ;
- les boisements, fragmentés et de faible dimension, qui s'établissent dans les vallées humides et les vallons littoraux ;
- les cultures ;
- les falaises littorales, abritant notamment une avifaune particulière.

II.9.3.1 Les amphibiens et les reptiles

II.9.3.1.1 Les amphibiens

Bien qu'ayant un cycle vital biphasique, avec une phase terrestre et une phase aquatique, les amphibiens sont plus facilement observables au niveau des milieux humides.

Sur la zone d'étude, le réseau hydrographique est relativement bien dessiné. Les rivières de la Diélette et de Chanteraine, ainsi que leurs nombreux affluents produisent autant de zones favorables aux amphibiens. Les prairies humides alentours augmentent leur intérêt. Quelques mares ou plans d'eau sont également distribués au sein du périmètre d'étude. Outre les bassins d'agrément répartis autour du château de Flamanville, l'étang situé au centre de la forêt de Flamanville / Les pieux est de loin le plus important en terme de surface. Faisant partie intégrante du massif forestier, il se positionne au carrefour de plusieurs cours d'eau.

Par ailleurs, les haies bocagères et les boisements frais situés sur le secteur d'étude constituent également des habitats propices aux espèces de ce groupe.

Enfin, les « pannes » (dépressions temporairement humides en arrière dune) localisées au nord de Clairefontaine, complètent le panel des milieux favorables aux amphibiens.

En fonction des milieux existants sur le secteur d'étude, la détermination des espèces susceptibles d'être présentes a été réalisée à partir des ouvrages suivants :

¹⁶ Espèces qui se tiennent préférentiellement dans les milieux humides.

- « Atlas de répartition des amphibiens et reptiles de France »¹⁷ (1989), utilisant le découpage selon les cartes au 1/25000
- « Les amphibiens de France, Belgique et Luxembourg »¹⁸ (2003), donnant des informations à l'échelle départementale.

Les espèces potentiellement présentes sont mentionnées dans le Tableau C-II.9-a.

Ces espèces sont protégées au niveau national selon l'arrêté du 22 juillet 1993 fixant la liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire. Hormis la Grenouille rieuse et la Grenouille rousse, protégées au titre de l'article 3¹⁹ de cet arrêté, les autres espèces sont protégées au titre de l'article 1²⁰.

II.9.3.1.2 Les reptiles

Certains milieux présentent des atouts pour les reptiles. Ce sont des animaux à sang froid qui ont besoin de réguler leur température en s'exposant au soleil. Sur les versants bien exposés des vallées, en lisière de boisements et à proximité des cultures qui attirent les micromammifères, les serpents et les lézards sont abondants.

D'après l'inventaire national de l'Atlas de répartition des amphibiens et reptiles de France et d'après les milieux présents, les espèces mentionnées dans le Tableau C-II.9-a sont susceptibles d'être présentes sur le secteur.

Le milieu agricole, notamment les zones cultivées, n'accueille que de petites populations de reptiles. En effet, même si certaines espèces ne sont pas extrêmement exigeantes en terme d'habitat, elles ont besoin d'une diversité de milieux qui leur garantit des abris et des ressources alimentaires. A ce titre, les zones bocagères qui dominent sur le plateau favorisent le maintien de ces animaux. De la même manière, les boisements des vallons et vallées humides apportent des habitats potentiels supplémentaires pour les reptiles. Sur le littoral, ce sont les landes et broussailles qui offrent des milieux favorables.

La couleuvre à collier (*Natrix natrix*), espèce la plus inféodée aux milieux aquatiques, peut être rencontrée dans les quelques mares et plans d'eau disséminés sur la zone d'étude.

Les espèces susceptibles d'être présentes sur le secteur d'étude sont protégées au niveau national selon l'arrêté du 22 juillet 1993 fixant la liste des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire.

Hormis la Vipère péliade (*Vipera berus*), protégée selon l'article 2²¹ de cet arrêté, les autres espèces sont protégées selon l'article 1¹⁶.

¹⁷ Atlas de répartition des amphibiens et reptiles de France – Société herpétologique de France, 1989.

¹⁸ ACEMAV coll., Duguët R. & Melki F. ed., 2003 – Les amphibiens de France, Belgique et Luxembourg. Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France). 480 p.

¹⁹ Article 3 : sont interdits la mutilation, la naturalisation des amphibiens vivants, ou, qu'ils soient vivants ou morts, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat des spécimens détruits, capturés ou enlevés.

²⁰ Article 1 : sont interdits la destruction ou l'enlèvement des oeufs ou des nids, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la naturalisation, ou, qu'ils soient vivants ou morts, le transport, le colportage, l'utilisation, la mise en vente.

²¹ Article 2 : sont interdits la mutilation, la naturalisation des reptiles vivants, ou, qu'ils soient vivants ou morts, le transport, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat des spécimens détruits, capturés ou enlevés.

Le cas de la tortue luth est spécifique. Cette espèce, la plus grosse des tortues aquatiques, peuple les eaux marines chaudes et tempérées. Elle est plutôt pélagique, et peut descendre jusqu'à 500 m de profondeur. Largement répandue dans les océans Indien, Pacifique, et Atlantique, sa présence est accidentelle sur les côtes d'Europe et seules les côtes de France et du Portugal sont régulièrement fréquentées. Les données antérieures à 1900 relatent une seule observation en Manche. Depuis, compte tenu de l'identification facile de l'espèce, la mise en évidence d'une fréquentation régulière des côtes atlantiques a été confirmée. L'espèce est désignée comme « étant gravement menacée d'extinction » par l'Union mondiale pour la nature. Elle figure sur les listes de la convention de Washington, dite CITES²², et du règlement communautaire pris en application de cette convention.

²² CITES : Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction.

AMPHIBIENS

Nom français	Nom scientifique	Habitats	1989	2003
Alyte ou crapaud accoucheur	<i>Alytes obstetricans</i>	Affleurements rocheux, éboulis, carrières, vieux murs, plages de graviers ou de sable, terrils, pelouses, prairies, cultures, landes, tourbières et garrigues	X	X
Crapaud calamite	<i>Bufo calamita</i>	Littoraux sableux, zones de graviers et de galets, pelouses, prés salés marins et continentaux, landes éparées à bruyères et à genêts, garrigues ouvertes, affleurements rocheux, ourlets forestiers, carrières, gravières, parcs urbains, friches, terrils, terrains vagues, ruines, murets Reproduction dans mares temporaires, bassins de carrière, bas-marais alcalins, rives de lacs, queues d'étangs, bras morts, fossés et prairies humides	X	X
Crapaud commun	<i>Bufo bufo</i>	Milieux frais et boisés, composés de feuillus ou mixtes Reproduction dans les plans d'eau permanents de grandes dimensions, souvent riches en poissons	X	X
Grenouille agile	<i>Rana dalmatina</i>	Forêts de plaine, boisements alluviaux, bocage	X	X
Grenouille de Lessona	<i>Rana lessonae</i>	Prairies, boisements Reproduction dans grands étangs anciens, mares de pâtures enrichies, bordures mésotrophes d'étangs ou de mares, bras-morts de vallées	X	X
Grenouille rieuse	<i>Rana ridibunda</i>	Grands plans d'eau riches en poissons, rivières et annexes hydrauliques, gravières, mares de prairies, bassins d'agrément, fossés de drainage		X
Grenouille rousse	<i>Rana temporaria</i>	Milieux arrière-littoraux, prairies, forêts de plaine, pâturages et boisements montagnards	X	X
Grenouille verte	<i>Rana esculenta</i>	Tous les plans d'eau, surtout mésotrophes à eutrophes, stagnants, aux berges bien exposées	X	X
Pélodyte ponctué	<i>Pelodytes punctatus</i>	Prairies, pelouses, garrigues, zones pré-forestières et boisements alluviaux, jardins, terrains vagues, zones urbanisées ou rudérales diverses, vieux murs, terrils et carrières Reproduction dans les points d'eau temporaires, bien ensoleillées, végétalisées et pauvres en poissons	X	X
Rainette arboricole	<i>Hyla arborea</i>	Fourrés, haies, landes, lisières de boisement, lignes de peupliers Reproduction dans points d'eau stagnants, ensoleillés et riches en végétation : étangs, bras morts, mares, bassins, roselières, cariçaias, saulaies, aulnaies, fossés et ruisseaux Fourrés, haies, landes, lisières de boisement, lignes de peupliers Reproduction dans points d'eau stagnants, ensoleillée et riches en végétation : étangs, bras morts, mares, bassins, roselières, cariçaias, saulaies, aulnaies, fossés et ruisseaux	X	X
Salamandre tachetée	<i>Salamandra salamandra</i>	Bocage, boisements de feuillus ou mixtes (forêts de pente fraîches de type hêtraie ou érable, boisements humides type aulnaie-frênaie, abords des sources dans des chênaies ou hêtraies voire pinèdes sèches sur calcaires)	X	X
Triton alpestre	<i>Triturus alpestris</i>	Plans d'eau pauvres en poissons ou (rarement) zones calmes de rivières, environnés de formations arborées faciles d'accès	X	X
Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i>	Zones de boisements, de haies et de fourrés Reproduction dans les étangs, bras morts, mares, bassins de carrière, gravières et briqueteries, douves de château, zones lentes de rivières et les bras morts		X
Triton marbré	<i>Triturus marmoratus</i>	Affleurements rocheux tels que platières, prairies, landes à bruyères, à genêts, ajoncs ou fougères, garrigue, forêts de plaine, haies, boisements acidiphiles, boisements de types aulnaie-frênaie. Plans d'eau variés mais pauvres en poissons	X	X
Triton palmé	<i>Triturus helveticus</i>	Mares dans les pâturages, bassins, sources, points d'eau en lisière ou dans les forêts, anciennes carrières, fossés, marais, bords des lacs et zones calmes des ruisseaux	X	X
Triton ponctué	<i>Triturus vulgaris</i>	Milieux littoraux et alluviaux, zones de marais, régions riches en mares et étangs		X

REPTILES

Couleuvre à collier	<i>Natrix natrix</i>	Proximité de l'eau, mare et étangs	X	
Lézard vivipare	<i>Lacerta vivipara</i>	Milieux variés, tourbières, prairies et landes hygrophiles, lisières et clairières de forêts humides, zones herbacées du littoral	X	
Orvet	<i>Anguis fragilis</i>	Milieux ensoleillés et humides, notamment les haies, les fossés et les prairies grasses	X	
Tortue luth	<i>Dermodochelys coriacea</i>	Milieu marin	X	
Vipère péliade	<i>Vipera berus</i>	Espèce de lisières, fréquentant moins les biotopes très secs que les zones humides	X	

Liste établie d'après l'Atlas de répartition des amphibiens et reptiles de France (1989) et d'après les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg (2003)

Tableau C-II.9-a : Inventaire des amphibiens et des reptiles susceptibles d'être rencontrés sur la zone d'étude.

II.9.3.2 Les oiseaux

Les oiseaux constituent la classe de vertébrés la mieux représentée sur le site d'étude. Les milieux pouvant accueillir ces animaux sont diversifiés : boisements au sein des vallons et vallées humides, bocage, cultures, villages et milieux littoraux.

Selon l'Atlas des oiseaux nicheurs normands²³, la zone d'étude constitue une zone riche en terme de diversité spécifique, puisqu'elle comptabilise un peu moins d'une centaine d'espèces nicheuses autour du site de Flamanville (Tableau C-II.9-b).

Les boisements rencontrés au sein des vallons et des vallées humides, ainsi que les haies bocagères largement présentes au sein du périmètre d'étude, offrent des biotopes intéressants pour les oiseaux. Beaucoup de ces espèces sont des éléments de base de l'avifaune médio-européenne. Il est possible de noter différents types d'espèces :

- des espèces communes qui fréquentent le feuillage :
soit au niveau des arbustes : Accenteur mouchet (*Prunella modularis*), Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*), Merle noir (*Turdus merula*), Mésange charbonnière (*Parus major*), Mésange huppée (*Parus cristatus*), Pipit des arbres (*Anthus trivialis*), Pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*), Pouillot véloce (*Phylloscopus collybita*), Roitelet huppé (*Regulus regulus*), Rouge-gorge familier (*Erithacus rubecula*), Troglodyte mignon (*Troglodytes troglodytes*), Verdier d'Europe (*Carduelis chloris*),
soit au niveau de la strate arborescente : Bouvreuil pivoine (*Pyrrhula pyrrhula*), Coucou gris (*Cuculus canorus*), Geai des chênes (*Garrulus glandarius*), Mésange à longue queue (*Aegithalos caudatus*), Mésange nonette (*Parus palustris*), Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*), Tourterelle des bois (*Streptopelia turtur*),
- des espèces arboricoles exploitant les écorces des troncs et des basses branches : Sittelle torchepot (*Sitta europea*), Pic épeiche (*Dendrocopos major*), Pic épeichette (*Dendrocopos minor*), Pic vert (*Picus viridis*), favorisés par la présence de vieux arbres sur lesquels vivent de nombreux insectes.

Les villages sont fréquentés, quant à eux, par des espèces commensales de l'homme : la Bergeronnette grise (*Motacilla alba*), le Choucas des tours (*Corvus monedula*), la Corneille noire (*Corvus corone*), l'Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*), la Fauvette des jardins (*Sylvia borin*), le Gobemouche gris (*Muscicapa striata*), le Grimpereau des jardins (*Certhia brachydactyla*), la Grive draine (*Turdus viscivorus*), la Grive musicienne (*Turdus philomelos*), les hirondelles de fenêtre (*Delichon urbica*) et de cheminée (*Hirundo rustica*), le Martinet noir (*Apus apus*), la Mésange bleue (*Parus caeruleus*), la Mésange charbonnière (*Parus major*), le Moineau domestique (*Passer domesticus*), la Pie bavarde (*Pica pica*), le Pigeon ramier (*Columba palumbus*), le Rougequeue noir (*Phoenicurus ochuros*) et la Tourterelle turque (*Streptopelia decaocto*).

Certaines espèces fréquentent les cultures, à savoir l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*), la Caille des blés (*Coturnix coturnix*), le Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*), le Corbeau freux (*Corvus frugilegus*), le Faisan de Colchide (*Phasianus colchicus*), la Perdrix grise (*Perdrix perdrix*).

²³ Groupe Ornithologique Normand, 1989 – Atlas des oiseaux nicheurs de Normandie et des îles Anglo-Normandes - Le Cormoran, 7 – 247 pages

Les rapaces peuvent également chasser au niveau des zones cultivées. Ils sont représentés par la Buse variable (*Buteo buteo*), l'Épervier d'Europe (*Accipiter nisus*), le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) et le Faucon hobereau (*Falco subbuteo*). Pour les espèces nocturnes, les espèces probablement présentes sont la Chouette effraie (*Tyto alba*) et la Chouette hulotte (*Strix aluco*).

Par ailleurs, l'intérêt faunistique des différents biotopes littoraux est évident et la richesse de l'avifaune mérite d'être signalée là où existent des poches d'altération de la roche, des indentations ou des anfractuosités. Les falaises maritimes abritent en effet les espèces suivantes : le Fulmar (*Fulmarus glandarius*), le Goéland brun (*Larus fuscus*), le Goéland argenté (*Larus argentatus*), le Goéland marin (*Larus marinus*), le Grand cormoran (*Phalacrocorax carbo*), la Mouette rieuse (*Larus ridibundus*), le Pigeon colombin (*Columba oenas*) et le Pipit farlouse (*Anthus pratensis*).

Enfin, on notera que l'ensemble des oiseaux présents sur la zone d'étude est protégé au niveau national, selon l'arrêté du 17 avril 1981 fixant les listes des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire, hormis les espèces suivantes : le Canard colvert, le Corbeau freux, la Corneille noire, l'Étourneau sansonnet, le Faisan de Colchide, le Geai des chênes, la Perdrix grise, la Pie bavarde et le Pigeon ramier.

Liste établie d'après l'Atlas des oiseaux nicheurs normands (Groupe Ornithologique Normand - 1989)

Nom français	Nom scientifique	Présence
Accenteur mouchet	<i>Prunella modularis</i>	3
Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	2
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Mostacilla cinerea</i>	2
Bergeronnette grise	<i>Mostacilla alba alba</i>	3
Bergeronnette flaveole	<i>Motacilla flava flavissima</i>	2
Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>	2
Bouvreuil pivoine	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	3
Bruant jaune	<i>Emberiza citrinella</i>	2
Bruant zizi	<i>Emberiza cirius</i>	3
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	2
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	2
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	3
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	3
Choucas des tours	<i>Corvus monedula</i>	3
Chouette effraie	<i>Tyto alba</i>	2
Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>	2
Corbeau freux	<i>Corvus frugilegus</i>	3
Cormoran Huppé	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	3
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	3
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>	2
Courlis cendré	<i>Numerius arquata</i>	2
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>	1
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	2
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	3
Faisan de Colchide	<i>Phasianus colchicus</i>	3
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	2
Faucon hobereau	<i>Falco subbuteo</i>	2
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	2
Fauvette babillarde	<i>Sylvia curruca</i>	2
Fauvette des jardins	<i>Sylvia borin</i>	2
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	3
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	2
Fulmar	<i>Fulmarus glacialis</i>	2
Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	3
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	2
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	3
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	3
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>	3
Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>	3
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	3
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	2
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	2
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	2
Hirondelle de cheminée	<i>Hirundo rustica</i>	3
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbica</i>	3
Huitrier Pie	<i>Haematopus ostralegus</i>	2
Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>	2
Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	3
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	2
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	3
Mésange à longue queue	<i>Aegithalos caudatus</i>	2
Mésange bleue	<i>Parus caeruleus</i>	2

Nom français	Nom scientifique	Présence
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	3
Mésange huppée	<i>Parus cristatus</i>	2
Mésange nonnette	<i>Parus palustris</i>	2
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	3
Perdrix grise	<i>Perdix perdix</i>	2
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	2
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>	2
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	2
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	3
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	2
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	3
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	2
Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	2
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	3
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	2
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	2
Poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>	3
Roitelet huppé	<i>Regulus regulus</i>	2
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	3
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochuros</i>	3
Rousserolle effarvate	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	2
Rousserolle verderolle	<i>Acrocephalus palustris</i>	2
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	2
Sittelle torchepot	<i>Sitta europea</i>	2
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	2
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	2
Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	2
Traquet pâte	<i>Saxicola torquata</i>	3
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	3
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	2

La présence de chaque espèce nicheuse est caractérisée suivant trois niveaux d'indices :

- 1 : indice possible
- 2 : indice probable
- 3 : indice certain

Tableau C-II.9-b : Inventaire des oiseaux susceptibles d'être rencontrés aux alentours du CNPE de Flamanville (liste établie d'après l'Atlas des oiseaux nicheurs normands – Groupe Ornithologique Normand – 1989).

II.9.3.3 Les mammifères terrestres

Les données suivantes sont issues de l'Atlas des Mammifères de Normandie²⁴. Ce dernier établit les cartes de répartition de tous les mammifères sauvages vivants en région Normandie et ceci grâce à différentes méthodes :

- Espèces « visibles » : observation directe ou de leurs traces caractéristiques (restes de repas, empreintes, crottes, huttes, traces sur la végétation...)
- Micromammifères : analyse de pelotes de réjection de rapaces nocturnes ;
- Chauve-souris : prospections hivernales de cavités souterraines, visites de bâtiments, captures au filet en période estivale, identification d'émissions ultrasonores à l'aide de détecteurs adaptés, éventuellement couplés à un ordinateur disposant d'un logiciel de traitement des signaux.

Les mammifères terrestres susceptibles d'être présents dans le secteur d'étude sont présentés dans le Tableau C-II.9-c.

Parmi ces espèces, certaines sont protégées au niveau national selon l'arrêté du 17 avril 1981, fixant la liste des mammifères protégés sur l'ensemble du territoire. Il s'agit de l'ensemble des espèces de Chiroptères, de la Belette, de la Fouine, de l'Hermine, du Putois d'Europe, du Hérisson d'Europe, du Crossope aquatique et de l'Ecureuil.

II.9.3.3.1 Les Carnivores

D'après l'Atlas des mammifères de Normandie, les espèces de carnivores potentiellement présentes sur le secteur d'étude sont les suivantes :

- le Renard (*Vulpes vulpes*), qui fréquente tous les types d'habitats, y compris les zones urbanisées ; pour chasser, cette espèce a besoin de milieux ouverts,
- la Fouine (*Martes foina*), qui vit au contact de l'homme (greniers, combles, granges à foin, tas de bois, fagots...),
- la Belette (*Mustella nivalis*), fréquentant les zones boisées ; elle chasse en longeant les haies, les talus, les fossés, les murets et les chemins, inspectant toutes les cavités,

et de façon plus rare :

- le Putois d'Europe (*Mustella putorius*), fréquentant tous les milieux, mais avec une nette préférence pour les zones humides,
- l'Hermine (*Mustella erminea*), préférant le bocage,
- voire exceptionnellement la loutre d'Europe (données antérieures à 1980).

Considérant le cas de cette dernière, si la question de sa disparition ne se posait pas encore il y a une dizaine d'année, il semblait qu'elle soit d'actualité en mars 2002, date de la rédaction de l'Atlas des Mammifères de Normandie.

Outre la loutre, ces espèces sont certainement présentes dans un rayon de 5 km autour du site de Flamanville étant donné que les habitats nécessaires à leur installation sont réunis (villages, boisements, bocage...).

²⁴ Groupe Mammalogique Normand (2004) - Les Mammifères Sauvages de Normandie : Statut et répartition. Nouv.éd.rev. et augmentée. GMN, 306 pages.

II.9.3.3.2 Les Rongeurs

Pour ce qui concerne les rongeurs, l'Atlas des mammifères de Normandie indique que les espèces suivantes sont susceptibles d'être présentes :

- l'Écureuil roux (*Sciurus vulgaris*), inféodé aux grands arbres et donc rencontré dans les bois, le bocage et les parcs,
- le Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus*), présent dans les sous-bois denses, les haies et les jardins,
- le Campagnol souterrain (*Microtus subterraneus*), fréquentant les terrains frais à sols profonds (champs cultivés, vergers, prairies, jardins, bois clairs, talus des bocages...),
- le Campagnol des champs (*Microtus arvalis*), espèce typique des milieux ouverts (prairies, cultures...),
- le Campagnol agreste (*Microtus agrestis*), fréquentant des milieux plus humides que le Campagnol des champs avec une nette préférence pour les zones herbeuses à végétation haute (vergers, friches, clairières, haies, taillis de feuillus, talus des bocages...),
- le Rat musqué (*Ondatra zibethicus*), espèce introduite vivant en bordure des eaux peu profondes, stagnantes ou à cours lent,
- le Rat des moissons (*Micromys minutus*), fréquent dans les hautes herbes (phragmitaies, cariçaies, céréales...),
- le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), occupant une grande diversité de milieux (haies, talus boisés, taillis, friches, champs de céréales, jardins...),
- le Rat surmulot (*Rattus norvegicus*), espèce commensale de l'homme dont il exploite les ressources alimentaires,
- la Souris domestique (*Mus domesticus*), espèce commensale de l'homme affectionnant les habitations, les bâtiments agricoles et les entrepôts.

Au vu des milieux en présence autour du site de Flamanville, tous les rongeurs cités ci-dessus sont très probablement présents.

II.9.3.3.3 Les Insectivores

D'après l'Atlas des mammifères de Normandie, les insectivores sont représentés par :

- Le Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*), fréquentant les terrains un peu boisés en particulier les milieux ouverts de type bocager, les parcs et les jardins,
- la Taupe (*Talpa europaea*), présente dans des milieux variés (prairies, jardins...),
- la Musaraigne couronnée (*Sorex coronatus*), espèce ubiquiste avec une préférence pour les milieux frais, voire humides,
- la Musaraigne pygmée (*Sorex minutus*), affectionnant les buissons, les taillis et les friches,
- le Crossope aquatique (*Neomys fodiens*), qui fréquente les milieux aquatiques tels que les mares, les étangs, les chenaux et les cours d'eau tranquilles,

- le Crocidure musette (*Crocidura russula*), fréquentant des biotopes variés (prairies, champs, haies, bois clairs, coteaux calcaires, jardins),
- le Crocidure leucode (*Crocidura leucodon*), évitant les milieux ouverts et préférant les broussailles et autres lieux couverts.

Parmi ces espèces prédatrices d'insectes, jouant un rôle non négligeable dans la régulation des invertébrés à forte démographie, le Crossope aquatique peut trouver des espaces favorables à la faveur du chevelu de petits cours d'eau présents sur le secteur d'étude qui lui convient particulièrement bien. Les autres espèces sont probablement présentes aux vues des habitats présents.

II.9.3.3.4 Les Chiroptères

D'après l'Atlas des mammifères de Normandie, les Chiroptères (chauves-souris) suivants sont susceptibles d'être présents :

- le Grand murin (*Myotis myotis*), fréquentant les grottes, les caves et les combles de bâtiments,
- le Murin de Daubenton (*Myotis daubentoni*), surtout présent sur l'ensemble du réseau hydrographique (étangs, mares et retenues artificielles) et parfois les zones bocagères et forestières,
- le Murin à moustaches (*Myotis mystacinus*), fréquente préférentiellement les bocages humides, vallonnés et entrecoupés de bois, et s'aventure au cœur des massifs forestiers, également présent en hiver dans toutes sortes de cavités souterraines, anfractuosités des murs et les arbres creux,
- la Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*), espèce présente dans les bâtiments, mais aussi, en chasse, au niveau des prairies, haies, bords des rivières et espaces forestiers,
- la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), occupant les constructions tout au long de son cycle annuel,
- la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), espèce dont la présence est associée aux milieux humides (rivières, étangs et zones marécageuses), aux ripisylves et aux milieux forestiers.

L'ensemble de ces Chiroptères est vraisemblablement présent sur le secteur en raison de l'existence de nombreux bâtiments anciens (granges, greniers...), de zones boisées et du réseau hydrographique.

II.9.3.3.5 Les Lagomorphes

Parmi les lagomorphes, l'Atlas des mammifères de Normandie recense la présence sur le secteur :

- du Lièvre d'Europe (*Lepus europaeus*), espèce nocturne la plus souvent observée dans les milieux ouverts à végétation basse ; les cultures lui sont favorables à condition que subsistent haies, bosquets ou bandes d'abris,
- du Lapin de Garenne (*Oryctolagus cuniculus*), occupant des milieux variés (prairies, cultures...), mais évitant avant tout les zones humides.

Ces deux espèces, largement représentées à l'échelle du département, sont sans aucun doute présentes dans un rayon de 5 kilomètres autour du site de Flamanville. Les techniques agricoles actuelles et notamment les conditions d'utilisation des produits phytosanitaires sont à l'origine d'inquiétudes croissantes pour les responsables cynégétiques et scientifiques en ce qui concerne le lièvre d'Europe. Le lapin de Garenne ne semble pas menacé à l'échelle de la région.

II.9.3.3.6 Les Artiodactyles

L'Atlas des mammifères de Normandie ne fait pas mention de l'existence des Artiodactyles tels le sanglier (*Sus scrofa*) ou le chevreuil européen (*Capreolus capreolus*) en ce qui concerne le secteur d'étude.

- le sanglier est une espèce qui colonise et exploite tous les types de milieux, mais montre une nette prédilection pour les forêts de feuillus,
- le chevreuil est une espèce qui fréquente les milieux forestiers, ainsi que les zones de grandes cultures.

Ces espèces classées comme grand gibier sont cependant très probablement observables autour du site de Flamanville, principalement au niveau des boisements localisés dans les vallées humides.

II.9.3.4 Les mammifères marins

Les mammifères marins constituent l'une des richesses remarquables du patrimoine naturel du Cotentin. Ils ont une valeur emblématique du fait de leur diversité et de la qualité du milieu qu'ils occupent.

Certaines espèces de mammifères marins peuvent être aperçues à partir de la côte. On distingue les espèces sédentaires des espèces de passage.

Sur le secteur d'étude (rayon de 5 km autour du site de Flamanville), l'Atlas des mammifères de Normandie recense les espèces suivantes, observables à partir de la côte :

- Espèce sédentaire
 - le grand dauphin (*Tursiops truncatus*) : il s'agit de l'espèce la plus fréquente sur les côtes de la Manche. Sa sédentarité, sa répartition partiellement côtière et son comportement sociable le rendent facilement observable. Les observations ainsi que les échouages à proximité de Flamanville sont en augmentation.
- Espèces de passage
 - le dauphin commun (*Delphinus delphis*) : ce petit dauphin au comportement grégaire se déplace régulièrement en groupes pouvant dépasser la centaine d'individus. Nettement plus pélagique que le grand dauphin, il se rapproche rarement des côtes. Des échouages ont été observés au niveau du Cap de Flamanville et des observations en mer, en 1995, ont montré la présence d'un groupe de 50 individus au large de Flamanville ;
 - le dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*) : grégaire, le dauphin bleu et blanc se rassemble souvent en grandes bandes de plusieurs dizaines d'individus. Il se rencontre au-delà de l'isobathe 200 mètres ce qui explique sa rareté en Manche ;

- le globicéphale noir (*Globicephale melas*) : ce Delphinidé de taille massive est une espèce très grégaire. Ce comportement social très élaboré explique que le globicéphale noir fait l'objet d'échouages en masses assez régulièrement. Plusieurs échouages ont été recensés à proximité du site de Flamanville ;
- le phoque gris (*Halichoerus grypus*) : le phoque gris est le plus gros des Pinnipèdes normands. Il se rencontre essentiellement sur les côtes rocheuses. Des individus ont été observés au nord du Cap de Flamanville, ainsi que des échouages ;
- le cachalot (*Physeter macrocephalus*) : seul membre de la famille des Physétéridés au sein des Odontocètes, le cachalot est le plus grand des Cétacés à dents. Il se caractérise par un corps massif, de taille variable. Espèce exclusivement pélagique, le cachalot franchit rarement la limite inférieure à l'isobathe des 1000 m. L'échouage, le 6 janvier 1994, d'un individu de 10,30 m a été enregistré à Sciotot. Selon l'Atlas des Mammifères de Normandie, les échouages concernent, par hypothèse, essentiellement des mâles s'étant écartés de leur route migratoire principale, laquelle se situe à l'ouest des îles Britanniques.

Ordre	Nom français	Nom scientifique
Carnivores	Belette	<i>Mustela nivalis</i>
	Loutre d'Europe *	<i>Lutra lutra</i>
	Fouine	<i>Martes foina</i>
	Hermine	<i>Mustela erminea</i>
	Putois d'Europe	<i>Mustela putorius</i>
	Renard	<i>Vulpes vulpes</i>
Chiroptères	Grand murin	<i>Myotis myotis</i>
	Murin de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>
	Murin à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>
	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>
	Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>
	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>
Insectivores	Crocidure leucode	<i>Crocidura leucodon</i>
	Crocidure musette	<i>Crocidura russula</i>
	Crossope aquatique	<i>Neomys fodiens</i>
	Hérisson d'Europe	<i>Ermaceus europaeus</i>
	Musaraigne couronnée	<i>Sorex coronatus</i>
	Musaraigne pygmée	<i>Sorex minutus</i>
	Taupe	<i>Talpa europaea</i>
Lagomorphes	Lapin de garenne	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
	Lièvre d'Europe	<i>Lepus europaeus</i>
Rongeurs	Campagnol agreste	<i>Microtus agrestis</i>
	Campagnol des champs	<i>Microtus arvalis</i>
	Campagnol roussâtre	<i>Clethrionomys glareolus</i>
	Campagnol souterrain	<i>Microtus subterraneus</i>
	Ecureuil	<i>Sciurus vulgaris</i>
	Mulot sylvestre	<i>Apodemus sylvaticus</i>
	Rat des moissons	<i>Micromys minutus</i>
	Rat musqué	<i>Ondatra zibethicus</i>
	Rat surmulot	<i>Rattus norvegicus</i>
	Souris domestique	<i>Mus domesticus</i>
Mammifères marins	Cachalot	<i>Physeter macrocephalus</i>
	Dauphin commun	<i>Delphinus delphis</i>
	Grand dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>
	Dauphin bleu et blanc	<i>Stenella coeruleoalba</i>
	Globicéphale noir	<i>Globicephale melas</i>
	Phoque gris	<i>Halichoerus grypus</i>
	Globicéphale noir	<i>Globicephale melas</i>

Liste établie d'après l'Atlas des mammifères sauvages de Normandie (Groupe Mammalogique Normand - 2004)

Tableau C-II.9-c : Inventaire des mammifères susceptibles d'être rencontrés sur la zone d'étude (liste établie d'après l'Atlas des mammifères sauvages de Normandie – Groupe Mammalogique Normand – 2004)

II.10 ETAT DE REFERENCE RADIOECOLOGIQUE TERRESTRE

La zone d'étude pour la réalisation de l'état de référence radioécologique terrestre comprend la frange littorale à l'ouest, comprise entre Dielette au nord et Surtainville au Sud. La zone étudiée s'étend vers l'est jusqu'à la commune de « Les Pieux ».

II.10.1 Chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement

L'environnement du site de Flamanville a fait l'objet d'études radioécologiques destinées à caractériser la radioactivité présente dans les différents compartiments de l'écosystème terrestre. Ces bilans réalisés avant et pendant l'exploitation du site permettent de suivre l'évolution des niveaux de radioactivité et d'évaluer le marquage imputable aux effluents radioactifs gazeux de l'installation.

L'état de référence a été réalisé entre décembre 1980 et décembre 1981. Les deux tranches du CNPE de Flamanville ont respectivement été couplées au réseau en décembre 1985 et juillet 1986.

Depuis 1991, une campagne de prélèvements et de mesures est réalisée annuellement dans l'environnement immédiat du CNPE. En 1996, soit dix ans après la divergence de la deuxième tranche du CNPE de Flamanville, a été réalisé le premier bilan radioécologique décennal.

Toutes ces études ont été confiées à l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire).

Les informations présentées dans les chapitres suivants sont extraites du bilan radio-écologique décennal de 1996 et des suivis radio-écologiques effectués entre 1997 et 2003.

Les symboles chimiques des radionucléides utilisés dans ce chapitre sont présentés au début du dossier.

Les résultats des mesures effectuées dans les sols, les mousses et les lichens, les végétaux cultivés et non cultivés et les laits sont présentés à la fin du chapitre sous forme de tableaux (Tableau C-II.10-a à Tableau C-II.10-d).

II.10.2 État radioécologique établi avant la mise en service des tranches 1 – 2

Un état de référence radioécologique de l'environnement du site de Flamanville a été réalisé entre décembre 1980 et décembre 1981 dans les différents compartiments du milieu terrestre, dans des zones susceptibles d'être influencées par les effluents gazeux radioactifs du site.

L'essentiel de la radioactivité contenue dans les échantillons environnementaux est d'origine naturelle : elle est due principalement au ^{40}K et dans une moindre mesure aux éléments des familles du ^{232}Th et de l' ^{238}U .

Les prélèvements effectués lors de l'état de référence, avant le démarrage des tranches de Flamanville sont caractérisés par la présence de radionucléides artificiels dont l'origine est à attribuer au tir nucléaire atmosphérique chinois du 16 octobre 1980 et à l'incendie de silo du centre de retraitement de La Hague survenu le 6 janvier 1981.

Le spectre des radionucléides rencontré dans les différents compartiments de l'écosystème terrestre est composé de césium (^{134}Cs et ^{137}Cs), de ruthénium (^{103}Ru et $^{106}\text{Ru}/\text{Rh}^{25}$), de cérium (^{144}Ce et ^{141}Ce), de ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{125}Sb , ^{95}Nb , ^{95}Zr , ^{90}Sr et ^3H . Au maximum, l'activité massique de ces radionucléides atteint 1 Bq/L pour le ^{137}Cs dans l'eau de pluie, 460 Bq/kg sec pour le ^{95}Nb dans les herbes. La plupart de ces radionucléides de courte période physique de décroissance disparaît rapidement de l'écosystème.

Les embruns côtiers peuvent également constituer une source d'apport de radionucléides rejetés sous forme liquide dans la Manche par différents exploitants nucléaires.

II.10.3 Synthèse des résultats obtenus dans le cadre du contrôle réglementaire et des études radioécologiques réalisées dans l'environnement du site depuis la mise en service des tranches 1 – 2

II.10.3.1 Contrôle et surveillance réglementaires réalisés par le site

Réglementairement (arrêté du 11 mai 2000), le site de Flamanville effectue des analyses destinées à contrôler le niveau de rayonnement ambiant et la radioactivité de différents échantillons prélevés dans le périmètre des installations et dans l'environnement immédiat du CNPE.

Les stations de contrôle et de surveillance sont choisies en fonction de la rose des vents locale.

A la différence des études particulières présentées dans les chapitres suivants, les mesures réalisées réglementairement n'identifient pas spécifiquement les radionucléides en présence. Elles donnent une indication sur l'activité globale d'un type d'émetteur (activité β globale, activité γ ambiante, ...). Les compartiments environnementaux terrestres concernés par ces mesures de contrôle et de surveillance sont l'air ambiant, les aérosols, l'eau de pluie, le lait et les végétaux.

Ces mesures globales réalisées à des fréquences relativement courtes permettent de détecter des anomalies d'exploitation, assurant ainsi une fonction de contrôle et d'alerte.

Les mesures réalisées depuis la mise en service de l'installation n'ont décelé, dans l'écosystème terrestre, aucun accroissement de la radioactivité lié à l'exploitation du site de Flamanville.

II.10.3.2 Analyses réalisées entre 1991 et 1995 dans le cadre du suivi radioécologique annuel

Les analyses effectuées annuellement au cours de cette période portent sur une recherche spécifique des radionucléides émetteurs gamma.

La radioactivité naturelle des différents compartiments de l'écosystème terrestre est essentiellement due au ^{40}K . Les éléments des familles du ^{232}Th et de ^{238}U apportent une contribution moindre. Le ^7Be est une composante importante de la radioactivité naturelle des végétaux.

Les suivis radioécologiques réalisés de 1991 à 1995, révèlent que la radioactivité d'origine artificielle est caractérisée essentiellement par la présence de ^{137}Cs dans l'ensemble de l'écosystème terrestre, principalement dans les sols, les mousses et les lichens. La détection de ce radionucléide est à attribuer principalement aux retombées atmosphériques des tirs nucléaires anciens. Un apport par les embruns de ^{137}Cs issu des effluents liquides des installations nucléaires environnantes est également envisagé sur le littoral. A ces deux origines s'ajoute une légère contribution des retombées de l'accident de Tchernobyl.

²⁵ : les isotopes 106 du Rhodium (Rh) et du Ruthénium (Ru) émettent à des énergies proches (0,51 et 0,62 MeV) et ne peuvent pas être dissociés.

En raison de sa courte période physique de décroissance (2 ans), le ^{134}Cs , mesuré dans les végétaux lors de l'état de référence, a disparu de l'écosystème terrestre, après l'arrêt des tirs nucléaires atmosphériques. La présence du ^{134}Cs à deux reprises, jusqu'en 1994, uniquement dans un lichen prélevé en haut des falaises de Flamanville renforce l'hypothèse d'un apport, via les embruns, d'effluents radioactifs rejetés sous forme liquides dans la Manche.

La détection ponctuelle dans les lichens de ^{60}Co , de ^{54}Mn , d' ^{241}Am , de $^{106}\text{Ru/Rh}$ et d' ^{154}Eu confirme cette hypothèse. Une contribution des effluents liquides du CNPE de Flamanville ne peut être exclue pour le ^{60}Co et le ^{54}Mn , cependant leur présence est à attribuer principalement à l'exploitation du centre de retraitement du combustible de la Hague (^{60}Co , ^{54}Mn , ^{241}Am , $^{106}\text{Ru/Rh}$, ^{154}Eu).

Des traces de ^{60}Co ont également été détectées en 1993 dans un lait et en 1995 dans un maïs et un sol maraîcher.

Les prélèvements réalisés au cours de la période 1991-1995, révèlent également la présence de traces d' ^{241}Am dans une salade en 1994.

II.10.3.3 Analyses effectuées dans le cadre du bilan radioécologique décennal 1996

II.10.3.3.1 Radionucléides émetteurs α :

Le ^{238}Pu , le $^{239+240}\text{Pu}$ et l' ^{241}Am sont détectés dans l'ensemble de l'écosystème terrestre (végétaux cultivés, non cultivés, laits et sols). L'exploitation des rapports isotopiques d'activité $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ et $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$ indique que ces radionucléides proviennent majoritairement des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires. A cette origine s'ajoute, pour le ^{238}Pu , une contribution marine des effluents de l'usine de retraitement de La Hague.

Le CNPE de Flamanville ne rejette pas de radionucléides émetteurs alpha, comme le prouvent les contrôles effectués dans le cadre réglementaire.

II.10.3.3.2 Radionucléides émetteurs β :

L'activité β du ^{90}Sr a été recherchée spécifiquement dans un certain nombre d'échantillons. Il a été régulièrement détecté (herbe, mousse, fruit, légume, lait) à des concentrations conformes à celles observées sur le reste du territoire. La valeur maximale est observée dans un prélèvement d'herbe ($4,6 \pm 0,14$ Bq/kg sec). Le ^{90}Sr ne fait pas partie du cortège de radionucléides rejetés par les CNPE. Il provient des retombées atmosphériques consécutives aux tirs militaires aériens.

II.10.3.3.3 Radionucléides émetteurs γ :

Les radionucléides détectés par spectrométrie γ sont principalement d'origine naturelle. Les activités massiques sont similaires à ce qu'elles étaient lors de l'état de référence et au cours des campagnes antérieures du suivi radioécologique annuel. Le ^{40}K demeure le radionucléide quantitativement dominant des écosystèmes terrestres. Les éléments des familles de l' ^{238}U et du ^{232}Th sont principalement détectés dans les mousses, les lichens et les sols. L'activité γ naturelle est aussi due au ^7Be , d'origine atmosphérique, détecté dans quelques végétaux cultivés, et surtout dans les mousses et lichens (de 121 à 500 Bq/kg sec), dont la morphologie se prête bien aux dépôts d'origine atmosphérique.

La radioactivité γ d'origine artificielle est essentiellement due au ^{137}Cs . Dans les sols, l'absence de différence de concentration entre les différentes strates constituées sur un horizon superficiel de 30 cm traduit une origine ancienne de ce radionucléide (essais atmosphériques). Les teneurs en ^{137}Cs dans les mousses et les lichens (16,3 à 30 Bq/kg sec) correspondent à celles mesurées les années précédentes. Les retombées atmosphériques des tirs militaires anciens sont la principale source de ce radionucléide dans les compartiments environnementaux du milieu terrestre.

Des traces de ^{60}Co sont mesurées dans un sol maraîcher qui fait l'objet d'amendements contenant des algues prélevées sur la côte et donc marquées par les radionucléides dispersés dans le milieu marin. Des lichens présentent également des traces de ^{60}Co et d' ^{241}Am . Ces observations confirment celles des suivis radioécologiques antérieurs où l'hypothèse d'un apport de radionucléides provenant du milieu marin était avancée.

Globalement, le spectre des radionucléides mis en évidence est moins diversifié que lors de l'état de référence (1980-1981). Les effluents radioactifs gazeux produits par le CNPE de Flamanville ne modifient pas la nature ni l'activité des radionucléides présents dans l'écosystème terrestre. L'origine de ces radionucléides est à attribuer aux retombées atmosphériques anciennes (transuraniens, ^{90}Sr , ^{137}Cs des tirs militaires aériens anciens) et à un apport marin d'effluents radioactifs liquides.

II.10.3.4 Analyses réalisées entre 1997 et 2003 dans le cadre du suivi radioécologique annuel

Dans le cadre de ces études sont réalisées annuellement des spectrométries gamma sur la totalité des échantillons récoltés. Depuis 2000, les suivis radioécologiques annuels comprennent également une détermination de l'activité du tritium libre dans le lait et l'eau de boisson.

La radioactivité des échantillons récoltés dans l'environnement terrestre du site de Flamanville est due principalement aux radionucléides produits naturellement dans l'écorce terrestre (^{40}K , famille du ^{232}Th et de ^{238}U) et dans l'atmosphère (^7Be). En raison de l'apport d'engrais enrichis en potassium, le ^{40}K peut atteindre 2 800 Bq/kg sec dans les salades (2001).

La radioactivité d'origine artificielle est représentée principalement par le ^{137}Cs , dans les sols (2,6 à 28 Bq/kg sec), les mousses et lichens (1,2 à 21 Bq/kg sec), les végétaux (0,08 à 1,5 Bq/kg sec) et le lait (0,019 à 0,11 Bq/litre). Comme indiqué précédemment, ce radionucléide provient principalement des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires auxquelles s'ajoute un apport marin d'effluents radioactifs rejetés sous forme liquide dans la Manche. Cet apport se traduit ponctuellement par la détection en 2002 de traces de ^{60}Co ($0,31 \pm 0,08$ Bq/kg sec) dans un sol en 1997 et dans six lichens (0,3 à 4,5 Bq/kg sec).

Depuis 2000, le lait et l'eau de boisson récoltés dans le cadre du suivi radioécologique annuel font l'objet d'une détermination spécifique de l'activité du tritium. L'activité de ce radionucléide est inférieure à la limite de détection dans les eaux de boisson (< 2 Bq/L) et elle ne dépasse pas $2,3 \pm 0,7$ Bq/litre dans le lait de vache. Aucune contribution des effluents radioactifs du CNPE de Flamanville n'est constatée dans ces échantillons.

L'iode 131 recherché spécifiquement dans les mousses et les lichens est inférieur à la limite de détection (< 3 Bq/kg sec).

II.10.4 Conclusion des analyses radioécologiques dans le domaine terrestre

La quasi-totalité de la radioactivité contenue dans l'écosystème terrestre provient de radionucléides produits naturellement dans la géosphère et dans l'atmosphère.

L'environnement terrestre du site de Flamanville est caractérisé par la présence de traces de radionucléides issus d'activités humaines. Une partie d'entre eux provient d'un dépôt continu d'aérosols produits lors de la réalisation des essais atmosphériques d'armes nucléaires (^{137}Cs , ^{90}Sr , transuraniens...). A ces retombées atmosphériques s'ajoute un apport de radionucléides artificiels rejetés sous forme liquide dans la Manche et déposés par l'intermédiaire des embruns sur la frange littorale (^{137}Cs , ^{60}Co , ^{238}Pu , ...).

En conclusion, aucune contribution des effluents gazeux des tranches 1-2 implantées sur le site de Flamanville n'est discernable.

	État de référence 1980/1981	Suivis radioécologiques annuels de 1991 à 1995	Bilan décennal radioécologique 1996	Suivis radioécologiques annuels de 1997 à 2003
Émetteurs γ d'origine naturelle (Bq/kg sec)				
Famille du ^{232}Th : ^{228}Ac $^{212}\text{Pb}/\text{Bi} - ^{208}\text{Tl}$	7,4-63 (4/4)	14-92 (19/19) 15-96 (19/19)	16-85 (7/7) -	12-92 (17/17) -
Famille de ^{238}U : $^{234}\text{Th} - ^{234}\text{Pa}$ $^{214}\text{Pb}/\text{Bi}$ ^{210}Pb	18,5 (1/4) - -	19-79 (19/19) 11-51 (11/19) 19-100 (19/19)	15-86 (5/7) - 20-81 (7/7)	20-70 (15/17) - n.m.
^{40}K ^7Be	220-480 (4/4) -	300-1 170 (18/19) 4,6-23 (2/19)	390-1 090 (7/7) 6,5-10 (2/7)	320-1 100 (17/17) 2-4 (3/17)
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq/kg sec)				
^{137}Cs ^{60}Co ^{144}Ce ^{95}Nb	3,7-18,5 (3/4) - 4,8 (1/4) 2,6 (1/4)	4-18 (19/19) 0,26 \pm 0,05 (1/19) - -	4,9-12,2 (7/7) 0,37 \pm 0,05 (1/7) - -	2,6-28 (17/17) 0,31 \pm 0,08 (1/17) - -
Émetteurs β (Bq/kg sec)				
^{90}Sr	2,6-11,1 (4/4)	n.m.	n.m.	n.m.
Émetteurs α (mBq/kg sec)				
^{238}Pu $^{239+240}\text{Pu}$ ^{241}Am	n.m. n.m. n.m.	n.m. n.m. n.m.	5-7 (2/2) 126-198 (2/2) 49-65 (2/2)	n.m. n.m. n.m.

Tous horizons confondus (0-20 cm, 0-30 cm, 0-5 cm, 5-15 cm, 15-30 cm)

n.m. : non mesuré

- : inférieur à la limite de détection

(.../...) : fréquence de détection

Tableau C-II.10-a : Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les sols prélevés dans l'environnement du CNPE de Flamanville entre 1980 et 2003

	État de référence 1980/1981	Suivis radioécologiques annuels de 1991 à 1995	Bilan décennal radioécologique 1996	Suivis radioécologiques annuels de 1997 à 2003
Émetteurs γ d'origine naturelle (Bq/kg sec)				
Famille du ^{232}Th : ^{228}Ac	n.p.	2,5-400 (9/10)	11-39 (3/3)	2-62 (16/20)
$^{212}\text{Pb}/\text{Bi} - ^{208}\text{Tl}$	n.p.	2,5-151 (6/10)	-	-
Famille de ^{238}U : $^{234}\text{Th} - ^{234}\text{Pa}$	n.p.	2,5-35 (8/10)	20-31 (2/3)	-
$^{214}\text{Pb}/\text{Bi}$	n.p.	2,5-310 (6/10)	-	-
^{210}Pb	n.p.	61-910 (9/10)	340-800 (2/3)	n.m.
^{40}K	n.p.	50-4 176 (10/10)	105-330 (3/3)	49-370 (20/20)
^7Be	n.p.	26-630 (9/10)	121-500 (3/3)	37-610 (20/20)
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq/kg sec)				
^{134}Cs	n.p.	0,17-0,63 (2/10)	-	-
^{137}Cs	n.p.	4,8-63 (10/10)	16,3-30 (3/3)	1,2-21 (18/20)
^{60}Co	n.p.	1,1-7,6 (6/10)	4,3 \pm 0,4 (1/3)	0,3-4,5 (6/20)
^{54}Mn	n.p.	0,38-0,4 (2/10)	-	-
^{241}Am	n.p.	1,3-1,9 (3/10)	1,4 \pm 0,4 (1/3)	-
$^{106}\text{Ru}/\text{Rh}$	n.p.	3 \pm 0,7 (1/10)	-	-
^{154}Eu	n.p.	0,45 \pm 0,05 (2/10)	-	-
Émetteurs β (Bq/kg sec)				
^{90}Sr	n.p.	n.m.	0,77-4,4 (2/3)	n.m.
Émetteurs α (mBq/kg sec)				
^{238}Pu	n.p.	n.m.	10-83 (3/3)	n.m.
$^{239+240}\text{Pu}$	n.p.	n.m.	238-281 (3/3)	n.m.
^{241}Am	n.p.	n.m.	94-223 (3/3)	n.m.

n.m. : non mesuré

n.p. : non prélevé

- : inférieur à la limite de détection

(.../...) : fréquence de détection

Tableau C-II.10-b : Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les mousses et les lichens récoltés dans l'environnement du CNPE de Flamanville entre 1980 et 2003

	État de référence 1980/1981	Suivis radioécologiques annuels de 1991 à 1995	Bilan décennal radioécologique 1996	Suivis radioécologiques annuels de 1997 à 2003
Émetteurs γ d'origine naturelle (Bq/kg sec)				
Famille du ²³² Th : ²²⁸ Ac	12 (1/20)	1,8-15 (10/30)	17 ± 2 (1/7)	0,9-21 (13/26)
²¹² Pb/Bi – ²⁰⁸ Tl	-	0,16-11 (12/30)	-	-
Famille de ²³⁸ U : ²³⁴ Th – ²³⁴ Pa	0,16-12 (12/20)	3,6-15 (5/30)	-	1,2±0,6 (1/26)
²¹⁴ Pb/Bi	-	3,6-15 (7/30)	-	-
²¹⁰ Pb	-	1,6-64 (20/30)	55-110 (5/7)	1,2-62 (8/26)
⁴⁰ K	15-3 150 (20/20)	51,6-2 736 (30/30)	370-3 600 (7/7)	330-2 800 (26/26)
⁷ Be	2-570 (14/20)	7,4-696 (26/30)	55-110 (5/7)	37-510 (23/26)
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq/kg sec)				
¹³⁴ Cs	10,5-11,5 (2/20)	-	-	-
¹³⁷ Cs	0,4-120 (18/20)	0,23-16 (14/30)	-	0,08-1,5 (11/26)
⁶⁰ Co	-	1,9 ± 0,3 (1/30)	-	-
⁵⁴ Mn	7,1 (1/20)	-	-	-
²⁴¹ Am	3,8 (1/20)	6,3 ± 0,6 (1/30)	-	-
¹⁰⁶ Ru/Rh	53 (1/20)	-	-	-
¹⁰³ Ru	0,07-90 (6/20)	-	-	-
¹²⁵ Sb	29,6 (1/20)	-	-	-
¹⁴¹ Ce	0,32-105 (6/20)	-	-	-
¹⁴⁴ Ce	5,9-305 (14/20)	-	-	-
⁹⁵ Nb	5,1-460 (14/20)	-	-	-
⁹⁵ Zr	3,9-215 (9/20)	-	-	-
Émetteurs β (⁹⁰Sr : Bq/kg sec ; ³H : Bq/L)				
⁹⁰ Sr	1,2-78 (20/20)	n.m.	0,26-4,6 (4/4)	n.m.
³ H libre	15 (1/2)	n.m.	n.m.	n.m.
Émetteurs α (mBq/kg sec)				
²³⁸ Pu	n.m.	n.m.	0,8-1,8 (2/2)	n.m.
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	n.m.	n.m.	7-8,2 (2/2)	n.m.
²⁴¹ Am	n.m.	n.m.	3,9-8 (2/2)	n.m.

Fruits, légumes, herbes, céréales, fourrages

n.m. : non mesuré

- : inférieur à la limite de détection

(.../...) : fréquence de détection

Tableau C-II.10-c : Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les végétaux cultivés et non cultivés récoltés dans l'environnement du CNPE de Flamanville entre 1980 et 2003

	État de référence 1980/1981	Suivis radioécologiques annuels de 1991 à 1995	Bilan décennal radioécologique 1996	Suivis radioécologiques annuels de 1997 à 2003
Émetteurs γ d'origine naturelle (Bq/L)				
Famille de ^{238}U :				
$^{234}\text{Th} - ^{234}\text{Pa}$	0,05-4,04 (6/18)	-	-	-
$^{214}\text{Pb}/\text{Bi}$	-	-	-	-
^{210}Pb	-	-	-	-
^{40}K	23-57 (18/18)	31,6-54 (5/5)	95-132 (2/2)	37-53,5 (7/7)
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq/L)				
^{137}Cs	0,035-0,75 (14/18)	0,02-0,16 (4/5)	0,05 ± 0,007 (1/2)	0,019-0,11 (5/7)
^{60}Co	-	0,02±0,002 (1/5)	-	-
Émetteurs β (Bq/L)				
^{90}Sr	0,08-0,4 (18/18)	n.m.	0,22-0,26 (2/2)	n.m.
$^3\text{H libre}$	37 (1/18)	n.m.	n.m.	1,4-2,3 (4/4)
Émetteurs α (mBq/L)				
^{238}Pu	n.m.	n.m.	0,055-0,19 (2/2)	n.m.
$^{239+240}\text{Pu}$	n.m.	n.m.	0,13-0,2 (2/2)	n.m.
^{241}Am	n.m.	n.m.	0,19-0,27 (2/2)	n.m.

n.m. : non mesuré

n.p. : non prélevé

- : inférieur à la limite de détection

(.../...) : fréquence de détection

Tableau C-II.10-d : Radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les laits récoltés dans l'environnement du CNPE de Flamanville entre 1980 et 2003

PIECE C

CHAPITRE III

ETAT DE REFERENCE

DES ESPACES ET DES ESPECES SENSIBLES

SOMMAIRE Chapitre III

III	ETAT DE REFERENCE DES ESPACES ET DES ESPECES SENSIBLES.....	3
III.1	ZONES NATURELLES D'INTERET ÉCOLOGIQUE, FAUNISTIQUE ET FLORISTIQUE (ZNIEFF)	3
III.2	NATURA 2000	8
III.2.1	Le réseau Natura 2000	8
III.2.2	La notion d'habitat.....	8
III.2.3	Présentation des sites identifiés.....	9
III.2.4	Habitats naturels identifiés sur ces sites	12
III.2.5	Espèces concernées sur les SIC	13
III.2.5.1	Espèces d'oiseaux concernées sur la ZPS.....	13
III.3	AUTRES ZONES PROTEGEES.....	14

SOMMAIRE Tableaux Chapitre III

Tableau C-III-a :	Descriptif des zones d'intérêt écologique, faunistique et floristique situées dans un rayon de 5 km autour du site de Flamanville.....	7
Tableau C-III-b :	Références des sites susceptibles d'être classés ou classés NATURA 2000 situés à proximité du site de Flamanville	11
Tableau C-III-c :	Habitats prioritaire et d'intérêt communautaire sur les sites FR2500082 et FR2500083.	12
Tableau C-III-d :	Espèces prioritaire et d'intérêt communautaire sur les sites FR2500082 et FR2500083	13
Tableau C-III-e :	Espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire sur la ZPS FR2512002	14

III ETAT DE REFERENCE DES ESPACES ET DES ESPECES SENSIBLES

L'étude des espaces et espèces sensibles porte sur les sites présents à proximité du site de Flamanville (dans un rayon inférieur à 10 km).

III.1 ZONES NATURELLES D'INTERET ÉCOLOGIQUE, FAUNISTIQUE ET FLORISTIQUE (ZNIEFF)

En France, l'inventaire régional des ZNIEFF a pour objectif la connaissance des espaces naturels, terrestres et marins, dont l'intérêt repose soit sur l'équilibre et la richesse de l'écosystème soit sur la présence d'espèces de plantes ou d'animaux rares et menacées.

Deux types de ZNIEFF sont définis :

- les zones de type I : secteurs de superficie en général limitée, caractérisés par leur intérêt biologique remarquable ;
- les zones de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes.

Dans un rayon de 5 km autour du CNPE de Flamanville, l'inventaire ZNIEFF recense six ZNIEFF, dont deux de type II et quatre de type I. Elles sont représentées dans la **Figure G-8** en **Document 4** et décrites dans le Tableau C-III-a.

Surface (ha)	Type	Numéro ZNIEFF	Nom	Commentaire Général
7000	II	0011.0000	La Hague	<p>Cette mosaïque de milieux naturels induit une flore et une faune marines et continentales extraordinairement variées et riches, comptant nombre d'espèces protégées au niveau régional (*) et national (**).</p> <p>En ce qui concerne la flore, l'estran rocheux adjacent aux falaises est d'une grande richesse algale, par le nombre et la variété des espèces rencontrées. Citons plus particulièrement l'Alarie verte (<i>Alaria esculenta</i>), la Bornétie articulée (<i>Bornetia secundiflora</i>), la Délesserie sanguine (<i>Delesseria sanguinea</i>), trois espèces rares au niveau régional. Les platiers rocheux sont entrecoupés de plages de sableuses, colonisées par endroits par des herbiers de Zostère marine (<i>Zostera marina</i>*). Les levées de galets, fréquentes, sont le domaine du Choux marin (<i>Crambe maritima</i>**), très abondant dans certains secteurs. Sur les falaises soumises aux embruns, signalons la présence de la Doradille marine (<i>Asplenium marinum</i>*), fougère inféodée aux fissures ombragées, de l'Inule faux-crithme (<i>Inula crithmoides</i>*) ou encore de la forme couchée du Genêt à balais (<i>Sarothamnus scoparius ssp. prostratus</i>*). Ces falaises sont surmontées de vastes landes dominées par les bruyères et les ajoncs, rappelant le caractère hyperocéanique du climat et la pauvreté des sols. Dès que l'on quitte le domaine purement marin, elles couvrent la majorité de l'espace littoral mais sont néanmoins diversifiées au gré des variations géologiques, topographiques et microclimatiques. (...)</p> <p>Dans la partie sud de la zone, les falaises laissent place çà un vaste massif dunaire, comptant parmi les plus puissants de notre littoral. Il regroupe la succession végétale caractéristique des dunes atlantiques depuis le haut de plage jusqu'aux dunes boisées.</p> <p>Au niveau de la dune fixée, mentionnons le recensement de l'Asperge prostrée (<i>Asparagus officinalis ssp. prostratus</i>*), de l'œillet de France (<i>Dianthus gallicus</i>**), de la Garance voyageuse (<i>Rubia peregrina</i>*), de la Véronique en épi (<i>Veronica spicata</i>*), d'un champignon (<i>Tulostoma brumale</i>)...</p> <p>Ces dunes fixées sont parsemées par nombre de dépressions humides dont certaines sont permanentes, constituant de véritables mares comme celle de Vauville s'étendant sur environ 2 000 m de long et 500 m de large. Ces dépressions abritent une flore hygrophile spécialisée. Parmi les espèces les plus remarquables, mentionnons la Laïche ponctuée (<i>Carex punctata</i>*), la Littorelle uniflore (<i>Littorella uniflora</i>**), le Cératophylle submergé (<i>Ceratophyllum submersum</i>*), la Pyrole des dunes (<i>Pyrola rotundifolia</i>**), la Renoncule grande douve (<i>Ranunculus lingua</i>**), la Germandrée des marais (<i>Teucrium scordium ssp. scordioides</i>*) et la Sagine noueuse (<i>Sagina nodosa</i>*).</p> <p>Les bryophytes et les lichens comptent quelques espèces intéressantes.</p> <p>En ce qui concerne la faune, plusieurs spécificités biologiques caractérisent le site. L'estran rocheux, combiné aux eaux très brassées, génère une faune d'une grande richesse.</p> <p>Parmi les invertébrés les plus intéressants, citons une méduse peu commune, <i>Lucernaria quadricornis</i>, une cnidaire au polype brillamment coloré, <i>Corynactis viridis</i>, un échinoderme crinoïde, <i>Aneton bifida</i>...</p> <p>Les mollusques gastéropodes sont également nombreux sur cet estran rocheux ainsi que de nombreux poissons.</p> <p>Au niveau entomologique, parmi les odonates, citons l'Agrion vert (<i>Erythroma viridulum</i>) et une espèce rare d'orthoptère observé également sur ce site : l'Oedipode turquoise (<i>Oedipoda caerulescens</i>).</p> <p>Les coléoptères sont très nombreux, tant sur les secteurs dunaires que dans les prairies humides et les mares. L'arachnofaune a également ses représentants, avec notamment, l'Agryronète (<i>Agryroneta aquatica</i>) présente dans les mares.</p> <p>Les papillons diurnes et nocturnes sont aussi très nombreux dans cette zone et leur inventaire a permis d'en observer de très intéressants tels la Sésie de l'œillet marin (<i>Bembecia muscaeformis</i>), espèce découverte en 1992 qui n'avait jamais été signalée dans la Manche, le Petit nacré (<i>Issoria lathonia</i>), l'Hespéride de la sanguisorbe (<i>Spialia sertorius</i>)...</p> <p>Les marais arrière-littoraux retiennent un grand nombre d'amphibiens dont certains sont rares. Sur le plan ornithologique, la grande richesse du site découle également de la variété et de la qualité des milieux naturels et de la constante complémentarité entre les domaines marin et continental.</p>

Surface (ha)	Type	Numéro ZNIEFF	Nom	Commentaire Général
7000	II	0011.0000	La Hague (suite)	<p>Les falaises et îlots rocheux retiennent nombre d'oiseaux nicheurs particulièrement intéressants comme le Faucon pèlerin (<i>Falco peregrinus</i>), l'Huîtrier-pie (<i>Haematopus ostralegus</i>), le Grand corbeau (<i>Corvus corax</i>)...les habitats dunaires et marécageux abritent le Fuligule milouin (<i>Aythya ferina</i>), le Fuligule morillon (<i>Aythya fuligula</i>), le Gravelot à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>)...les vastes secteurs de landes plus ou moins hautes sont le domaine de nidification de l'Engoulevent d'Europe (<i>Caprimulgus europaeus</i>), du Courlis cendré (<i>Numenius arquata</i>)...</p> <p>En ce qui concerne les mammifères, le site abrite ponctuellement des espèces intéressantes de chiroptères : le grand Rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>), le grand Murin (<i>Myotis myotis</i>), le Vespertilion à oreilles échanquées (<i>Myotis emarginatus</i>), le Vespertilion de Daubenton (<i>Myotis daubentonii</i>), quatre chauve-souris pour lesquelles les galeries souterraines constituent un des lieux d'hibernation de première importance au niveau régional et national.</p> <p>Notons également que ce site renferme la Musaraigne bicolore (<i>Crocidura leucodon</i>), assez rare dans cette région.</p>
565,1	I	250008147 / n°régional 0011.0017	Massif dunaire de Biville, Vasteville et Héauville	<p>Regroupant tous les types de milieux dunaires (dune embryonnaire, dune vive à Oyat, dune fixée), ce massif constitue l'unique exemple français de dunes en barkhanes. La <u>diversité des associations végétales</u> (thermophiles, hygrophiles) est à l'origine de son grand intérêt botanique. De nombreuses espèces rares, dont certaines sont protégées au niveau national ou régional, y ont été recensées. Citons plus particulièrement le Chou marin (<i>Crambe maritima</i>**), l'Oeillet de France (<i>Dianthus gallicus</i>**), la Pensée naine (<i>Viola kitaibeliana</i>), l'Ophioglosse vulgaire (<i>Ophioglossum vulgatum</i>), la Renoncule à petites fleurs (<i>Ranunculus parviflorus</i>), l'Asperge prostrée (<i>Asparagus officinalis ssp. prostratus</i>*), le Cynodon (<i>Cynodon dactylon</i>), la Koélerie blanchâtre (<i>Koeleria albescens</i>), la Scille d'automne (<i>Scilla autumnalis</i>), le Spiranthe d'automne (<i>Spiranthes spiralis</i>), l'Arabette hirsute (<i>Arabis hirsuta</i>), le Bec-de-grue glutineux (<i>Erodium glutinosum</i>), la Moenchie dressée (<i>Moenchia erecta</i>), le Polycarpon à quatre feuilles (<i>Polycarpon tetraphyllum</i>*), le Rosier pimprenelle (<i>Rosa pimpinellifolia</i>), la Garance voyageuse (<i>Rubia peregrina</i>*), le Silène conique (<i>Silene conica</i>), le Trèfle occidental (<i>Trifolium occidentale</i>), la Véronique en épi (<i>Veronica spicata</i>*), le Marisque (<i>Cladium mariscus</i>), le Jonc aigu (<i>Juncus acutus</i>), la Pyrole à feuilles rondes (<i>Pyrola rotundifolia</i>*), la Sagine noueuse (<i>Sagina nodosa</i>*), la Germandrée des marais (<i>Teucrium scordium ssp. scordioides</i>*), le Scirpe pauciflore (<i>Eleocharis quinqueflora</i>), l'Hippocrépis à toupet (<i>Hippocrepis comosa</i>)... Sur le plan mycologique, de nombreuses espèces intéressantes typiques ont été recensées dont <i>Tulostoma brumale</i>. Les quelques relevés entomologiques effectués sur ce site ont permis de recenser deux espèces peu communes de papillons : l'argus bleu céleste (<i>Lysandra bellargus</i>) et le Sphinx de l'euphorbe (<i>Hyles euphorbiae</i>). De nombreux oiseaux fréquentent ce massif dunaire et ses abords. On a pu recenser la nidification de l'Hirondelle de rivage (<i>Riparia riparia</i>), du grand Gravelot (<i>Charadrius hiaticula</i>), du Gravelot à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>), du Traquet motteux (<i>Oenanthe oenanthe</i>)...</p>

Surface (ha)	Type	Numéro ZNIEFF	Nom	Commentaire Général
180,39	I	250008410 / n°régional 0039.0001	Cap de Flamanville	Le massif de Flamanville constitue un énorme cap hémicirculaire développant <u>environ 7 km de hautes falaises dénichées orientées au sud et à l'ouest</u> . Il culmine à 89 mètres. De nombreuses découpures et vauzeuses modèlent un relief ondulé et rayonnant, entraînant des variations d'exposition et d'humidité. Correspondant à un gros dôme de granite porphyroïde sans doute d'âge carbonifère avec de nombreux filons de microgranulite, le cap de Flamanville présente un <u>intérêt géomorphologique</u> . Le cap de Flamanville présente un <u>intérêt floristique extraordinaire</u> par la richesse des pelouses à thérophytes (plantes dont le cycle de développement complet se déroule sur moins d'une année) qui occupent une bonne partie de ce site. On note la présence d'espèces rares à très rares et/ou protégées au niveau régional tels la Romulée à petites fleurs (<i>Romulea columnae</i> *), le Trèfle étouffé (<i>Trifolium suffocatum</i>), le Trèfle occidental (<i>Trifolium occidentale</i>), la Scille d'automne (<i>Scilla autumnalis</i>), le Polycarpon à quatre feuilles (<i>Polycarpon tetraphyllum</i> *), l'Orpin d'Angleterre (<i>Sedum anglicum</i>), le Tabouret des champs (<i>Thlapsi arvense</i>). Les dépressions humides sont favorables au Choin noirâtre (<i>Schoenus nigricans</i>) et au Jonc aigu (<i>Juncus acutus</i>). Signalons également le recensement de l'Inule faux-crithme (<i>Inula crithmoides</i> *) et du Statice à deux nervures (<i>Limonium binervosum</i>). La Tillée mousse (<i>Crassula tillaea</i>), le Trèfle souterrain (<i>Trifolium subterraneum</i>), le Jonc capité (<i>Juncus capitatus</i> *), la Radiole faux-lin (<i>Radiola linoides</i>), la Sagine subulée (<i>Sagina subulata</i>), espèces signalées sur le site, n'ont pas été revues récemment. Les digues de la centrale électrique constituent un lieu de nidification pour le grand Cormoran (<i>Phalacrocorax carbo</i>), le Cormoran huppé (<i>Phalacrocorax aristotelis</i>), les Goélands marin (<i>Larus marinus</i>), brun (<i>L. fuscus</i>) et argenté (<i>L. argentatus</i>), l'Huitrier-pie (<i>Haematopus ostralegus</i>). La Fauvette pitchou (<i>Sylvia undata</i>) niche dans les landes et le grand Corbeau (<i>Corvus corax</i>) se reproduit sur les falaises.
34,41	I	250008411 / n°régional 0039.0002	Landes de Sciotot	Cette zone se présente comme une <u>lande qui se développe sur une falaise fossile</u> fortement marquée par l'influence marine. <u>56 espèces végétales</u> ont été dénombrées sur ce site, dont quelques espèces intéressantes comme la Moenchie dressée (<i>Moenchia erecta</i>), le Trèfle à petites fleurs (<i>Trifolium micranthum</i>), le Trèfle souterrain (<i>Trifolium subterraneum</i>), l'Orpin d'Angleterre (<i>Sedum anglicum</i>)...
910,59	II	250008409 / n°régional 0039.0000	Dunes et falaises de Flamanville au Rozel	L'intérêt géomorphologique du Cap de Flamanville est complété par un <u>grand intérêt botanique dû aux pelouses à thérophytes</u> . On note sur ce site de nombreuses espèces rares, protégées au niveau national ou régional. Parmi les thérophytes printanières colonisant les pelouses siliceuses, citons la variété maritime de l'Hélianthème à gouttes (<i>Tuberaria guttata var. maritima</i> *), écotype endémique, la Romulée à petites fleurs (<i>Romulea columnae</i> *), le Polycarpon à quatre feuilles (<i>Polycarpon tetraphyllum</i> *), le Tabouret des champs (<i>Thlapsi arvense</i>)... Signalons également la présence sur les falaises de l'Inule faux-crithme (<i>Inula crithmoides</i> *). Les dunes du Rozel renferment la Pensée naine (<i>Viola kitaibeliana</i>) et la Giroflée des dunes (<i>Matthiola sinuata</i> *), représentée par une seule touffe. Certaines espèces n'ont toutefois pas été revues récemment. Il s'agit notamment de la petite Centaurée à feuilles en tête (<i>Centaurium capitatum</i> **), des Renoncules des marais (<i>Ranunculus paludosus</i> *) et à petites fleurs (<i>Ranunculus parviflorus</i>), du Trèfle de Boccone (<i>Trifolium bocconeii</i> *), du Trèfle raide (<i>Trifolium strictum</i>)... <u>L'intérêt ornithologique</u> du site se révèle par la nidification du Gravelot à collier interrompu (<i>Charadrius alexandrinus</i>) sur la haute plage, du Vanneau huppé (<i>Vanellus vanellus</i>) et de la Bergeronnette printanière (<i>Motacilla flava</i>) dans les mielles, de la Fauvette pitchou (<i>Sylvia undata</i>) dans les landes et du grand Corbeau (<i>Corvus corax</i>) dans les falaises. On note aussi la présence régulière, en hivernage et en passage internuptial, du grand Gravelot (<i>Charadrius hiaticula</i>), du Pluvier argenté (<i>Pluvialis squatarola</i>) et du Bécasseau sanderling (<i>Calidris alba</i>).

Surface (ha)	Type	Numéro ZNIEFF	Nom	Commentaire Général
54,24	I	0039.0003	Landes du Rozel	<p>Cet ensemble dunaire, bien que morcelé et assez anthropisé conserve un intérêt biologique certain. La dune fixée est le biotope qui contient le plus d'espèces d'intérêt patrimonial. Citons, entre autres, le Buplèvre aristé (<i>Bupleurum baldense</i>), le Silène conique (<i>Silene conica</i>), le Trèfle enterreur (<i>Trifolium subterraneum</i>), la Pensée des dunes (<i>Viola kitaibeliana</i>)...</p> <p>Au niveau de la dune vive à Oyat (<i>Ammophila arenaria</i>), on note la présence de deux espèces très rares au niveau régional. Il s'agit de la Giroflée des dunes (<i>Matthiola sinuata</i>), représentée par une seule touffe et de l'orobanche violette (<i>Orobanche amethystea</i>) dont seulement quelques pied ont été recensés. signalons enfin la présence sur le site, au niveau de prairies mésophiles, du Cynodon (<i>Cynodon dactylon</i>) et du Polycarpon à quatre feuilles (<i>Polycarpon tetraphyllum</i>) qui fait l'objet d'une protection au niveau régional. L'intérêt ornithologique du site se révèle par la nidification du Gravelot à collier interrompu sur la haute plage, du Vanneau huppée et de la Bergeronnette printanière dans les mielles. La présence régulière, en hivernage et en passage inter-nuptial, du grand Gravelot, du Pluvier argenté et du Bécasseau sanderling est également à noter.</p>

** : espèce protégée au niveau national ; * espèce protégée au niveau régional

Source : DIREN Basse-Normandie

Tableau C-III-a : Descriptif des zones d'intérêt écologique, faunistique et floristique situées dans un rayon de 5 km autour du site de Flamanville

III.2 NATURA 2000

III.2.1 Le réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000 est un réseau écologique européen cohérent formé par les Zones de Protection Spéciales ZPS (instituées en application de la directive « Oiseaux¹ ») et les Zones Spéciales de Conservation ZSC (instituées en application de la directive « Habitat² »).

Rappel sur le classement des sites concernés par la Directive « Habitats » :

Les états membres font des propositions de Sites d'Intérêt Communautaire (pSIC). Les SIC sont ensuite validés par décision de la communauté européenne. Une fois validés, les SIC sont voués à devenir des Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

Dans les zones de ce réseau, les États Membres s'engagent à maintenir dans un état de conservation favorable les types d'habitats et d'espèces concernés. Pour ce faire, ils peuvent utiliser des mesures réglementaires, administratives ou contractuelles. L'objectif est de promouvoir une gestion adaptée des habitats tout en tenant compte des exigences économiques, sociales et culturelles, ainsi que des particularités régionales et locales de chaque État Membre.

La désignation des sites ne conduit pas les États Membres à interdire a priori les activités humaines dès lors que celles-ci ne remettent pas en cause significativement l'état de conservation favorable des habitats et des espèces concernés.

III.2.2 La notion d'habitat

Un habitat, au sens de la Directive européenne "habitats", est un ensemble indissociable comprenant :

- une faune, avec des espèces ayant tout ou partie de leurs diverses activités vitales sur l'espace considéré,
- une végétation,
- des conditions externes (conditions climatiques, géologiques et hydrauliques).

Un habitat ne se réduit donc pas uniquement à la végétation.

¹ Directive n°92/43/CEE ; elle concerne la conservation des espaces naturels ainsi que la faune et la flore sauvages.

² Directive n°74/409/CEE ; elle vise à assurer une protection de toutes les espèces d'oiseaux vivant naturellement à l'état sauvage sur le territoire européen

On distingue donc :

- l'habitat naturel : milieu naturel ou semi-naturel, aux caractéristiques biogéographiques et géologiques particulières et uniques, dans lequel vit une espèce ou un groupe d'espèces animales et végétales ;
- l'habitat d'espèce : milieu où vit l'espèce considérée, au moins à l'un des stades de son cycle biologique ;
- les habitats et espèces d'intérêt communautaire sont les habitats et espèces considérés comme patrimoniaux au sens de la directive 92/43/CEE dite directive « Habitats-Faune-Flore ». Certains d'entre eux sont dits prioritaires et doivent alors faire l'objet de mesures urgentes de gestion conservatoire. Les habitats d'intérêt communautaire sont indexés à l'annexe I de la directive. Pour les espèces animales et végétales, deux annexes sont à considérer :
 - l'annexe II : « espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation » ;
 - l'annexe IV : « espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte ».

III.2.3 Présentation des sites identifiés

Trois sites susceptibles d'être classés ou classés Natura 2000 ont été identifiés à proximité du site de Flamanville ; ils sont représentés sur la **Figure G-9** en **Document 4**.

Les sites FR2500083 (SIC): « Massif dunaire de Héauville à Vauville » et FR2512002 (ZPS) « Landes et dunes de la Hague » se situent à environ 5 km du site de Flamanville ; le site FR2500082 (SIC) : « Littoral ouest du cotentin de Saint-Germain-sur-Ay au Rozel » se situe à environ 7 km du CNPE.

Les références et l'état d'avancement du classement de ces sites sont présentés dans le Tableau C-III-b..

- Site FR2500083 : « Massif dunaire de Héauville à Vauville ».

Ce massif dunaire, SIC proposé au réseau Natura 2000, est situé au nord du CNPE et se trouve entre le village de Clairefontaine au sud et les falaises de la Hague au nord. Deux rivières de prélèvement du CNPE traversent le site : le « Petit Douet » et le « Grand Douet » tandis que « la Diélette » est au sud.

Ce site est composé de plusieurs types d'habitats naturels reconnus d'importance communautaire et présentant des étendues et des états de conservation remarquables : neuf habitats sont d'intérêt européen dont un prioritaire (du type dunes côtières fixées à végétation herbacée – voir Tableau C-II.3.2-a).

Ce site correspond à un vaste massif dunaire, parmi les plus puissants du littoral manchois. Il constitue avec un linéaire de sept kilomètres, un des plus beaux exemples français de dunes de barkhanes³.

³ se dit d'une dune formant un croissant convexe du côté du vent.

Ce massif dunaire s'est édifié au quaternaire à l'occasion de récents retraits de la mer après des périodes de glaciation. La lentille souterraine d'eau douce, piégée sous le complexe dunaire, est ici particulièrement importante. Si nombre de dépressions intra-dunaires sont seulement humides, certaines sont occupées par de véritables mares, comme celle de Vauville, réserve naturelle s'étendant sur environ 2000 mètres de long sur 500 mètres de large.

Cet ensemble écologique homogène regroupe tous les types de milieux dunaires, générant des formations végétales très diversifiées (thermophiles⁴, hygrophiles⁵, aquatiques) et d'un grand intérêt patrimonial.

Afin de préserver les habitats naturels dans un état de conservation favorable, des modalités d'actions pour une gestion appropriée ont été consignées dans un document d'objectifs.

Ce document propose des préconisations de gestion des habitats face aux menaces telles :

- embuissonnement et anthropisation des dunes,
 - comblement des dépressions humides,
 - érosion liée au surpiétinement des dunes et des pelouses.
- Site FR 2500082 : « Littoral ouest du cotentin de Saint-Germain-sur-Ay au Rozel »

Ce site, SIC proposé au réseau Natura 2000, se trouve au sud du CNPE et des rivières où l'eau est prélevée. Il s'étend du Rozel à Saint-Germain-sur-Ay.

Il est marqué par des ensembles dunaires, deux havres et deux caps rocheux. Les dunes d'Hatainville à Surtainville, plus vaste ensemble dunaire continu de la côte ouest du Cotentin, constituent des havres avec les dunes voisines et celles de Bretteville, un long bandeau de sable découpé par l'urbanisation.

Les inventaires menés jusqu'ici ont tous reconnu l'intérêt patrimonial et biologique du site tant du point de vue des habitats que des espèces.

Les principales orientations du document d'objectifs sont les suivantes :

- restaurer et maintenir les dunes ;
 - restaurer et diversifier les dépressions humides ;
 - garantir la diversité des milieux d'estran ;
 - maintenir la végétation des falaises ;
 - gérer la fréquentation.
- Site FR2512002 « Landes et dunes de la Hague »
- Cette ZPS de 4914 ha (dont 2624 ha sur le Domaine Public Maritime), se situe au Nord du CNPE de Flamanville et débute au niveau du village de Clairefontaine au sud et longe les côtes du cap de la Hague jusqu'à Urville-Nacqueville. Deux rivières de prélèvement du CNPE traversent le site : le « Petit Douet » et le « Grand Douet » tandis que « la Diélette » est au sud.

⁴ Terme attribué aux formations liées à des stations chaudes et nécessairement ensoleillées.

⁵ Terme attribué aux formations à caractère humide.

La presqu'île essentiellement granitique de la Hague présente une grande variété de milieux : falaises abruptes prolongées en mer par des îlots et des paliers rocheux, landes atlantiques et pelouses silicoles, landes tourbeuses et bois, massifs dunaires et plages de sables et galets, marais arrière-littoraux, pannes dunaires, vallons et ruisseaux...

Du fait de cette mosaïque de milieux l'avifaune présente sur cette zone est très riche et diversifiée. Ce site présente un grand intérêt ornithologique aussi bien période de nidification, en période hivernale, en migration et en estivage.

N°	Type	Nom	Arrêté	Document d'objectifs	Cartographie
FR 2500082	SIC	Littoral ouest du cotentin de Saint-Germain-sur-Ay au Rozel	Décision de la commission du 07/12/2004 arrêtant, en application de la directive 92/43/CEE du Conseil, la liste des sites d'importance communautaire pour la région biogéographique atlantique	Rédaction en cours	Oui
FR2500083	SIC	Massif dunaire de Héauville à Vauville	Décision de la commission du 07/12/2004 arrêtant, en application de la directive 92/43/CEE du Conseil, la liste des sites d'importance communautaire pour la région biogéographique atlantique	Rédaction en cours	Oui
FR2512002	ZPS	Landes et dunes de la Hague	Arrêté du 8 mars 2006 portant désignation du site Natura 2000 Landes et dunes de la Hague (zone de protection spéciale)	Non débuté	Oui

Tableau C-III-b : Références des sites susceptibles d'être classés ou classés NATURA 2000 situés à proximité du site de Flamanville

III.2.4 Habitats naturels identifiés sur ces sites

Un seul habitat prioritaire a été recensé sur les deux sites, qui regroupent également plusieurs habitats d'intérêt communautaire.

Le Tableau C-III-c présente les habitats prioritaire et d'intérêt communautaire identifiés pour ces sites.

Type d'habitat	Code N2000	Intitulé de l'habitat sur le site	Intérêt	FR 2500082		FR 2500083	
				(1)	(2)	(1)	(2)
Dunes maritimes et intérieures	2130	Dunes côtières fixées à végétation herbacée	P	32%	C	67%	A
	2120	Dunes mobiles du cordon littoral	ic	5%	C	14%	B
	2190	Dépressions humides intra-dunales	ic	3%	C	9%	B
	2170	Dunes à saules rampants	ic	1%	C	5%	B
	2110	Dunes mobiles embryonnaires	ic	2%	C	1%	C
	2160	Dunes à hippophaë rhamnoides	ic	1%	C		
Eaux douces	3150	Lacs eutrophes ⁶ naturels	ic			1%	C
	3140	Eaux oligo-mésotrophes ⁷ calcaires avec végétation benthique à Characées	ic			1%	C
Habitats côtiers et végétations halophytiques	1140	Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	ic			1 %	C
	1210	Végétations annuelles des laissés de mer	ic	1%	C	1 %	C
	1130	Estuaires	ic	15%	C		
	1330	Prés salés atlantiques	ic	5%	C		
	1320	Prés à Spartina	ic	3%	C		
	1230	Falaises avec végétation des côtes atlantiques et baltiques	ic	2%	C		
	1310	Végétations pionnières à Salicornia et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses	ic	2%	C		
Landes et fourrés tempérés	4030	Landes sèches européennes	ic	1%	C		

P = prioritaire ; ic = intérêt communautaire

(1) = surface

(2) = superficie relative = superficie du site couverte par le type d'habitat naturel par rapport à la superficie totale couverte par ce type d'habitat naturel sur le territoire national (en %). A = site remarquable pour cet habitat (15 à 100%) ; B = site très important pour cet habitat (2 à 15%) ; C = site important pour cet habitat (inférieur à 2%)

Tableau C-III-c : Habitats prioritaire et d'intérêt communautaire sur les sites FR2500082 et FR2500083

⁶ Terme attribué aux eaux riches en éléments organiques.

⁷ Lacs et mares avec des eaux relativement riches en bases dissoutes ou avec des eaux bleu verdâtre, très claires et pauvres à moyennement riches en éléments minéraux nutritifs, riches en bases.

III.2.5 Espèces concernées sur les SIC

Une espèce d'intérêt communautaire est présente sur les deux sites. De plus, l'un des sites abrite une espèce prioritaire et une espèce d'intérêt communautaire.

Le Tableau C-III-d présente les espèces prioritaire et d'intérêt communautaire présentes sur les sites.

Classe	Nom vernaculaire	Non scientifique	Code Natura 2000	Intérêt	Population relative	
					FR2500082	FR2500083
Amphibien	Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i>	1166	ic	C	C
Invertébrés	Ecaille chinée	<i>Callimorpha quadripunctaria</i>	1078	P	C	
Plantes	Liparis de Loesel	<i>Liparis loeselii</i>	1903	ic	C	

P = prioritaire ; ic = intérêt communautaire C= site important pour cette espèce (inférieur à 2%)

Tableau C-III-d : Espèces prioritaire et d'intérêt communautaire sur les sites FR2500082 et FR2500083

III.2.5.1 Espèces d'oiseaux concernées sur la ZPS

Ce site abrite quelques 21 espèces d'oiseaux citées à l'annexe 1 de la Directive « Oiseaux ». Ces espèces, les plus menacées, doivent faire l'objet de mesures spéciales de conservation afin d'assurer leur survie et leur reproduction.

Le Tableau C-III-e présente les espèces d'intérêt communautaire présentes ou potentiellement présentes sur cette ZPS.

Nom vernaculaire	Non scientifique	Code Natura 2000	Statut sur la ZPS
Plongeon catmarin	<i>Gavia stellata</i>	A001	M – H
Plongeon arctique	<i>Gavia arctica</i>	A002	M – H
Plongeon imbrin	<i>Gavia immer</i>	A003	M – H
Grèbe esclavon	<i>Podiceps auritus</i>	A007	M – H
Butor étoilé	<i>Botaurus stellaris</i>	A021	M – H
Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	A081	M – H, N
Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	A082	M – H, N
Faucon émerillon	<i>Falco columbarius</i>	A098	M – H
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	A103	M – H, N
Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>	A138	M – N
Barge rousse	<i>Limosa lapponica</i>	A157	M – E
Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i>	A176	M – H, N
Sterne caugék	<i>Sterna sandvicensis</i>	A191	M – E
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	A193	M – E
Sterne naine	<i>Sterna albifrons</i>	A195	M – E
Guifette noire	<i>Chlidonia niger</i>	A197	M – E
Hibou des marais	<i>Asio flammeus</i>	A222	M – H
Engoulevent d'Europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>	A224	M – N
Martin-pêcheur d'Europe	<i>Alcedo atthis</i>	A229	M – H, N
Phragmite aquatique	<i>Acrocephalus pludicola</i>	A294	M – E
Fauvette pitchou	<i>Sylvia undata</i>	A302	R

Statut : Population R = Résidente ; Population M = Migratoire, N = espèce nicheuse, c'est-à-dire utilisant le site pour se reproduire ; H = hivernage ; E = étape

Tableau C-III-e : Espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire sur la ZPS FR2512002

III.3 AUTRES ZONES PROTEGEES

On ne recense pas dans le périmètre d'étude :

- de réserve naturelle. Pour information, la réserve naturelle « Mare de Vauville » est la plus proche des 3 réserves de Basse-Normandie ; elle est cependant située à plus de 10 km au Nord-Est du site de Flamanville ;
- de parc naturel régional ;
- de réserve biologique ;
- de zone visée par un arrêté de protection du biotope ;
- de ZICO (Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux).

Pour information, les ZICO présentes au sein du département se répartissent sur des sites éloignés du CNPE de Flamanville. Elles sont, sur le littoral : les falaises du Bessin, et en complexe fluviomarín : le marais du Cotentin-Bessin, la baie des Veys, la baie du Mont Saint-Michel et le havre de la Sienne.

PIECE C

CHAPITRE IV

DESCRIPTION DU PAYSAGE ET DE LA SOCIO-ECONOMIE

SOMMAIRE Chapitre IV

IV	DESCRIPTION DU PAYSAGE ET DE LA SOCIOECONOMIE	5
IV.1	DESCRIPTION DE L'ARCHITECTURE ET DU PAYSAGE.....	5
IV.1.1	Définition du site d'étude.....	5
IV.1.2	Analyse de l'existant	5
IV.1.2.1	Le paysage	5
IV.1.2.1.1	<i>Les falaises littorales</i>	7
IV.1.2.1.2	<i>Les monts</i>	7
IV.1.2.1.3	<i>Les dunes</i>	7
IV.1.2.1.4	<i>Le bocage</i>	7
IV.1.2.1.5	<i>Les vallées humides</i>	8
IV.1.2.2	Le site actuel.....	8
IV.1.2.2.1	<i>Voies d'accès</i>	8
IV.1.2.2.2	<i>Aménagement du site</i>	9
IV.1.3	Perception des paysages.....	9
IV.1.4	Facteurs d'évolution	9
IV.1.5	Bilan.....	9
IV.2	DESCRIPTION DE LA SOCIOECONOMIE	10
IV.2.1	Environnement humain	10
IV.2.1.1	Démographie	10
IV.2.1.1.1	<i>Répartition de la population autour de la centrale</i>	10
IV.2.1.1.1.1	<i>Rayon de 50 km autour du site</i>	10
IV.2.1.1.1.2	<i>Rayon de 10 km autour du site</i>	13
IV.2.1.1.2	<i>Population temporaire</i>	14
IV.2.1.1.2.1	<i>Tourisme</i>	14
IV.2.1.1.2.2	<i>Établissements de santé publique, médico-sociaux et sociaux</i>	16
IV.2.1.1.2.3	<i>Établissements scolaires</i>	16
IV.2.2	Économie rurale et activités annexes	17
IV.2.2.1	Agriculture.....	17
IV.2.2.1.1	<i>Agriculture et élevage dans un rayon de 50 km</i>	17
IV.2.2.1.1.1	<i>Région Basse-Normandie</i>	17
IV.2.2.1.1.2	<i>Département de la Manche</i>	17
IV.2.2.1.2	<i>Agriculture dans un rayon de 5 km et 10 km</i>	19
IV.2.2.1.3	<i>Ration alimentaire des bovins</i>	22
IV.2.2.1.4	<i>Commercialisation du lait et de la viande</i>	22
IV.2.2.2	Pêche, chasse et loisirs	22
IV.2.2.2.1	<i>Pêche en rivières</i>	22
IV.2.2.2.2	<i>Pêche maritime</i>	23
IV.2.2.2.2.1	<i>Généralités pour le Cotentin</i>	23
IV.2.2.2.2.2	<i>La production dans le Cotentin en 2002</i>	23
IV.2.2.2.2.3	<i>Le port et la criée de Cherbourg</i>	24
IV.2.2.2.2.4	<i>Pêche professionnelle de la côte Nord-Ouest du Cotentin</i>	26
IV.2.2.2.2.5	<i>Conchyliculture</i>	26
IV.2.2.2.2.6	<i>Pêche amateur</i>	27
IV.2.2.2.3	<i>Chasse</i>	27
IV.2.2.2.4	<i>Autres activités de loisirs</i>	28
IV.2.3	Régime alimentaires des populations	28
IV.2.4	Environnement industriel et voies de communication	29

IV.2.4.1 Environnement industriel.....	29
<i>IV.2.4.1.1 Industries agro-alimentaires</i>	29
IV.2.4.1.1.1 Poids du secteur	29
IV.2.4.1.1.2 Le tissu industriel	29
IV.2.4.1.1.3 Les ressources humaines.....	30
<i>IV.2.4.1.2 Autres activités industrielles</i>	30
IV.2.4.1.2.1 Généralités	30
IV.2.4.1.2.2 Le tissu industriel	31
IV.2.4.1.2.3 Les activités de commerce du port de Cherbourg	31
IV.2.4.1.2.4 Les Installations classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)	32
IV.2.4.1.2.5 Champ de tir de Biville.....	33
IV.2.4.1.2.6 Situation de l'emploi.....	33
IV.2.4.2 Voies de communication	34
<i>IV.2.4.2.1 Accès, réseau et trafics routiers</i>	34
IV.2.4.2.1.1 Accès routier et réseau routier.....	34
IV.2.4.2.1.2 Trafic routier.....	34
IV.2.4.2.1.3 Transport de matières dangereuses par route	35
<i>IV.2.4.2.2 Réseau ferroviaire</i>	39
IV.2.4.2.2.1 Le trafic voyageurs	39
IV.2.4.2.2.2 Le trafic fret.....	39
<i>IV.2.4.2.3 Trafic maritime</i>	40
IV.2.4.2.3.1 Routes maritimes.....	40
IV.2.4.2.3.2 Trafic maritime	41
<i>IV.2.4.2.4 Transport par canalisation</i>	44
<i>IV.2.4.2.5 Aéroports et trafic aérien</i>	45
IV.2.4.2.5.1 Implantation des aéroports proches du site.....	45
IV.2.4.2.5.2 Aviation générale	45

SOMMAIRE Tableaux Chapitre IV

Tableau C-IV.2.1-a :	Communes françaises de plus de 5000 habitants de 0 à 50 km (Source : recensement INSEE 1999).....	12
Tableau C-IV.2.1-b :	Répartition de la population française de 0 à 50 km du site.....	12
Tableau C-IV.2.1-c :	Liste de l'ensemble des communes de 0 à 10 km par ordre croissant de distance au site (Source : recensement INSEE 1999).....	13
Tableau C-IV.2.1-d :	Nombre et capacité des établissements touristiques (Gîtes, campings et hôtels) en 2004 dans les communes dans un rayon de 10 km autour du site.....	15
Tableau C-IV.2.1-e :	Nombre et capacité des établissements médico-sociaux et sociaux en 2004 dans les communes comprises dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville.....	16
Tableau C-IV.2.1-f :	Nombre et effectif des établissements scolaires en 2004 dans les communes comprises dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville	16
Tableau C-IV.2.2-a :	Principales cultures dans le département de la Manche – Année 2000	18
Tableau C-IV.2.2-b :	Cheptel vif dans le département de la Manche - Année 2000	18
Tableau C-IV.2.2-c :	Principales cultures agricoles dans les communes situées dans un rayon de 5 km autour du CNPE de Flamanville – Année 2000.....	19
Tableau C-IV.2.2-d :	Cheptel vif dans les communes situées dans un rayon de 5 km autour du CNPE de Flamanville – Année 2000	19
Tableau C-IV.2.2-e :	Principales cultures dans les communes situées dans un rayon entre 5 et 10 km autour du CNPE de Flamanville – Année 2000.....	20
Tableau C-IV.2.2-f :	Cheptel vif dans les communes situées dans un rayon entre 5 et 10 km autour du CNPE de Flamanville – Année 2000	21
Tableau C-IV.2.2-g :	Ration alimentaire des bovins retenue pour le site de Flamanville	22
Tableau C-IV.2.2-h :	Production de viande en 2003 dans la région Basse Normandie	22
Tableau C-IV.2.2-i :	Nombre de navires dans les principaux ports du Cotentin.....	23
Tableau C-IV.2.2-j :	Classement des espèces débarquées au port de Cherbourg.....	25
Tableau C-IV.2.2-k :	Récapitulatif du nombre de permis de chasse délivrés en 2004 dans un rayon de 10 km autour de la centrale	27
Tableau C-IV.2.3-a :	Ration alimentaire de produits terrestres retenue pour le site de Flamanville	28
Tableau C-IV.2.3-b :	Ration alimentaire de produits de la mer pour le site de Flamanville.....	28
Tableau C-IV.2.4-a :	Principaux établissements de l'industrie agroalimentaire en région Basse-Normandie au 1 ^{er} janvier 2001	29
Tableau C-IV.2.4-b :	Établissements industries agroalimentaires ayant 20 salariés et plus en région Basse Normandie en 2002	30
Tableau C-IV.2.4-c :	Principaux établissements dans la zone d'emploi de Cherbourg.....	31
Tableau C-IV.2.4-d :	Trafic de matières dangereuses à l'intersection de la RD650 et RD23	36
Tableau C-IV.2.4-e :	Trafic de matières dangereuses à l'intersection de la RD650 et RD37	36
Tableau C-IV.2.4-f :	Expéditions et réceptions des matières dangereuses sur le site de Flamanville en 2004 (classe 7)	38
Tableau C-IV.2.4-g :	Expéditions et réceptions des matières dangereuses sur le site de Flamanville en 2004 (autres classes)	39
Tableau C-IV.2.4-h :	Évolution du trafic voyageurs ferroviaire sur la ligne Cherbourg – Valognes (Données SNCF Direction Régionale de Rouen).....	39
Tableau C-IV.2.4-i :	Trafic fret en gare de Cherbourg de 2001 à 2004 (Données SNCF Direction Régionale Rouen).....	40
Tableau C-IV.2.4-j :	Trafic fret en gare de Valognes de 2001 à 2004 (Données SNCF Direction Régionale Rouen)	40
Tableau C-IV.2.4-k :	Trafic général annuel 2003 sur les voies maritimes T1 et T2.....	41
Tableau C-IV.2.4-l :	Répartition du trafic suivant les types de navires (2003).....	41
Tableau C-IV.2.4-m :	Répartition des navires transportant des gaz	41
Tableau C-IV.2.4-n :	Répartition des navires transportant des produits pétroliers.....	42
Tableau C-IV.2.4-o :	Répartition des navires transportant des produits chimiques.....	44

SOMMAIRE Figures Chapitre IV

Figure C-IV.1.2-a :	Carte des paysages dans un rayon de 5 km autour du site de Flamanville.....	6
Figure C-IV.2.1-a :	Répartition de la population française (excluant la population des îles anglo-normandes) dans un rayon de 50 km.....	11
Figure C-IV.2.1-b :	Répartition de la population dans un rayon de 10 km	14
Figure C-IV.2.4-a :	Recueil des données de trafic routier autour du site de Flamanville.....	35
Figure C-IV.2.4-b :	Carte de situation des points de comptage	36
Figure C-IV.2.4-c :	Mouvements du trafic du transport de matières dangereuses sur la somme des 72h.....	37
Figure C-IV.2.4-d :	Réseaux de gaz naturel du Cotentin	45
Figure C-IV.2.4-e :	Itinéraires transmanche en VFR autour du CNPE de Flamanville	47
Figure C-IV.2.4-f :	Couloirs des circulations aériennes et zones d'aérodromes autour du CNPE de Flamanville.....	48

IV DESCRIPTION DU PAYSAGE ET DE LA SOCIOECONOMIE

IV.1 DESCRIPTION DE L'ARCHITECTURE ET DU PAYSAGE

IV.1.1 Définition du site d'étude

Le site de Flamanville est situé en bord de mer, à proximité du Cap de Flamanville. C'est l'un des trois caps avec ceux de La Hague (au nord) et de Carteret (au sud) qui ponctuent la presqu'île du Cotentin sur sa côte Ouest.

Cherbourg est située à une vingtaine de kilomètres au Nord-Est. Valognes et Carteret de moindre importance, se situent respectivement à 30 km à l'Est et 20 km au Sud en bord de mer.

Les communes à proximité du site sont Flamanville à 1 km à l'Est (le Port de Diélette se trouve à 1 km au Nord-Est), Siouville- Hague à 3 km au Nord-Est et Les Pieux à 5 km au Est-Sud-Est.

IV.1.2 Analyse de l'existant

IV.1.2.1 Le paysage

Le site est marqué par les cinq principales entités du paysage (Figure C-IV.1.2-a) rencontrées dans un rayon de 5 km autour :

- Les falaises littorales ;
- Les monts ;
- Les dunes ;
- Le bocage ;
- Les vallées humides.

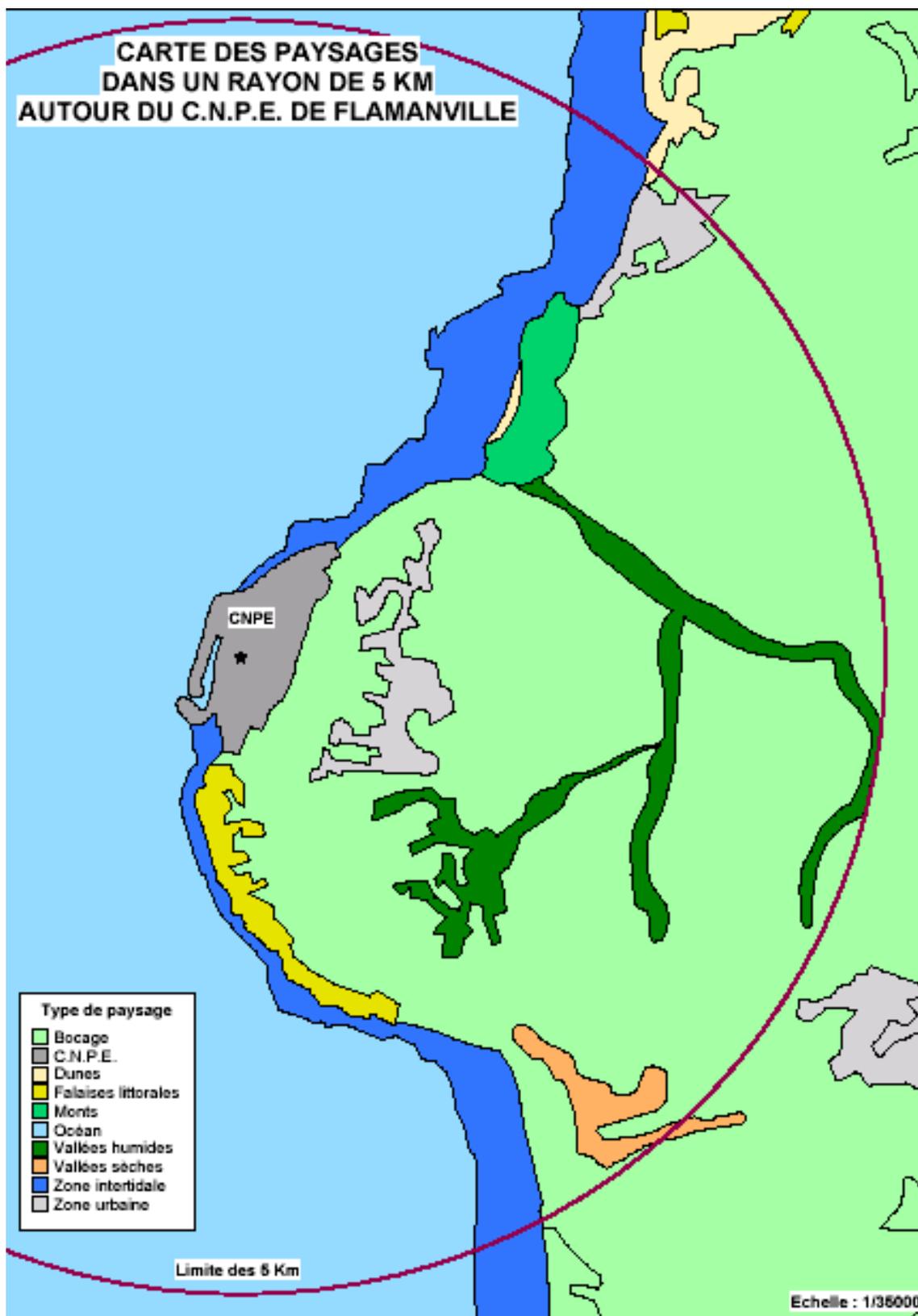


Figure C-IV.1.2-a : Carte des paysages dans un rayon de 5 km autour du site de Flamanville

IV.1.2.1.1 Les falaises littorales

Les falaises, formant un rempart de plusieurs dizaines de mètres, constituent l'élément paysager le plus caractéristique du littoral flamanvillais. Elles tranchent avec les vastes étendues de dunes et de plages présentes au nord et au sud. Elles trouvent leur origine dans la nature géologique particulière de ce secteur.

Ces falaises offrent à la fois la découverte d'un large panorama sur l'étendue marine (et notamment l'île d'Alderney) et permettent d'observer suivant le rayon de courbure, une partie de la côte, mais constituent également un rempart visuel à toute observation depuis la côte. Seuls les vallons les plus encaissés permettent à l'observateur situé en pied de falaise de « porter son regard » dans les terres.

IV.1.2.1.2 Les monts

Le massif granitique de Flamanville de forme ovale (4,5 km × 7,5 km) affleure aujourd'hui grâce à son soulèvement au cours des temps, puis l'érosion de sa couverture. Culminant à 82 m, le « mamelon granitique de Flamanville » se démarque, de part sa nature géologique, des milieux alentours.

A Siouville-Hague, au nord du CNPE, l'extrémité sud de la plage s'adosse contre le Mont Saint-Pierre formé de schistes ardoisiers très redressés. Au sud du Mont Saint-Pierre, se dessine le Mont Saint-Gilles qui domine Diélette au nord. Dans la descente vers cette localité, s'ouvre une vaste carrière utilisée aujourd'hui comme aire de dépôt par les Ponts et Chaussées.

IV.1.2.1.3 Les dunes

Large de 30 à 50 m, le cordon dunaire de l'anse de Vauville, s'étend du Nez de Jobourg, au nord, jusqu'au Cap de Flamanville. Repris par le vent, le sable s'est accumulé dans les parties concaves de la côte pour former des dunes paraboliques (concavité tournée vers la mer), regroupées en ensembles rectilignes (dunes en râteau) et des dunes longitudinales en traînées parallèles.

L'anse dunaire de Vauville, notamment la mare de Vauville, est remarquable en raison de sa richesse floristique et faunistique.

Au sud du massif granitique de Flamanville, au niveau de l'anse de Sciotot, on retrouve un paysage similaire : des grandes plages laissent place aux dunes recouvertes par la végétation.

IV.1.2.1.4 Le bocage

L'organisation du paysage de l'espace rural est complexe et s'appuie sur un maillage bocager très dense. Conséquence d'un relief vallonné, les perspectives paysagères sont peu nombreuses et limitées aux points hauts.

La lisibilité paysagère est rendue difficile par l'abondance des haies bocagères et des chemins creux. Les haies orientent le regard et limitent par endroits les perspectives lointaines.

L'élevage bovin est la principale activité agricole sur le périmètre d'étude. Quelques zones de culture complètent le paysage agricole qui demeure sensiblement fermé.

La majorité des villages localisés sur la zone d'étude sont entourés de parcelles agricoles et sont regroupés en hameaux.

A l'opposé, les villages de Clairefontaine au nord et la succession des hameaux à proximité de Houel et de Sciotot au sud du site, présentent un développement urbain linéaire discontinu en bord de mer.

Situé sur le plateau, le village de Flamanville se développe parallèlement au front de mer. Limité au sud par le Château de Flamanville, le village s'étire jusqu'à Diélette au nord.

En limite sud-ouest du secteur d'étude, le village des Pieux (non visible sur la carte de localisation mais situé juste à l'est de Rouville) forme une entité urbaine de plus grande importance. En raison de sa position haute (altitude de 118 m) et de son développement dense, ce village se démarque des entités urbaines décrites précédemment par la compacité de son habitat.

Ailleurs les hameaux s'échelonnent suivant la topographie des vallées de la Diélette, de Chanteraine et le Val Mulet notamment.

Le relief et la dispersion des habitations sur les coteaux plus ou moins boisés apportent une touche originale en comparaison des villages situés sur le plateau.

IV.1.2.1.5 Les vallées humides

Le relief est marqué sur l'ensemble du périmètre d'étude et se caractérise par la présence de nombreux vallons. Ils correspondent le plus souvent à des vallées humides. On note du nord au sud :

- la vallée du « Petit Douet » (en limite nord de la zone d'étude : nord de Clairefontaine),
- la vallée de « la Diélette » (qui rejoint la mer au niveau du port de Diélette),
- la vallée de « la Chanteraine » (à l'est de Flamanville),
- « le Val Mulet » (au nord de Sciotot).

Les trois premières vallées sont associées au cours d'eau du même nom. Le Val Mulet, quant à lui, correspond à une petite vallée « sèche » qui aboutit à la mer et forme une entaille dans la falaise.

Les cours d'eau principaux et leurs affluents quadrillent le secteur d'étude et serpentent au fond des vallons. Seuls le « Petit Douet » et la « Diélette » débouchent sur la mer, les autres cours d'eau s'écoulent vers d'autres cours d'eau plus importants.

Ces vallées sont essentiellement occupées par des prairies et des boisements le plus souvent localisés sur les pentes. Elles revêtent un grand intérêt paysager dans la mesure où elles portent le regard vers la mer.

IV.1.2.2 Le site actuel

Pour implanter les tranches, il a été nécessaire de modifier le modelé de la côte à cet emplacement.

Des travaux de terrassement ont été engagés pour constituer une plate-forme à 12 m au dessus du niveau de la mer, pouvant permettre la construction de quatre tranches et de tous les bâtiments annexes indispensables au fonctionnement d'un ensemble industriel de cette importance.

IV.1.2.2.1 Voies d'accès

Compte-tenu de l'absence de route en pied de falaise, tous les accès se font à partir du plateau par la D23 en provenance des Pieux, qui longe la côte sur 2 km à partir de Diélette, pour aboutir à l'accès Nord. Cette route contourne ensuite le site en limite Est sur la falaise, pour desservir l'accès Sud (accès principal).

IV.1.2.2 Aménagement du site

Les tranches 1 et 2 sont constituées chacune par un îlot nucléaire, comprenant le réacteur, cylindre de 50m de diamètre et de 60 m de hauteur, par une salle des machines, parallélépipède de 106 m x 60 m x 45 m de hauteur, une station de pompage implantée au bord du canal d'amenée protégée par des digues en enrochements. D'autres bâtiments et installations annexes sont situés au pied de la falaise. Ce sont : les ateliers-magasins, la station de déminéralisation, les bâtiments de stockages, les réservoirs, les bureaux et l'aire de transit des déchets conventionnels.

Certains sont implantés sur le plateau en sommet de falaise : le poste d'accès principal, le belvédère, le restaurant, les locaux de formation, le garage, l'infirmerie, le magasin et les bassins d'eau douce.

IV.1.3 Perception des paysages

Compte-tenu des impératifs techniques, l'implantation du site a été étudiée avec le souci d'une intégration optimale. La construction de la nouvelle tranche ne bouleversera pas le paysage puisque l'excavation de falaise a déjà été faite.

Les ouvrages bétonnés restent bruts ce qui, compte-tenu du climat, permet d'éviter un vieillissement hétérogène par transformation du revêtement de surface.

Les ouvrages métalliques sont de couleur foncée : bleu, brun ou rouille. Ces couleurs s'accordent au fond des falaises et avec le béton.

Les installations principales, implantées au bas de la falaise, sont regardées de deux façons :

- Depuis l'intérieur des terres ;
- Depuis la mer.

Vue de l'intérieur des terres, la centrale adossée à la falaise, est en grande partie masquée par les composantes naturelles. Seule la partie sommitale des réacteurs des tranches 1 et 2 est devenue un des éléments constitutifs du paysage.

Les constructions peuvent apparaître très partiellement depuis certains points de la zone littorale Nord. Du fait de la forme arrondie du Cap de Flamanville, le site n'est pas visible depuis la partie Sud de la côte.

Vue de la mer, elle est un point fort du paysage. Le soin apporté au traitement des différents bâtiments tant dans leurs proportions, que dans les couleurs, permet de trouver un équilibre pour cet élément architectural dans le paysage environnant.

IV.1.4 Facteurs d'évolution

Les caractéristiques du paysage ont été modifiées par l'édification des deux premières tranches. L'ajout d'une troisième tranche se fera dans le prolongement des deux premières et n'entraînera pas un facteur d'évolution importante du paysage.

IV.1.5 Bilan

L'intégration dans les meilleures conditions possibles des deux premières tranches dans le paysage de la côte Ouest du Cotentin est maintenant acquise. L'ajout d'une nouvelle tranche se fera dans le prolongement de cette intégration.

IV.2 DESCRIPTION DE LA SOCIOECONOMIE

IV.2.1 Environnement humain

L'état de référence de l'environnement humain traite de la population résidente au niveau régional (50 km) et proche du site de Flamanville (10 km). Les populations temporaires sont recensées dans un périmètre proche (10 km).

IV.2.1.1 Démographie

Le site de Flamanville se trouve dans la région de la Basse-Normandie et dans le département de la Manche.

Avec une population de 1 422 193 habitants, la région Basse-Normandie se situe au 16^{ème} rang français. Sa densité est de 81 hab/km².

La population a augmenté en région Basse-Normandie au rythme annuel moyen de 0,24 % entre 1990 et 1999 avec des disparités départementales : en hausse dans le Calvados, stable dans la Manche et en baisse dans l'Orne.

La population de moins de 20 ans ne représente plus qu'un quart de la population contre 30 % dans les années 80. En revanche la population âgée de plus de 60 ans continue à progresser.

Au recensement de mars 1999, la population âgée (plus de 60 ans) est inégalement répartie sur le territoire bas-normand. Le département du Calvados compte 19,4 %, la Manche enregistre 23,1 % et l'Orne 24,1 % de personnes âgées de plus de 60 ans.

La proportion de personnes âgées de plus de 65 ans dans le département de la Manche est supérieure à la moyenne française (17,9 % contre 12,6 %).

IV.2.1.1.1 Répartition de la population autour de la centrale

IV.2.1.1.1.1 Rayon de 50 km autour du site

La liste des communes de plus de 5000 habitants dans le rayon des 50 km autour du site avec leurs populations aux recensements de 1975, 1982, 1990 et 1999 est donnée dans le Tableau C-IV.2.1-a.

Le Tableau C-IV.2.1-b et la Figure C-IV.2.1-a donnent la répartition de la population française¹ dans un rayon de 50 km autour du site, par secteur angulaire de 20°.

En 1999, la population totale dans ce rayon est de 208 632 habitants (208 661 habitants en 1990). La densité démographique moyenne est de 27 habitants/km².

Cette faible densité est due au fait que la mer occupe une grande partie (près des 2 tiers) de la superficie autour du site. La densité ramenée à la surface habitable est alors plutôt de 81 habitants/km². A titre de comparaison, on peut rappeler la densité démographique de la France métropolitaine (1999) de 106 habitants/km².

Le secteur le plus peuplé dans un rayon de 50 km est situé au Nord-Est du site entre 50 et 70°. Il correspond à l'agglomération cherbourgeoise.

Dans un rayon de 50 kilomètres autour du site, se situent également les îles Anglo-Normandes de Jersey, Sercq, Guernesey et Aurigny.

En 2001, le recensement effectué à Guernesey (superficie de 63 km²) montrait que la population résidente était de 59 807 habitants, en augmentation par rapport au recensement précédent de 1996.

¹ C'est à dire excluant la population des îles Anglo-normandes

La population en 2001 à Jersey était d'environ 90 000 habitants (superficie de 116 km²). Celle d'Aurigny est évaluée à environ 1700 habitants (superficie 8 km²) et celle de Sercq à environ 550 habitants (superficie 545 km²).

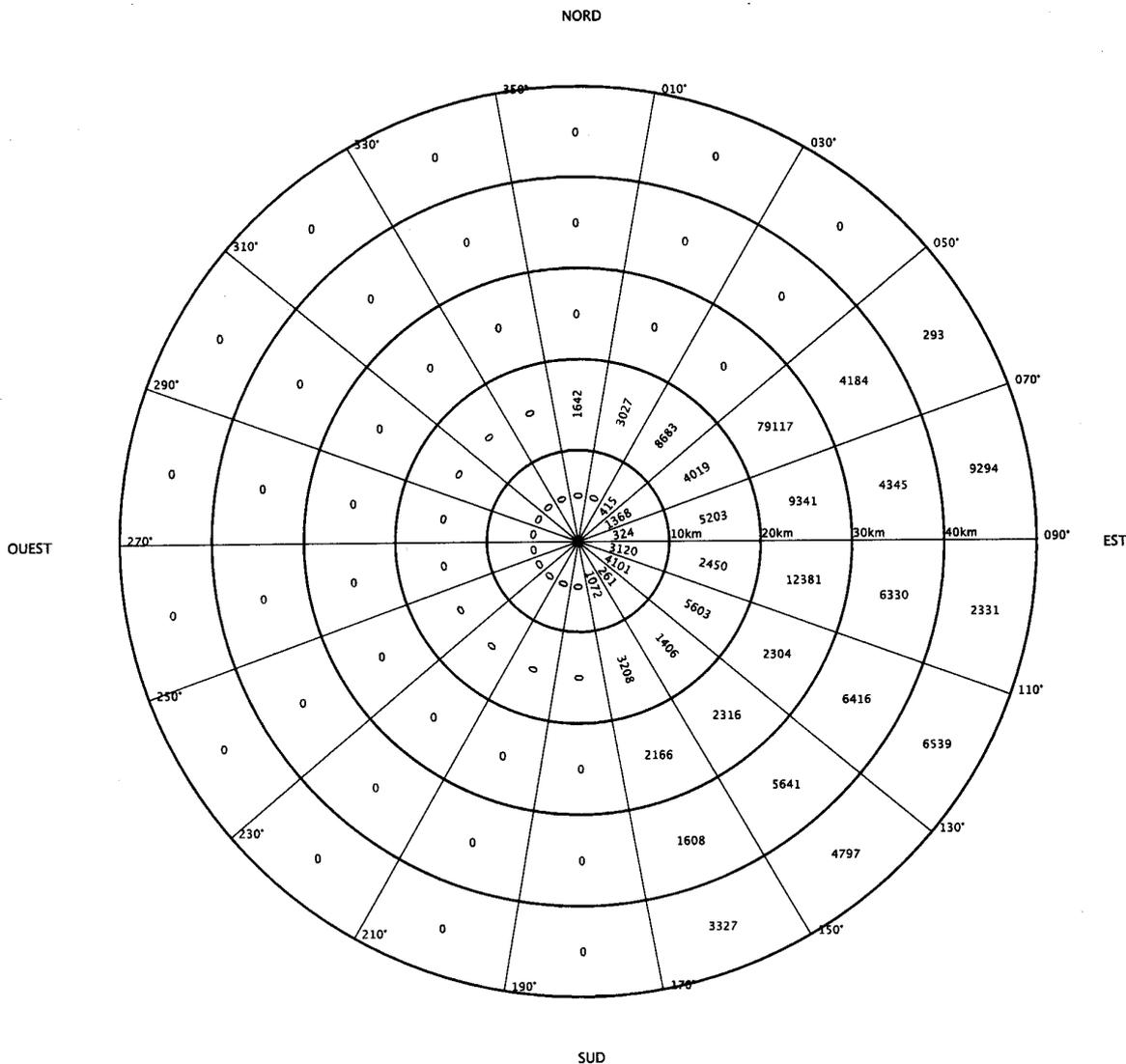


Figure C-IV.2.1-a : Répartition de la population française (excluant la population des îles anglo-normandes) dans un rayon de 50 km

Communes de plus de 5000 habitants de 0 à 50 km

Pays	Dep.	N° com	Nom com.	Distance	Gisement	1975	1982	1990	1999
F	50	416	QUERQUEVILLE	19,757	46,1	3995	3759	5456	5145
F	50	383	OCTEVILLE	20,161	62,2	15977	18551	18120	16948
F	50	173	EQUEURDREVILLE-HAINNEVILL	20,863	55,2	12647	13332	18256	18173
F	50	129	CHERBOURG	21,799	60,3	32536	28442	27121	25370
F	50	203	GLACERIE	23,885	73,0	5187	5811	5576	5401
F	50	602	TOURLAVILLE	25,417	66,1	12197	15590	17516	17551
F	50	615	VALOGNES	29,976	98,6	5871	6727	7412	7537

Dep : Département

Gisement : répartition angulaire des communes par rapport à l'angle de référence.

Nom com. : Nom de la commune ; N° com = Numéro de la commune

Distance : Distance entre le point de référence du CNPE et le centre de la commune.

Tableau C-IV.2.1-a : Communes françaises de plus de 5000 habitants de 0 à 50 km (Source : recensement INSEE 1999)

Répartition de la population de 0 à 50 km du site (valeurs non cumulées)

Secteur en °	350 à 10	10 à 30	30 à 50	50 à 70	70 à 90	90 à 110	110 à 130	130 à 150	150 à 170	170 à 190	190 à 210	210 à 230	230 à 250	250 à 270	270 à 290	290 à 310	310 à 330	330 à 350	Total distance	Cumul
0 à 2	0	0	0	0	0	1683	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1683	1683
2 à 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1683
4 à 6	0	0	0	995	0	632	3477	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5104	6787
6 à 8	0	0	0	373	324	458	0	261	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1416	8203
8 à 10	0	0	415	0	0	347	624	0	1072	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2458	10661
10 à 20	1642	3027	8683	4019	5203	2450	5603	1406	3208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35241	45902
20 à 30	0	0	0	79117	9341	12381	2304	2316	2166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107625	153527
30 à 40	0	0	0	4184	4345	6330	6416	5641	1608	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28524	182051
40 à 50	0	0	0	293	9294	2331	6539	4797	3327	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26581	208632
TOTAL secteur	1642	3027	9098	88981	28507	26612	24963	14421	11381	0	0	0	0	0	0	0	0	0	208632	

Tableau C-IV.2.1-b : Répartition de la population française de 0 à 50 km du site

IV.2.1.1.2 Rayon de 10 km autour du site

La liste des communes dans un rayon de 10 km autour du site ainsi que leur population aux recensements de 1975, 1982, 1990 et 1999 sont données dans le Tableau C-IV.2.1-c.

La Figure C-IV.2.1-b donne la répartition de la population dans un rayon de 10 km autour du site, par secteur angulaire de 20°.

En 1999, la population totale dans ce rayon est de 10 661 habitants (10 218 habitants en 1990). La densité démographique moyenne est de 34 habitants/km².

Pays	Dep.	N° com	Nom com.	Distance	Gisement	1975	1982	1990	1999
F	50	184	FLAMANVILLE	1,204	109,4	1194	1602	1781	1683
F	50	576	SIOUVILLE-HAGUE	4,029	53,4	471	821	996	995
F	50	604	TREAUVILLE	4,985	98,1	460	545	636	632
F	50	402	PIEUX	5,712	116,0	1222	2436	3203	3477
F	50	442	ROZEL	6,649	145,8	237	242	251	261
F	50	240	HELLEVILLE	7,192	74,7	219	211	289	324
F	50	45	BENOITVILLE	7,335	99,4	320	416	443	458
F	50	238	HEAUVILLE	7,775	50,9	291	349	355	373
F	50	480	SAINT-GERMAIN-LE-GAILLARD	9,118	129,5	462	475	611	624
F	50	580	SOTTEVILLE	9,237	90,6	219	279	312	347
F	50	57	BIVILLE	9,743	30,4	223	245	364	415
F	50	585	SURTAINVILLE	9,811	152,5	827	775	977	1072

Dep : Département

Gisement : répartition angulaire des communes par rapport à l'angle de référence.

Nom com. : Nom de la commune

N° com = Numéro de la commune

Distance : Distance entre le point de référence du CNPE et le centre de la commune.

Tableau C-IV.2.1-c : Liste de l'ensemble des communes de 0 à 10 km par ordre croissant de distance au site (Source : recensement INSEE 1999)

Les communes dans un rayon de 5 km autour du site sont Flamanville, Siouville-Hague et Tréauville. La ville la plus importante est Les Pieux avec 3 477 habitants à environ 6 km du site.

De nombreux hameaux se situent entre la commune de Flamanville et le site dont le hameau de la Coquaise et celui de la Berquerie.

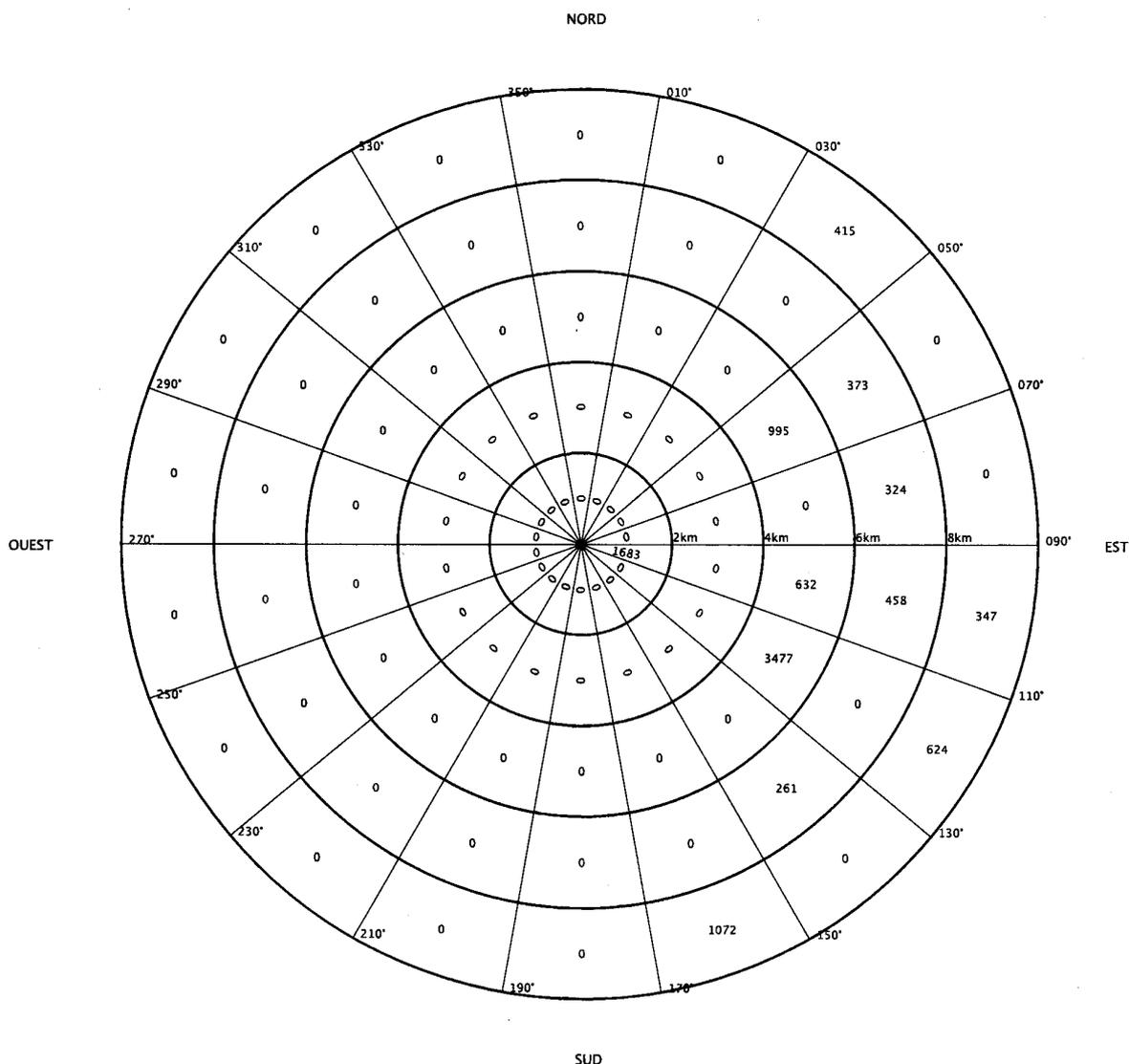


Figure C-IV.2.1-b : Répartition de la population dans un rayon de 10 km

IV.2.1.1.2 Population temporaire

L'étude des populations temporaires porte sur les établissements recevant du public situés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville. Toutefois, les établissements accueillant du public pour des courtes durées ne sont pas listés dans les paragraphes suivants (salles de spectacle, cinéma, etc.).

IV.2.1.1.2.1 Tourisme

Les gîtes, hôtels et campings recensés dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville sont présentés dans le tableau suivant, auxquels s'ajoutent d'assez nombreux meublés de tourisme et chambres d'hôtes.

COMMUNES	ETABLISSEMENTS	NOMBRE	CAPACITE
FLAMANVILLE	Gîtes	6	33
	Hôtels	3	43
	Camping	1	60
SIOUVILLE-HAGUE	Gîtes	2	8
	Camping	1	100
TREAUVILLE	Gîtes	2	13
	Escale camping-car	1	6
LES PIEUX	Gîtes	4	20
	Camping	2	240
	Hôtels	2	31
ROZEL	Gîte	1	5
	Camping	1	130
HELLEVILLE	-	-	-
BENOITVILLE	Gîtes	2	14
	Hôtel	1	5
HEAUVILLE	Gîtes	3	25
ST GERMAIN-LE-GAILLARD	Gîtes	9	47
	Camping	1	25
SOTTEVILLE	-	-	-
BIVILLE	-	-	-
SURTAINVILLE	Gîtes	2	8
	Camping	1	129

Tableau C-IV.2.1-d : Nombre et capacité des établissements touristiques (Gîtes, campings et hôtels) en 2004 dans les communes dans un rayon de 10 km autour du site

Le château de Flamanville, situé à quelques kilomètres du site au Sud-Est, constitue un élément important du patrimoine du Cotentin.

La navigation de plaisance est une activité importante dans le Cotentin avec notamment pour la zone, les ports de Diélette et de Barneville-Carteret.

- Port Diélette

Le port de Diélette est situé à 1 km au Nord du site de Flamanville, protégé par le Cap. Il est face aux îles Anglo-Normandes de Guernesey (28 M²), Jersey (36 M) et Aurigny (12 M). Le bassin de plaisance permet d'accueillir 420 bateaux à l'année. La marina est accessible en moyenne durant 7h à 7h30 par marée. Le Port de Commerce est équipé d'un appontement pour la pêche, d'un ponton d'attente (40 places) pour les plaisanciers et d'un ponton embarquement passagers. Le port dispose d'une station de distribution de carburants : gazole et super.

Le trafic de passagers a lieu d'avril à octobre pour les îles Anglo-Normandes, et il existe un trafic de fret par cargo.

- Barneville – Carteret

À une vingtaine de kilomètres au Sud du site de Flamanville, se trouve le port des Isles de Barneville-Carteret. Situé à l'embouchure d'un havre protégé, il offre un abri privilégié avec en bout de canal 311 places en bassin ainsi qu'un ponton (60 places) pour les visiteurs. Il dispose également d'une station de distribution de carburants.

Une liaison maritime est assurée vers les îles Anglo-Normandes (Jersey et Guernesey).

² M : Mile nautique

IV.2.1.1.2.2 Établissements de santé publique, médico-sociaux et sociaux

Les établissements de santé publique (crèches, halte-garderies, foyers, maisons de retraite....) recensés dans les communes comprises dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville sont présentés dans le tableau suivant.

Il n'y a pas d'établissement recensé dans les communes de Tréauville, Le Rozel, Helleville, Benoitville, Héauville, St Germain-le-Gaillard, Sotteville, Biville et Surtainville.

COMMUNES	ETABLISSEMENTS	NOMBRE	CAPACITE
FLAMANVILLE	Maisons de retraite	1	44
SILOUVILLE-HAGUE	Centre de rééducation fonctionnelle en milieu marin	1	121
LES PIEUX	Crèches/Haltes garderie	1	25
	Foyers	1	44

Tableau C-IV.2.1-e : Nombre et capacité des établissements médico-sociaux et sociaux en 2004 dans les communes comprises dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville

IV.2.1.1.2.3 Établissements scolaires

Les établissements scolaires autour du site de Flamanville sont présentés dans le tableau suivant.

COMMUNES	ETABLISSEMENTS	NOMBRE	EFFECTIF
FLAMANVILLE	Maternelle	1	75
	Elémentaire	1	113
	Collège	1	246
SILOUVILLE-HAGUE	Maternelle	1	44
	Elémentaire	1	81
TREAUVILLE	Maternelle	1	24
	Elémentaire	1	31
LES PIEUX	Maternelle	1	176
	Elémentaire	1	317
	Collège	1	473
RPI* LEROZEL / ST GERMAIN-LE-GAILLARD / PIERREVILLE	Maternelle	1	56
	Elémentaire	1	83
RPI* HELLEVILLE / HEAUVILLE	Maternelle	1	35
	Elémentaire	1	57
RPI* BENOITVILLE / SOTTEVILLE / ST CHRISTOPHE DU FOC	Maternelle	1	56
	Elémentaire	1	80
BIVILLE	Elémentaire	1	46
SURTAINVILLE	Maternelle	1	36
	Elémentaire	1	84

* RPI : Regroupement Pédagogique Intercommunal

Tableau C-IV.2.1-f : Nombre et effectif des établissements scolaires en 2004 dans les communes comprises dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville

IV.2.2 Économie rurale et activités annexes

L'étude de l'économie rurale porte sur un périmètre de 50 km autour du site de Flamanville puis s'attarde plus particulièrement au périmètre local de rayon 10 km.

La pêche et la chasse sont traitées au niveau départemental, voire régional pour la pêche maritime, puis au niveau local (rayon de 10 km). Les autres activités de loisirs, notamment les zones de baignades, sont identifiées dans un périmètre proche du site (rayon de 10 km).

IV.2.2.1 Agriculture

IV.2.2.1.1 Agriculture et élevage dans un rayon de 50 km

IV.2.2.1.1.1 Région Basse-Normandie

Dans la région Basse-Normandie, le nombre d'exploitations en 2003 était de 29 692, en baisse par rapport à 2000 (35 762 exploitations)³. Le dernier recensement agricole complet effectué par l'AGRESTE⁴ date de 2000.

L'agriculture reste un secteur très important dans la région. Elle occupe encore 7,8 % de la population active contre 4,1 % au niveau national. L'évolution économique dans ce secteur oblige à des exploitations plus vastes (65 hectares).

Les superficies cultivées en blé, orge, maïs (fourrage et ensilage), colza et pois protéagineux suivent une augmentation moyenne de 2 % par an. Plus de 442 000 ha sont désormais couverts par l'une de ces productions, ce qui représente 70 % des terres labourables.

Le cheptel bovin subit une baisse de 146 000 têtes depuis 1988. Ce sont pour les deux tiers les vaches laitières qui ont fait les frais de cette diminution. La décennie qui vient de s'écouler a été une période de conversion importante pour le troupeau. Auparavant, on comptait une vache nourrice pour sept laitières et désormais, le rapport n'est plus que d'un pour trois. En effet, pendant que le troupeau laitier diminuait d'un quart, le troupeau allaitant augmentait de plus des trois quarts.

La race normande est dominante mais n'est plus majoritaire au sein des troupeaux de vaches. Viennent ensuite à hauteur totale de 15 % les races à viande charolaise, salers, blonde d'aquitaine et limousine.

Les autres élevages sont fleurissants puisqu'ils augmentent de près de la moitié en douze ans mis à part la brebis dont les effectifs ont diminué de 10 %. Le cheval est la production phare de la région, avec 12 % du cheptel équin national, ce qui le situe à la première place des régions françaises.

IV.2.2.1.1.2 Département de la Manche

Dans le département de la Manche le nombre d'exploitations en 2003 était de 15 099, en diminution par rapport à 2000 (18 242). Par contre la SAU⁵ moyenne était en augmentation à 29,3 ha (24,9 ha en 2000). La proportion d'exploitations de 50 ha et plus est de 25,1%. L'économie agricole du département repose sur la production laitière et la production bovine, porcine, ovine, ainsi que sur l'élevage de chevaux et volailles, et la culture de légumes (carottes, poireaux, choux, navets, salades...).

³ Mémento Agricole 2003, AGRESTE Basse-Normandie, Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt – Service Régional de Statistique Agricole (décembre 2004).

⁴ AGRESTE est l'entité du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche chargée de la statistique agricole

⁵ Superficie Agricole Utilisée

L'exploitation professionnelle détient la quasi-totalité des principales productions : 94 % des céréales, 98 % des légumes, 99% des céréales, des vaches laitières et des porcs. Seuls les ovins et les chevaux sont en plus grand nombre (57 %) dans les exploitations non professionnelles.

L'agriculture et le cheptel dans le département de la Manche sont présentés dans les deux tableaux qui suivent.

	Superficie (ha) en 2000
Céréales	44 632
Oléagineux	1 050
Cultures industrielles (hors oléagineux)	2
Légumes secs et protéagineux	639
Fourrages	140 384
Superficie toujours en herbe	251 533
Pomme de terre	1 177
Légumes frais plein air ou abris bas	6 410
Légumes frais plein air ou abris haut	35
Fleurs, plantes ornementales	57
Vignes d'appellation	0
Vignes (1)	0
Vergers 6 espèces (2)	25
Autres cultures permanentes (1)	1 101
Jachères (3)	7 038
Jardin et vergers familiaux	270
Superficie agricole utilisée	454 353
Superficie totale des exploitations	463 860

(1) les pépinières et les vignes-mères de porte-greffes sont exclues des vignes et incluses dans les autres cultures permanentes

(2) Abricotiers, cerisiers, pêchers, pruniers, poiriers, pommiers
 Y compris jachères de vignes, vergers...

Tableau C-IV.2.2-a : Principales cultures dans le département de la Manche – Année 2000⁶

	Effectif en 2000
Total bovins (dont total vaches)	764 522
Total équidés	20 864
Total caprins	2 865
Total ovins	74 126
Total porcins	378 798
Total poules	2 584 608
Dindes et dindons	429 570
Autres volailles (7)	362 041
Lapines mères	18 604

(7) Oies, canards, pintades, pigeons, cailles

Tableau C-IV.2.2-b : Cheptel vif dans le département de la Manche - Année 2000

⁶ Recensement Agricole 2000, AGRESTE, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt

IV.2.2.1.2 Agriculture dans un rayon de 5 km et 10 km

Ces données sont issues du recensement agricole 2000 de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (données AGRESTE 2000).

	FLAMANVILLE	SIOUVILLE HAGUE	TREAUVILLE
	Superficie (ha)	Superficie (ha)	Superficie (ha)
Superficie agricole utilisée	489	245	1 273
Terres labourables	271	148	671
dont céréales	78	36	184
Superficie fourragère principale (3)	396	200	1 026
Dont superficie tjs en herbe	216	94	600
Blé tendre	56	30	156
Orge et escourgeon	22	7	16
Maïs-grain et maïs semence	0	0	C
Maïs fourrage et ensilage	96	33	237
Légumes frais	0	C	C
Carottes	0	C	0

(3) Somme des fourrages et des superficies toujours en herbe

C : Résultat confidentiel non publié, par application de la loi sur le secret statistique

Tableau C-IV.2.2-c : Principales cultures agricoles dans les communes situées dans un rayon de 5 km autour du CNPE de Flamanville – Année 2000

	FLAMANVILLE	SIOUVILLE HAGUE	TREAUVILLE
	Effectifs en 2000	Effectifs en 2000	Effectifs en 2000
Total bovins	780	376	1 945
Dont total vaches	311	143	789
Total volailles	194	41	572
Vaches laitières	265	116	639
Dont Vaches race normande	261	63	445
Vaches nourrices	46	C	150
Total porcins	838	C	740
Dont truies mères	C	0	C
Total équidés	14	C	40
Dont juments poulinières (selles, course)	C	C	12
Brebis mères	80	C	173

C : Résultat confidentiel non publié, par application de la loi sur le secret statistique

Tableau C-IV.2.2-d : Cheptel vif dans les communes situées dans un rayon de 5 km autour du CNPE de Flamanville – Année 2000

Superficie (en ha)	LES PIEUX	ROZEL	HELLEVILLE	HEAUVILLE	ST GERMAIN- GAILLARD	SOTTEVILLE	BIVILLE	SURTAINVILLE	BENOITVILLE
Superficie agricole utilisée	1104	409	540	938	1 037	451	494	904	709
Terres labourables	546	265	333	515	466	216	150	352	525
dont céréales	154	47	103	134	109	55	54	65	212
Superficie fourragère principale (3)	867	262	418	772	914	380	432	664	448
Dont superficie tjs en herbe	540	101	207	422	569	225	344	512	179
Blé tendre	136	20	91	124	79	45	37	58	156
Orge et escourgeon	16	C	9	C	17	6	C	3	31
Maïs-grain et maïs semence	0	0	0	0	0	0	0	1	C
Maïs fourrage et ensilage	218	64	94	190	204	73	63	129	171
Légumes frais	45	90	0	0	C	0	0	148	C
Carottes	C	C	0	0	0	0	0	19	0

(3) Somme des fourrages et des superficies toujours en herbe
C : Résultat confidentiel non publié, par application de la loi sur le secret statistique

**Tableau C-IV.2.2-e : Principales cultures dans les communes situées dans un rayon entre 5 et 10 km autour du CNPE de Flamanville –
Année 2000**

Effectifs en 2000	LES PIEUX	ROZEL	HELLEVILLE	HEAUVILLE	ST GERMAIN-GAILLARD	SOTTEVILLE	BIVILLE	SURTAINVILLE	BENOITVILLE
Total bovins	1 581	409	903	1 410	1 927	736	681	1 210	918
Dont total vaches	602	189	299	550	672	232	244	439	403
Total volailles	444	50	333	321	1 268	223	136	85	280
Vaches laitières	462	143	217	484	572	178	205	356	401
Dont Vaches race Normandie	311	85	117	300	295	138	155	384	158
Vaches nourrices	140	C	82	66	100	54	39	83	C
Total porcins	159	0	1 401	C	C	0	0	0	2 779
Dont truies mères	C	0	C	0	0	0	0	0	340
Total équidés	57	28	38	10	51	47	20	50	131
Dont juments poulinières	21	14	8	C	16	19	5	29	27
Brebis mères	334	15	C	101	341	94	243	71	94

C : Résultat confidentiel non publié, par application de la loi sur le secret statistique

Tableau C-IV.2.2-f : Cheptel vif dans les communes situées dans un rayon entre 5 et 10 km autour du CNPE de Flamanville – Année 2000

IV.2.2.1.3 Ration alimentaire des bovins

La ration alimentaire des bovins servant pour le calcul de l'impact sanitaire des rejets gazeux et retenue pour le site de Flamanville est présentée dans le Tableau C-IV.2.2-g ; elle est issue des études du GRNC⁷.

Produit consommé	Consommation (kg/j)	Temps de consommation en mois (fréquence)
Eau	18	12 (1)
Herbe	40	12 (1)
Foin	2	12 (1)
Maïs ensilage	15	12 (1)

Tableau C-IV.2.2-g : Ration alimentaire des bovins retenue pour le site de Flamanville

IV.2.2.1.4 Commercialisation du lait et de la viande

Les productions animales 2003 sont présentées dans les tableaux suivants d'après le mémento agricole 2003 de l'AGRESTE pour la région Basse-Normandie.

La production de lait en 2003 sur la région est de 26 155 000 hL (livraison totale de seulement 24 562 000 hL). L'effectif moyen de vaches laitières en production est de 485 500, soit une production moyenne par vache laitière de 5 210 L de lait en 2003.

La production de viande est présentée dans le Tableau C-IV.2.2-h.

Cheptel	2003 (en tonnes)
Gros bovins	135 044
Veaux	13 457
Porcins	87 323
Équins	1 424
Poulets de chair	22 152

Tableau C-IV.2.2-h : Production de viande en 2003 dans la région Basse Normandie

Pour le Département de la Manche, la production en 2003 a été de :

- 13 592 000 hL de lait de vache ;
- 59 485 tonnes de viande bovine ;
- 55 180 tonnes de viande porcine.

IV.2.2.2 Pêche, chasse et loisirs

IV.2.2.2.1 Pêche en rivières

Les espèces pêchées dans le département de la MANCHE sont la truite fario, la truite arc-en-ciel, le sandre, les grenouilles, les écrevisses, les anguilles.

En 2004, 13 185 permis de pêche ont été délivrés dans le département de la Manche et 1 061 permis de pêche dans un rayon de 10 km autour de la centrale.

⁷ Rapport du GRNC - GP3 (Groupe Radioécologique Nord Cotentin - Groupe de Travail n°3), Juillet 1999

IV.2.2.2.2 Pêche maritime

IV.2.2.2.2.1 Généralités pour le Cotentin

D'après la Chambre de Commerce et d'Industrie de Cherbourg, 612 navires sont utilisés par la filière pêche dans la région Basse Normandie, soit la 3^{ème} flotille sur le littoral océanique français (15% de la flotille française). Ce sont principalement des petites unités. 431 navires font moins de 12 mètres, 115 sont compris entre 12 et 16 mètres, 66 navires entre 16 et 25 mètres.

On comptabilise sur la région 1651 marins, ce qui fait de la Basse-Normandie la 2^{ème} région de la façade océanique en terme d'emplois. Par contre, elle se situe seulement au 4^{ème} rang en terme de chiffre d'affaires avec 116,5 M Euros.

Les espèces les plus pêchées sont les pétoncles, les bulots, les tacauds et grondins rouges mais aussi la coquille St Jacques, la seiche, l'encornet, les soles et les crustacés (homards, tourteaux, araignées et étrilles), notamment dans le secteur de Flamanville. Ne sont pas pêchés par contre le merlu ou la lotte.

Le département de la Manche représente les 2/3 des navires, des marins et du chiffre d'affaires bas-normands. Le Cotentin représente quant à lui 46% des navires, 51% des marins et 37% du tonnage du département.

Les principaux ports de pêche dans le Cotentin sont Saint-Vaast-la-Hougue, Barfleur, Cherbourg et Omonville-La-Rogue sur la façade Nord et Est ; et Auderville, Diélette, Barneville-Carteret et Portbail sur la façade Ouest.

La flotte dans le Cotentin (810 marins) est composée de 13 unités de pêche de flotte hauturière et de 169 navires de pêche côtière.

Port	Nombre de navires	+ de 10 m	- de 10 m
Cherbourg	38	21	17
Nord-Ouest*	4	2	2
Goury	1	0	1
Diélette	7	1	6
Carteret	22	12	10
Portbail	3	1	2

* : Bateaux répertoriés par la Chambre de Commerce et de l'Industrie entre le Port de Cherbourg et le Port de Goury

Tableau C-IV.2.2-i : Nombre de navires dans les principaux ports du Cotentin

En mars 2002, on dénombre 320 marins à Cherbourg, 20 au Nord-Ouest et à Goury et 130 pour les ports de Diélette, Carteret et Portbail.

IV.2.2.2.2.2 La production dans le Cotentin en 2002

- 7 700 tonnes de poissons soit 76% de la production du département ;
- 1 500 tonnes de crustacés soit 69% de la production du département ;
- 3 200 tonnes de coquillages soit 18% de la production du département ;
- 2 000 tonnes de céphalopodes (seiches) soit 53% de la production du département.

La commercialisation se fait principalement via le Centre de Marée de Cherbourg.

IV.2.2.2.3 Le port et la criée de Cherbourg

La quantité de pêche au port de Cherbourg en 2004 est de :

- coquilles (total) : 207 691 Kgs ;
- poissons (total) : 8 570 601 Tonnes.

Le nombre de bateaux total est de 127.

Les principales espèces débarquées en 2004 (détail par espèces) sont présentées dans le tableau suivant.

ESPECE	TONNAGE (En Kg)
SEICHE	2 247 621
GRONDIN ROUGE	775 432
ROUSSETTE	715 899
TACAUD	682 228
CALMAR	436 617
ROUGET BARBET	406 817
RAIE	358 541
GRISSET	356 333
MÉRLAN	334 874
EMISSOLE	314 574
BAR	265 770
CONGRE	232 469
COQUILLE ST JACQUES	207 691
MAQUEREAU	188 197
LIEU JAUNE	161 989
BAUDROIE	157 384
PLIE	152 769
REQUIN HAT	96 159
GRONDIN PERLON	93 919
SOLE	74 585
GRANDE ROUSSETTE	71 694
CHINCHARD	68 086
CABILLAUD	49 617
LINGUE	41 936
SAINT PIERRE	39 225
BAR DE LIGNE	36 360
EGLEFIN	35 634
VIEILLE COMMUNE	30 306
LIMANDE SOLE	29 282
TURBOT	25 023
PRAIRE	17 550
BARBUE	17 150
AMANDE DE MER	14 681
TOURTEAU	14 002
PETONCLE	10 203
LIMANDE FRANCHE	5 945
CARDINE	5 491
ARAIGNEE	5 441
MERLU	5 238
SOLE BLONDE	5 204
MULET	5 003
DIVERS	4 925
REQUIN TAUPE	4 763
AIGUILLAT	4 471
REQUIN RENARD	3 820
FLET	3 486
SARDINE	3 010
ORPHIE	2 634

POULPE	2 635
HOMARD	1 605
BUCCIN	1 537
GRANDE VIVE	1 536
ETRILLE	749
ENCORNET ROUGE	610
LIEU NOIR	507
LANCON	313
DORADE ROSE	295
DORADE ROYALE	261
HARENG	219
PEAU BLEUE	137
GRONDIN GRIS	124
HUITRE PLATE D'EUROPE	76
LANGOUSTE	33
SAUMON	14

Tableau C-IV.2.2-j : Classement des espèces débarquées au port de Cherbourg

IV.2.2.2.4 Pêche professionnelle de la côte Nord-Ouest du Cotentin

Du nord vers le sud (de l'anse de Vauville à l'anse de Sciotos), on observe des activités de pêche aux engins dormants (casiers à crustacés, casier à bulots, casiers à seiches) sur les fonds rocheux, vers la côte. La pêche au filet est également pratiquée. Sur les fonds sableux, les professionnels (bateaux de Carteret et quelques unités de Granville et de Barfleur) pratiquent les arts traînant (drague à coquilles et Jacques, chalut pour poissons plats).

A proximité du site, on observe des secteurs de pêche aux casiers, entre le port de Diélette et les vestiges de l'ancien Wharf; ainsi que sur les têtes de roche (Les Grifaudières) proches de la digue de protection sud. Dans le panache des rejets, on observe régulièrement des bateaux de Diélette pratiquant la ligne (pêche des bars).

Port de Diélette

Il n'y a pas de criée au port de Diélette. Les pêcheurs sont des pêcheurs indépendants qui revendent à des particuliers ou des restaurants. Le surplus de la pêche est vendu à la criée de Cherbourg.

Une société "Les viviers du Cotentin" est implantée sur le port de Diélette. Elle propose la vente en gros, demi-gros ou au détail de crustacés et autres produits de la mer. Pour son activité, elle dispose de plusieurs viviers dont l'eau est régulièrement renouvelée par prélèvement à la côte.

Port de Carteret

Il n'y a pas de criée au port de Carteret. La pêche est vendue à un mareyeur, (intermédiaire entre le pêcheur et la criée de Cherbourg) ou au marché de gros de Rungis (PARIS).

Surveillance réalisée par l'IFREMER

Dans le cadre de la surveillance de l'environnement du site de Flamanville effectuée par l'IFREMER, l'étude du domaine halieutique comprend également un suivi de la pêche professionnelle de crustacés du Nord-Ouest Cotentin pour la flotille artisanale travaillant au casier.

La pêche dans les ports de Goury, Diélette et Carteret est diversifiée puisque sont pratiqués simultanément le casier à gros crustacés, mais également le casier à bulot, le casier à étrille, le casier à seiche et le filet à sole ou à raie.

L'effort de pêche est concentré dans les zones très côtières en marées de vives-eaux, et plus au large dans les secteurs du Cap de La Hague ou des Ecréhoux en marées de mortes-eaux.

La production est difficile à évaluer car, comme vu plus haut, de nombreux professionnels vendent directement leur production ou ne remplissent pas les documents déclaratifs.

En 2003, les déclarations font apparaître une production d'environ 215 tonnes de crustacés dont 109 tonnes d'araignées, 74 tonnes de tourteaux, et 32 tonnes de homard.

La production de poissons dans cette zone est essentiellement de 122 tonnes pour les différentes espèces de raies, de 74 tonnes pour la petite roussette et de 35 tonnes pour la sole.

On rappelle que la pêche est interdite par arrêté préfectoral dans la zone de cantonnement à proximité du site (Cf. **Pièce C, figure C-1.5-f**).

IV.2.2.2.5 Conchyliculture

Il n'y a pas d'exploitations conchylicoles⁸ recensées à proximité de Flamanville. Seule une exploitation mytilicole⁹ se situe à 25 km au sud du Cap de Flamanville.

⁸ Elevage des coquillages.

⁹ Elevage des moules.

IV.2.2.2.6 Pêche amateur

La pêche aux casiers à crustacés est réalisée essentiellement à la belle saison, sur les secteurs proche de la côte. Cette activité a pris de l'ampleur avec la création du port de plaisance de Diélette.

La pêche au lancer est réalisée depuis le rivage par de nombreuses personnes à partir du mois d'avril lorsque les bars et les maquereaux gagnent les zones de frayères à la côte. Cette activité se pratique en particulier, le long de la digue de protection Nord et, au sud, dans l'anse de Quedoy et au pied du cap de Flamanville.

La zone des rejets est également très fréquentée du mois d'avril à la mi-septembre par les "ligneurs".

IV.2.2.2.3 **Chasse**

Les espèces chassées dans le département de la Manche sont :

- gibier sédentaire : le lièvre, la perdrix grise et rouge, le pigeon, le vanneau, la grive, le merle, le faisan, le lapin, le renard, le sanglier ;
- migrateurs : canards, bécasses, oies ;

Dans le département de la Manche 18 862 permis de chasse ont été délivrés en 2004.

Le nombre de permis de chasse délivrés dans les communes dans un rayon de 10 km du CNPE de Flamanville est présenté dans le tableau suivant.

COMMUNES	NOMBRE DE PERMIS DE CHASSE
FLAMANVILLE	45
SIOUVILLE-HAGUE	46
TREAUVILLE	50
LES PIEUX	86
ROZEL	28
HELLEVILLE	25
BENOITVILLE	32
HEAUVILLE	48
ST GERMAIN-LE-GAILLARD	43
SOTTEVILLE	22
BIVILLE	34
SURTAINVILLE	72

Tableau C-IV.2.2-k : Récapitulatif du nombre de permis de chasse délivrés en 2004 dans un rayon de 10 km autour de la centrale

IV.2.2.4 Autres activités de loisirs

Des plages entourent le site de part et d'autre de l'avancée rocheuse du Cap de Flamanville: au Nord, l'Anse de Vauville et au Sud l'Anse de Sciotot, sur lesquelles se pratiquent la baignade et la plupart des sports nautiques.

Dans les 10 kilomètres autour du site, on trouve en effet un centre nautique et un centre de plongée au Port de Diélette, un club de char à voile à l'Anse de Sciotot (Les Pieux) et un club de surf à Siouville.

la navigation, la plongée sous-marine et la baignade sont interdites par arrêté préfectoral n°36/99 dans un rayon de 200 m autour des points de rejet en mer des tranches en fonctionnement.

Il est également possible de pratiquer la randonnée à cheval et à pied. Il faut noter que le GR 223 (Tour du Cotentin), contourne le site en haut de falaise.

IV.2.3 Régime alimentaires des populations

La ration alimentaire des produits de la mer a été établie pour le site de Flamanville à partir de l'enquête « Consommation alimentaire dans le Nord Cotentin », CREDOC-COGEMA de juin 1998.

Concernant la ration des produits terrestres, les résultats de cette enquête locale plus récente ont également été retenus (la cohérence des rations alimentaires avec l'enquête réalisée par l'INSEE en 1991 a cependant été vérifiée).

Les rations alimentaires retenues pour le site de Flamanville sont présentées dans les tableaux suivants.

Produit consommé	Consommation en kg/an
ADULTE	
<u>Végétaux</u>	
Légumes feuilles	4,6
Légumes racines	31,4
Légumes fruits	59,6
<u>Produits d'origine animale</u>	
Lait	97,8
Viande	47,8
NOURRISSON	
Lait	255,5

Tableau C-IV.2.3-a : Ration alimentaire de produits terrestres retenue pour le site de Flamanville

Produits de la mer consommés	Poisson (kg/an)	Crustacés (kg/an)	Mollusques/coquillages (kg/an)	Total (kg/an)
Ensemble de la population	13	7,1	6,7	26,8
Groupe pêcheurs ou gros consommateurs de produits marins	41,7	14,6	14,6	70,9

Tableau C-IV.2.3-b : Ration alimentaire de produits de la mer pour le site de Flamanville

IV.2.4 Environnement industriel et voies de communication

IV.2.4.1 Environnement industriel

L'état de référence de l'environnement industriel traite des industries et du tissu économique au niveau régional. Il s'attarde plus particulièrement sur les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) au périmètre de 10 km autour du site de Flamanville.

IV.2.4.1.1 Industries agro-alimentaires

IV.2.4.1.1.1 Poids du secteur

Avec 20000 salariés, l'industrie agroalimentaire est le premier secteur industriel en Basse-normandie. C'est aussi le principal exportateur de la région.

Les principaux établissements de la région (au 1^{er} janvier 2001) sont présentés dans le Tableau C-IV.2.4-a.

Nom	Activité	Commune (Département)	Nombre de salariés
SOVIBA	Production de viandes de boucherie	Villers-Bocage (14)	689
Société Normande de Volaille	Production de viande de volaille	La Chapelle d'Andaine (61)	688
Société des Viandes du Cotentin SA	Production de viandes de boucherie	Coutances (50)	586
Coop. Agri. Lait. « Maîtres laitiers du Cotentin »	Fabrication de fromages	Sottevast (50)	570
Coopérative Isigny-Sainte-Mère	Fabrication d'autres produits laitiers	Isigny-sur-Mer (14)	456
Les salaisons de Brocéliande	Préparation industrielle de produits à base de viande	Villers-Bocage (14)	427
Charal	Production de viandes de boucherie	Flers (61)	422
COGESAL-MIKO	Fabrication de glaces et de sorbets	Argentan (61)	378
SCHWAN's FRANCE	Fabrication de pâtes alimentaires	Mézidon-Canon (14)	377
ELVIR	Fabrication de beurre	Condé-sur-Vire (50)	357

Tableau C-IV.2.4-a : Principaux établissements de l'industrie agroalimentaire en région Basse-Normandie au 1^{er} janvier 2001

On peut noter la présence des trois établissements importants dans le département de la Manche : ELVIR à plus de 100 km du site de Flamanville, SOVIBA SA à environ 70 km du site et la Coopérative agricole laitière « Maîtres laitiers du Cotentin » à une vingtaine de kilomètres du site.

Dans un rayon de 10 km autour du site de Flamanville, sont recensées par la Chambre de Commerce et de l'Industrie de Cherbourg une entreprise de distillation d'eau de vie naturelle aux Pieux et une cidrerie à Sotteville.

IV.2.4.1.1.2 Le tissu industriel

Adossée à une agriculture centrée sur l'élevage, l'industrie agroalimentaire bas-normande est spécialisée dans la transformation du lait, activité qui s'est profondément restructurée pour se concentrer largement dans quelques grands groupes (Lactalis, Bongrain, Danone, Nestlé). Cette activité occupe près de 6000 salariés.

Avec près de 5200 salariés, le secteur de la viande, hors artisans charcutiers, arrive en second.

Le secteur artisanal de la charcuterie et de la boulangerie-pâtisserie représente quant à lui 1800 établissements et 7000 emplois dont près de 4000 emplois salariés.

En dehors des secteurs de la viande, du lait et de la filière cidricole, les industries agroalimentaires bas-normandes se sont engagées dans une diversification prometteuse, de l'industrie du poisson aux plats cuisinés. Dans la Manche, l'industrie laitière domine encore largement. La valorisation des produits de l'agriculture et de la pêche locale offre cependant des opportunités nouvelles de croissance, les secteurs de la viande et de la biscuiterie comptant aussi parmi les atouts du département.

	Nombre d'établissements	Nombre de salariés moyen
Total	158	14 412
Industries de viandes	41	4 630
Industries de poisson	12	679
Industrie de fruits et légumes	4	126
Industrie laitière	50	5 916
Fabrication d'aliments pour animaux	12	482

Tableau C-IV.2.4-b : Établissements industries agroalimentaires ayant 20 salariés et plus en région Basse Normandie en 2002

Parmi les entreprises du secteur de plus de 20 salariés, l'industrie laitière représente 40% des emplois salariés.

IV.2.4.1.1.3 Les ressources humaines

L'emploi dans le secteur agroalimentaire a fortement reculé au milieu des années 1990 à la suite d'importantes restructurations, mais les effectifs progressent à nouveau depuis 1999. L'emploi avait en effet reculé de 10 % alors que le tassement national restait quant à lui limité. Cette baisse des effectifs a surtout été sensible dans la Manche.

Avec 20 000 salariés en 2000, l'industrie agroalimentaire est le premier secteur industriel de la région, soit presque un salarié industriel sur 5. Dans le département de la Manche, il représente environ 7 000 salariés en 2000.

Le nombre d'établissements en 2000 est de 2375.

Moins âgés que dans les autres secteurs industriels, les salariés sont aussi moins qualifiés, les ouvriers non qualifiés restant aussi nombreux que les ouvriers qualifiés, et les cadres supérieurs et intermédiaires ne représentent que 17% des effectifs (27% dans l'ensemble de l'industrie).

Le secteur de la viande a connu des difficultés suite aux crises de la « vache folle », surtout pour certaines PME du secteur de la transformation ou certains abattoirs et entreprises de découpe.

Dans le secteur artisanal, le nombre d'ateliers et de commerces a diminué, les nombreux départs en retraite n'étant pas tous remplacés, le nombre de salariés n'a par contre que peu varié.

IV.2.4.1.2 *Autres activités industrielles*

IV.2.4.1.2.1 Généralités

En dehors de l'industrie agroalimentaire, la région de Cherbourg est à la recherche d'une nouvelle dynamique industrielle pour compenser notamment la baisse d'activité de la construction navale.

La répartition de l'emploi entre les différents secteurs au 1^{er} janvier 2000 était de 7% dans l'Agriculture, 21,1% dans l'industrie, 6,5% dans la construction, 11,6% dans le commerce et 53,8% dans les services. La répartition est sensiblement équivalente dans cette zone d'emploi que dans le reste de la région Basse-normandie.

IV.2.4.1.2.2 Le tissu industriel

Les principaux établissements dans la région de Cherbourg sont :

	Activité	Lieu	Nombre de salariés
Cie générale des matières nucléaires (AREVA)	Elaboration et transformation de matières nucléaires	Herqueville	3200
Direction Constructions Navales	Construction de bâtiments de guerre	Cherbourg	2370
EDF	Production et distribution d'électricité	Les Pieux	680
Constructions mécaniques de Normandie	Construction de bâtiments de guerre	Cherbourg	360
Sanmina France (Alcatel)	Fabrication d'équipements de transmission hertzienne	Tourlaville	360
Chaudronnerie du Petit Parc	Chaudronnerie nucléaire	Digulleville	180
ACE	Chaudronnerie nucléaire	Querqueville	150

Tableau C-IV.2.4-c : Principaux établissements dans la zone d'emploi de Cherbourg

En 2000, dans la zone d'emploi de Cherbourg il y a 758 établissements pour 14 707 salariés (7016 établissements en région Basse-Normandie pour un effectif de 105 993 salariés).

9457 salariés soit 64% des salariés de la région de Cherbourg sont employés par les 116 établissements de 20 salariés et plus.

IV.2.4.1.2.3 Les activités de commerce du port de Cherbourg

En 2004, alors que les premiers mois marquaient une nette reprise de l'activité avec une prévision d'escales trans-Manches en hausse de 6%, la montée en puissance de l'activité de la ligne exploitée par Normarline et le démarrage du trafic de viandes, le port a eu à faire face à partir de fin avril 2004 à la diminution des flux trans-Manches, à l'arrêt du service Normarline et à la fermeture provisoire du marché sur la Russie.

Passagers

Avec 2664 escales, les services de ferries ont généré en 2004 un trafic total de 1 296 639 passagers et de 346 588 véhicules de tourisme en baisse d'environ 10% et 11% respectivement par rapport à 2003.

Le même niveau de baisse est constaté sur les routes vers l'Angleterre et vers l'Irlande. En effet, un nouveau service rapide entre Portsmouth et Caen-Ouistreham a directement affecté l'ensemble des services offerts sur Cherbourg, et un service sur Dublin qui avait transporté 11 200 passagers en 2003 a été supprimé.

Seule l'activité croisière, après la remarquable escale du Queen Mary 2, a tenu ses promesses avec 35 496 passagers soit une croissance de 70% par rapport à 2003.

Fret

Contrairement au trafic passagers, le marché du fret se situe globalement dans une phase de croissance. Cherbourg doit cependant faire face à une concurrence très forte du port de Caen-Ouistreham, et à la fermeture de la ligne avec Dublin (3800 Poids Lourds en 2003).

Avec 113 941 unités, le trafic fret trans-Manche de Cherbourg est en régression de 6,21%. Globalement sur l'Angleterre, le trafic s'est établi à 97 781 unités. Pour l'Irlande, l'arrêt d'une ligne sur Dublin a entraîné une baisse de 9%, le trafic des lignes fret sur Rosslare est en augmentation de 13%.

Croisières

Cherbourg a profité de l'effet « 60^{ème} anniversaire du Débarquement » et a connu un bon niveau d'activité sur ce secteur avec 26 escales et 35 496 passagers. Le programme 2005 s'établit à présent sur la base de 16 escales comme en 2003 (20 793 passagers en 2003).

Autres activités

Le service de transport de conteneurs exploité depuis avril 2003 par Normarline vers Waterford a été arrêté en mai 2004, en raison principalement de l'augmentation des prix d'affrètement des navires porte-conteneurs. Avec 38 escales en 2004, le service a traité 36 098 tonnes de marchandises pour 4809 conteneurs équivalents vingt pieds.

L'entrepôt frigorifique livré fin 2003 aura permis de réaliser en 2004, les premières escales de viandes vers la Russie avant la fermeture du marché russe. Trois escales ont donné lieu à un trafic de 4600 tonnes.

Les matériaux de carrière transitant par le Port de Cherbourg peuvent se séparer en deux types de trafic, la fin des expéditions d'enrochements liés aux travaux du port en 2000 (434 162 tonnes de matériaux et 228 escales), et le développement de trafics réguliers de sables et de graviers (107 074 tonnes et 59 escales).

Les autres trafics ont représenté en 2004, 18124 tonnes pour 85 escales.

IV.2.4.1.2.4 Les Installations classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

Selon les données du dernier recensement de la DRIRE Basse-Normandie, la seule ICPE recensée par soumission à autorisation située dans un rayon de 10 km autour du site est la carrière « TCP » de Biville.

Cependant, de nombreuses ICPE pouvant être soumises à déclaration existent dans le rayon de 10 km autour du site. On trouve notamment :

- plusieurs stations services et dépôts de carburants aux Pieux, à Flamanville, Benoîtville et à Pierreville ;
- plusieurs garages de vente et de réparation de véhicules à Benoîtville, à Biville, aux Pieux, à Saint-Germain-le-Gaillard et à Tréauville ;
- une installation de mécanique et traitement de surface, une installation de terrassement et construction, une installation d'application de peinture et un dépôt d'acétylène sur la commune de Flamanville ;
- une installation de traitement des déchets urbains sur la commune des Pieux ;
- une installation de broyage de végétaux et une industrie agro-alimentaire à Surtainville.

Les établissements relevant de la Directive SEVESO II implantés dans le département de la Manche sont :

- Rockwood Electronics à Saint-Fromond (à environ 80 km du site de Flamanville) dont l'activité à risque est la chimie fine et le risque identifié est celui du nuage toxique (classée en « seuil haut »);
- Rastello à Saint-Hilaire-Petitville (à environ 70 km du site de Flamanville) dont l'activité à risque est le dépôt de gaz, et le risque celui de l'explosion (classée en « seuil bas »).

Les Installations Nucléaires de base de la région Basse Normandie sont :

- L'établissement AREVA de La Hague de retraitement des combustibles nucléaires ;
- Le Centre de stockage de la Manche (ANDRA) de déchets radioactifs de faible et moyenne activité à courte durée de vie, il est situé sur le site de La Hague en bordure de l'usine de retraitement d'AREVA ;
- Le CNPE de Flamanville ;
- Le grand accélérateur national d'ions lourds (GANIL) situé à Caen.

IV.2.4.1.2.5 Champ de tir de Biville

D'une superficie d'un peu plus de 500 hectares le terrain de Biville, utilisé par le Ministère de la Défense, situé à environ 5 km au Nord/Nord-Est, est prioritairement un champ de tir qui peut éventuellement servir de terrain de manœuvre.

Cette zone baptisée D575 est ouverte toute l'année sauf du 15 juin au 15 septembre ainsi que les samedis après-midi, dimanches, jours fériés et jours de grandes marées (coefficient supérieur à 95).

IV.2.4.1.2.6 Situation de l'emploi

L'emploi était en perte de vitesse dans la région de Cherbourg en 2000. La construction navale a perdu 2500 emplois en 10 ans. Le secteur de l'énergie a vu la croissance de son activité s'essouffler, l'usine de retraitement de la Hague a atteint son rythme de croisière. Cependant il semble que depuis 2000, l'emploi salarié se soit stabilisé.

Alors que la confection est également en perte de vitesse, comme dans d'autres bassins d'emplois bas-normands, les secteurs qui s'affirment en Basse-Normandie, comme l'automobile ou la plasturgie, restent presque inexistantes dans le Nord-Cotentin. Si les industries du bois et du papier, l'édition et l'imprimerie gagnent quelques dizaines d'emplois, elles restent très peu développées.

Finalement, comme présenté au paragraphe IV.2.4.1.1, seul l'agroalimentaire affiche une bonne santé, avec une centaine de créations d'emplois nouveaux sur la dernière décennie alors que, dans ce secteur, le reste du département a connu d'importantes restructurations coûteuses en effectifs.

IV.2.4.2 Voies de communication

L'état de référence des voies de communication regroupe les transports routiers, ferroviaires, maritimes, par canalisation et aériens, dans un périmètre régional, allant jusqu'à 50 km autour du site de Flamanville.

Concernant le transport de marchandises dangereuses par route, une étude particulière a été réalisée dans un rayon de 10 km autour du site, par le CETE Normandie – Centre en mars 2005. Les résultats de cette étude sont présentés dans le paragraphe suivant.

IV.2.4.2.1 Accès, réseau et trafics routiers

IV.2.4.2.1.1 Accès routier et réseau routier

Compte-tenu de l'absence de route en pied de falaise, tous les accès se font à partir du plateau par la D23 en provenance des Pieux, qui longe la côte sur 2 km à partir de Diélette, pour aboutir à l'accès Nord. Cette route contourne ensuite le site en limite Est sur la falaise, pour desservir l'accès Sud (accès principal).

La route départementale D 650 reliant Barneville-Carteret à Cherbourg par Les Pieux se situe à environ 5 km du site.

Enfin, la route départementale D4 reliant Diélette aux Pieux par Flamanville est située à environ 1 km du site.

IV.2.4.2.1.2 Trafic routier

Les informations disponibles depuis 1999 sur le trafic moyen autour du CNPE de Flamanville, ont été recueillies auprès de la Direction Départementale de l'Équipement de la Manche (Figure C-IV.2.4-a). Il faut noter que les données de trafic sur la RD 4 sont issues d'une étude ponctuelle et ne donnent pas le trafic Moyen Journalier Annuel. Le trafic annuel tout véhicule est donné pour cette voie.

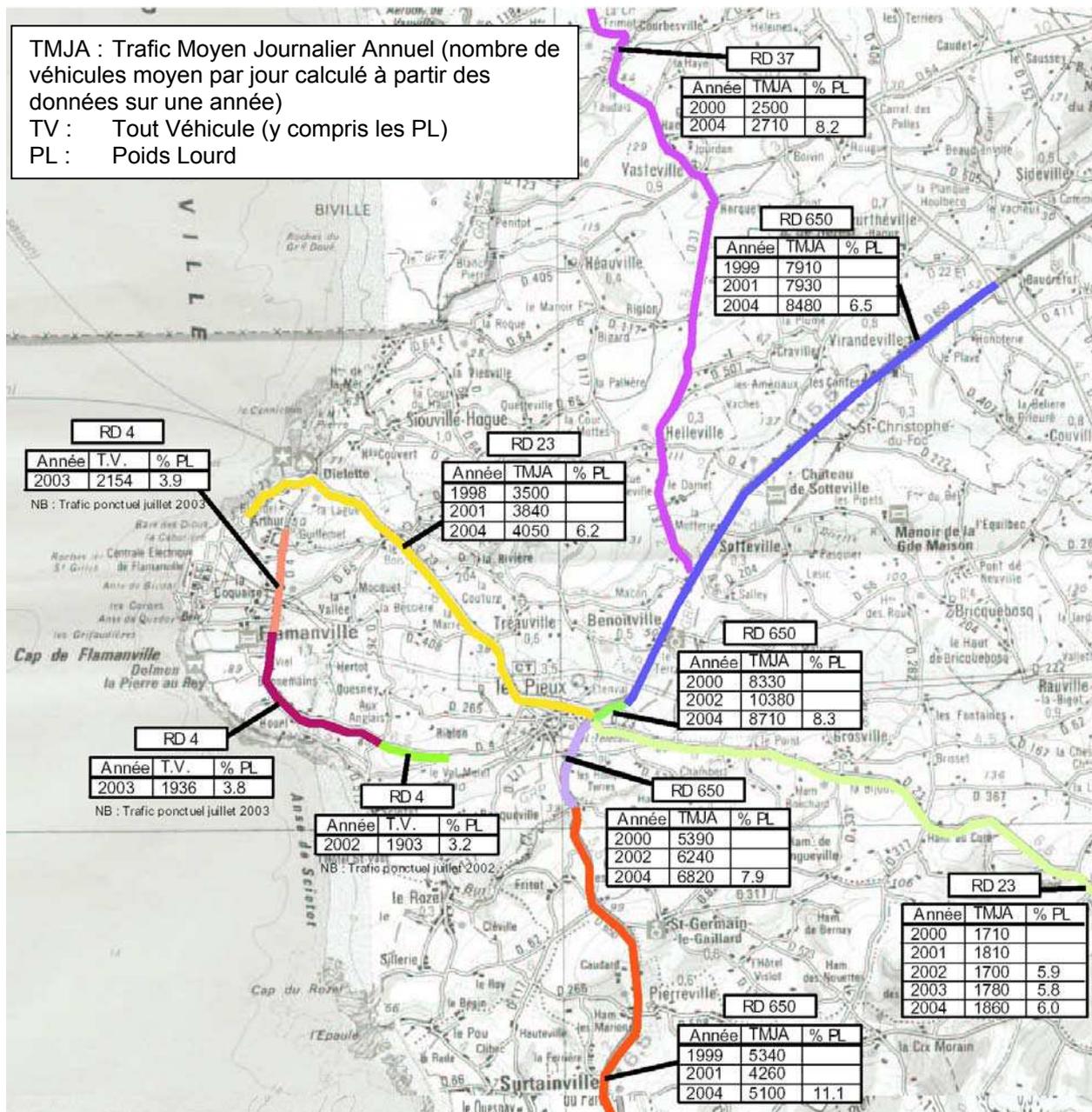


Figure C-IV.2.4-a : Recueil des données de trafic routier autour du site de Flamanville

IV.2.4.2.1.3 Transport de matières dangereuses par route

Une étude a été réalisée afin d'évaluer le nombre de transports de matières dangereuses circulant dans un rayon de 10 km autour du site de flamanville.

Le comptage de véhicules a été réalisé en mars 2005 durant une enquête de 72 h (24 heures le 28 février et 4 jours consécutifs pendant 12 heures (de 7h à 19h) du 8 au 11 mars) à l'intersection des routes départementales RD650 et RD23, et à l'intersection des routes RD650 et RD37 (Figure C-IV.2.4-b).

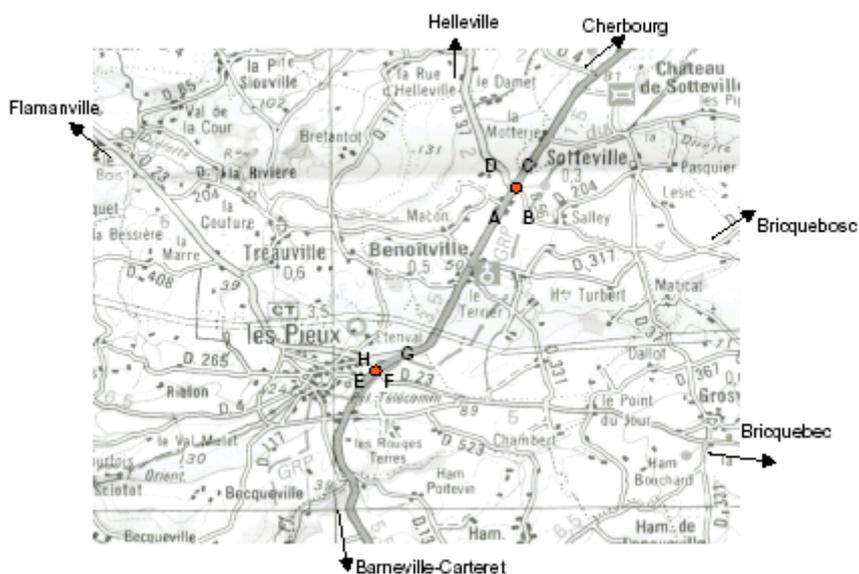


Figure C-IV.2.4-b : Carte de situation des points de comptage

La répartition par produits à chaque point de comptage est présentée dans les tableaux suivants :

Rond Point RD650 / RD23	
Code danger / Code produit	Pourcentage
Code 30/1202	42,71
Code non renseigné	28,13
Code 33/1203	10,42
Code 23/1965	12,50
Plaque illisible	3,13
Code 80/1724	2,08
Code 70/3321	1,04

Tableau C-IV.2.4-d : Trafic de matières dangereuses à l'intersection de la RD650 et RD23

Rond Point RD650 / RD 37	
Code danger / Code produit	Pourcentage
Code 30/1202	49,32
Code non renseigné	20,55
Code 33/1203	15,07
Code 23/1965	12,33
Plaque illisible	1,37
Code 70/3321	1,37

Tableau C-IV.2.4-e : Trafic de matières dangereuses à l'intersection de la RD650 et RD37

L'enquête a montré que très peu de matières dangereuses transitent la nuit dans ce secteur. Le trafic est plus important entre 10h et 13h.

Les principaux mouvements effectués au carrefour giratoire des RD 650 et RD 23 sont :

- Cherbourg / Barneville-Carteret dans les 2 sens sur la RD 650 ;
- Les Pieux / Bricquebec dans les 2 sens sur la RD 23
- Les Pieux / Cherbourg et Les Pieux / Barneville-Carteret à l'intersection de la RD 650 et de la RD 23.

Les principaux mouvements effectués au carrefour giratoire des RD 650 et RD 37 sont :

- Cherbourg / Les Pieux dans les 2 sens sur la RD 650 ;
- Les Pieux / Helleville dans les 2 sens entre la RD650 et la RD37.

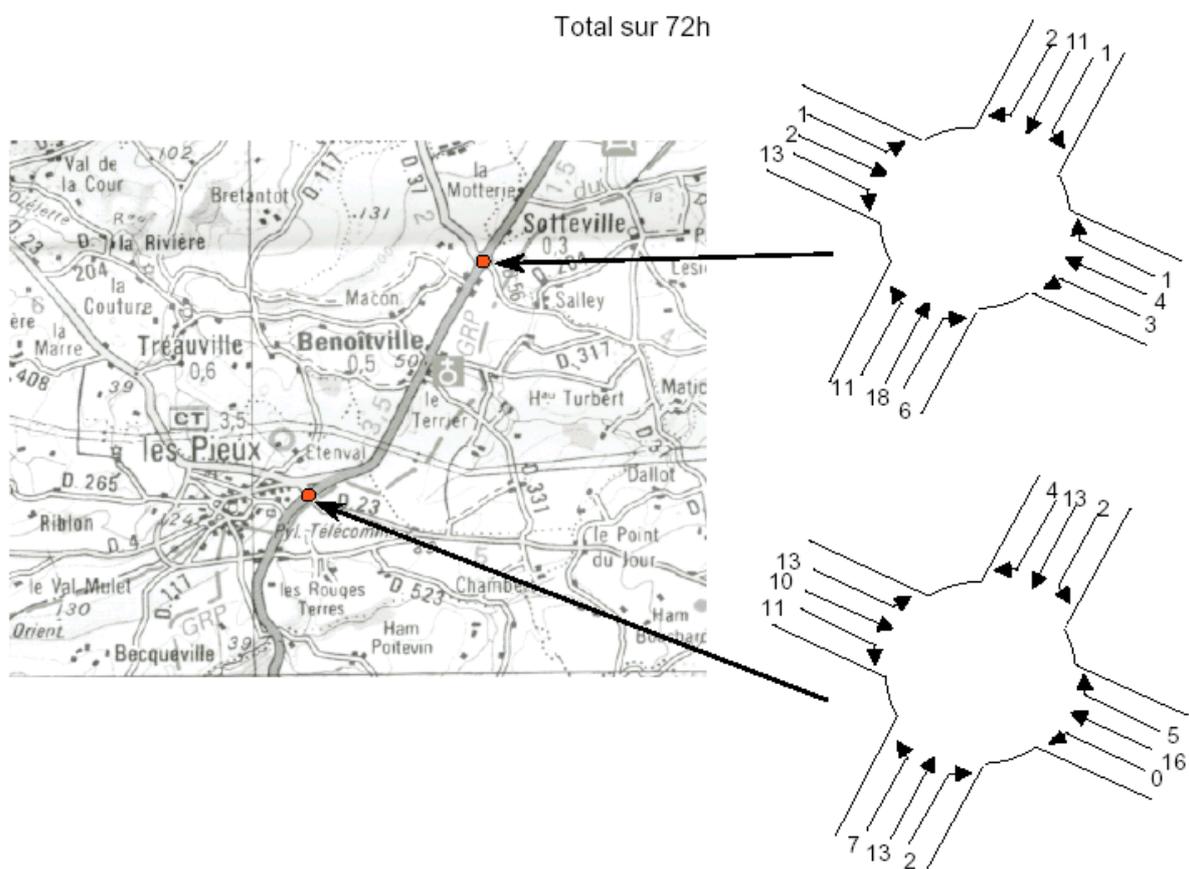


Figure C-IV.2.4-c : Mouvements du trafic du transport de matières dangereuses sur la somme des 72h

La répartition des véhicules transportant des matières dangereuses en fonction de l'itinéraire emprunté est indiquée sur la Figure C-IV.2.4-c. Le trafic de matières dangereuses est plus important sur le carrefour RD650 / RD23.

Parmi les matières dangereuses transitant à proximité du site de Flamanville, il faut noter les produits destinés au Centre AREVA de La Hague. Il avait été noté dans le Rapport Définitif de Sécurité de la Centrale de Flamanville (édition 1999) que le transport d'hydrate d'hydrazine provenant des Pyrénées est susceptible d'utiliser la route des Pieux. La plupart des autres produits chimiques sont acheminés via la route des châteaux Valognes-Couville-Beaumont-Hague. Les combustibles irradiés sont acheminés via la D23 jusqu'à Les Pieux puis la D650 vers Cherbourg et la D22 vers La Hague.

De plus le site comptabilise les flux de matières dangereuses entrant et sortant du site, et la répartition par code ONU pour l'année 2004 est présentée dans les tableaux suivants. On distingue les flux de classe 7 (matières radioactives) des autres flux.

2004 Classe 7 (matières radioactives)	
Expéditions	
Emballage sous agrément	11 Colis (8 Conteneurs)
Emballage sous agrément - retour à vide	1 Colis (1 conteneur)
Emballage avec certificat d'approbation d'expédition sous arrangement spécial	12 Colis
Colis non soumis à agrément	1 Objet non emballé
	48 Caisses Aluminium
	8 Emballages Carton
	4 Citernes
	9 Coque béton
	114 Conteneurs métalliques
Total	208 expéditions
2004 Classe 7 (matières radioactives)	
Réceptions	
Emballage sous agrément	12 Colis
Emballage avec certificat d'approbation d'expédition sous arrangement spécial	14 Convois
Colis non soumis à agrément	59 Caisses Aluminium
	4 Emballages Carton
	5 Citernes
	102 Conteneurs métalliques
	1 Non Emballé
Total	171 réceptions

Tableau C-IV.2.4-f : Expéditions et réceptions des matières dangereuses sur le site de Flamanville en 2004 (classe 7)

2004		
Réceptions		
Citernes	Classe 3	80 tonnes
	Classe 8	279,5 tonnes
		2500 litres
Colis	Classe 2	3040,5 m ³
		455 kg
	Classe 6,1	44800 litres
	Classe 9	2000 litres
	Classe 8	87000 litres
		179 kg
2004		
Expéditions		
Citernes	Classe 3	31,8 tonnes
	Classe 6,1	33,2 tonnes
	Classe 8	19,6 tonnes
Autres modes (colis, vrac...)	Classe 2	466,5 kg
	Classe 3	1039 kg
	Classe 4,1	3,21 tonnes
	Classe 6,2	0,05 tonnes
	Classe 8	16954 kg
	Classe 9	79,47 tonnes

Tableau C-IV.2.4-g : Expéditions et réceptions des matières dangereuses sur le site de Flamanville en 2004 (autres classes)

IV.2.4.2.2 Réseau ferroviaire

La voie ferrée la plus proche est la ligne SNCF Paris-Cherbourg ou Cherbourg-Rennes via notamment Carentan et Valognes. Le point le plus proche est à 15 km du site. Les gares les plus proches du site sont Valognes et Cherbourg.

IV.2.4.2.2.1 Le trafic voyageurs

Le nombre de trains par jour entre Cherbourg et Valognes est d'une dizaine d'aller-retour en jour ouvrable.

600 personnes par jour ouvrable montent et descendent du train en gare de Cherbourg et de Valognes.

L'évolution du trafic sur cette ligne entre 2001 et 2004 est présentée dans le tableau.

	2001/2002	2002/2003	2003/2004
Évolution du trafic (%)	-4,3%	-2,8%	+21%

Tableau C-IV.2.4-h : Évolution du trafic voyageurs ferroviaire sur la ligne Cherbourg – Valognes (Données SNCF Direction Régionale de Rouen)

IV.2.4.2.2.2 Le trafic fret

Le trafic fret dans les gares de Cherbourg et de Valognes est présenté dans le Tableau C-IV.2.4-i et le Tableau C-IV.2.4-j, ainsi que le pourcentage du trafic lié aux matières dangereuses. On constate que presque la totalité du trafic fret en gare de Valognes est constitué de matières dangereuses. Cette gare est en effet utilisée pour le déchargement des matériaux irradiés.

CHERBOURG

	2004	2003	2002	2001
Expéditions	7 235	1 633	1 120	4 462
dont % marchandises dangereuses	0%	53%	91%	38%
Arrivages	481	954	1 331	2 475
dont % marchandises dangereuses	0%	85%	84%	89%
Totaux	7 716	2 587	2 451	6 937
dont % marchandises dangereuses	0%	64%	87%	56%

**Tableau C-IV.2.4-i : Trafic fret en gare de Cherbourg de 2001 à 2004
 (Données SNCF Direction Régionale Rouen)**

VALOGNES

	2004	2003	2002	2001
Expéditions	27 000	31 916	30 542	26 624
dont % marchandises dangereuses	99%	99%	99%	99%
Arrivages	25 404	31 438	29 439	22 687
dont % marchandises dangereuses	98%	97%	98%	98%
Totaux	52 404	63 354	59 981	49 311
dont % marchandises dangereuses	98%	98%	98%	99%

**Tableau C-IV.2.4-j : Trafic fret en gare de Valognes de 2001 à 2004
 (Données SNCF Direction Régionale Rouen)**

Le nombre moyen de circulations fret sur la section Valognes-Cherbourg est de 3 par jour en 2004

IV.2.4.2.3 Trafic maritime

IV.2.4.2.3.1 Routes maritimes

Les navires marchands de gros tonnages assurant le transit entre l'Europe du Nord et les ports du Golfe Persique, de la Méditerranée et des Etats-Unis empruntent des routes bien déterminées définies à l'échelon international lors de leur passage dans la Manche.

Au large de Cherbourg à l'Ouest, le trafic maritime est conditionné par les Dispositifs de Séparation du Trafic (DST¹⁰) des Casquets et du Pas de Calais. Ces dispositifs sont adoptés par l'OMI (Organisation Maritime Internationale). Le DST des Casquets permet d'ordonner le trafic au Nord des îles Anglo-Normandes, en un lieu où convergent les routes maritimes venant des parages d'Ouessant et des îles Scilly avec celles descendant du Pas de Calais. Il se compose d'une zone de séparation de 5 M¹¹ de large bordée au Nord par une zone de circulation, 5 M de large pour le trafic en direction de l'Ouest et au Sud par une zone de circulation de 5 M de large pour le trafic en direction de l'Est. Ces zones sont orientées sur un axe 075°-255°. Une zone de navigation côtière complète ce dispositif entre la limite Sud du dispositif et les îles Anglo-Normandes.

Le CROSS Jobourg assure le Trafic Maritime dans la zone couverte par le dispositif des Casquets; il travaille en liaison avec son homologue britannique de Portland Coast Guard.

¹⁰ Dispositif de Séparation du Trafic : mesure d'organisation du trafic visant à séparer les navires qui se déplacent dans des directions opposées grâce à des moyens appropriés et à l'établissement des voies (couloirs) de circulation.

¹¹ M = Mile nautique

Il faut noter de plus un trafic important transmanche entre la France (Cherbourg, St-Malo...), les îles Anglo-Normandes et le Royaume-Uni (Poole, Southampton, Weymouth qui est Nord-Sud et dont les routes peuvent longer la côte Ouest du Cotentin).

Les distances des deux routes maritimes par rapport au site de Flamanville sont comprises entre 40 km (pour celle des Casquets (T2)) et 70 km (pour celle du Pas de Calais (T1)).

IV.2.4.2.3.2 Trafic maritime

Le CROSS Jobourg a été contacté en 2004 (en 2003) par 74 686 navires (73 411 navires), soit une moyenne de 204 (200) navires par jour dans la zone. 26 887 navires (26 327 navires) ont déclaré transporter des matières dangereuses soit 36% (36%) des navires.

En 2003, le CROSS Jobourg a suivi 108 situations de navire de commerce en avarie dont 33 cargo-polyvalents, 28 porte-conteneurs, 17 vraquiers, 6 cargos frigorifiques, 6 tankers, 4 pétrochimiquiers, 3 voituriers, 2 Rouliers, 2 Pétro-vraquiers et 1 Pêche-Usine.

Le CROSS Gris-Nez recense le trafic longitudinal (voies montantes et descendantes) ainsi que le trafic transversal (vers l'Angleterre) au niveau du cap Gris-Nez.

Le détail des données générales pour le flux longitudinal est donné ci-après :

Routes	Nombres de navires / an	Pourcentage
T1	39 000	48
T2	43 000	52

Tableau C-IV.2.4-k : Trafic général annuel 2003 sur les voies maritimes T1 et T2

Types	Nombre de navires par an			
	T1	%	T2	%
Vraquier	4700	12	5500	12,8
Porte conteneurs de voiture	6300	16,2	9000	20,9
Pétroliers	7000	18	4900	11,4
Gaziers	2300	5,9	2300	5,4
Chimiquiers	2500	6,4	3500	8,1
Cargos frigorifiques	2100	5,4	2900	6,7
Cargos	14100	36,1	14900	34,7
total	39 000	100	43 000	100

Tableau C-IV.2.4-l : Répartition du trafic suivant les types de navires (2003)

On suppose que si le trafic évolue au cours des ans, la répartition des matières transportées reste sensiblement la même.

Gaziers	Répartition (en %)	Trafic T1	Trafic T2
Total	100	2300	2300
GPL	61,3	1409	1409
Propylène	16,5	380	380
Ethylène	6,5	150	150
Butadiene	2,6	60	60
Ammoniac	5,8	133	133
CVM	2,7	62	62
GNL (méthane)	4,6	106	106

Tableau C-IV.2.4-m : Répartition des navires transportant des gaz

Pétroliers	Répartition (en %)	Trafic T1	Trafic T2
Total	100	7000	4900
Pétrole brut type A (300000t)	5,2	364	255
Pétrole brut type B (100000t)	21	1470	1029
Gazole	19	1330	931
Mazout	16,3	1141	799
Huile de graissage	12,5	875	612
Naphta	8,1	567	397
Essence	9	630	441
Kérozène	4,4	308	215
Hydrocarbures divers	3,1	217	152
Bitume	1,4	98	69

Tableau C-IV.2.4-n : Répartition des navires transportant des produits pétroliers

Produits chimiques	Répartition	Trafic T1	Trafic T2
Total	100	2008	2662
Engrais (ammonitrates) + nitrates d'ammonium	16,44	330	438
Huile (veg +anim)	9,9	199	264
Benzène	7,68	154	204
Explosifs	7,62	153	203
Soude caustique	5,5	110	146
Acide sulfurique	5,26	106	140
Acide phosphorique	5,26	106	140
Methanol	4,72	95	126
Styrene	4,65	93	124
Olefines (essence)	3,81	77	101
Xylène	3,26	65	87
Phosphates	2,96	59	79
Uree	2,84	57	75
mélasse	2,72	55	72
Acétone	1,81	36	48
Phénol	1,09	22	29
Acide acetique glacial	0,97	19	26
Acetate de vinyle	0,91	18	24
Isopropanol	0,85	17	23
Creosote (goudron)	0,85	17	23
Dichloroethane	,073	15	19
Dichloromethane	0,73	15	19
Toluene	0,66	13	18
Paraffine	0,66	13	18
Sulfate d'ammonium	0,66	13	18
Alcool (assimilé ethanol)	0,61	12	16
Potasse caustique	0,61	12	16
Aniline	0,54	11	14
Soufre	0,48	10	13
Methyl ethyl cétone	0,42	8	11
Tetrahydrofurane	0,42	8	11
Diisocyanate de diphénylmethane	0,36	7	10
Acetate d'alkyle –ethyl benzene	0,30	6	8
Cyclohexane	0,30	6	8
Acrylonitrile	0,30	6	8
Trichloroéthylène	0,3	6	8
Essence de therebentine	0,18	4	5
Ether	0,18	4	5
Pentanes liquides	0,18	4	5
Oxyde de propylène	0,18	4	5
Phosphore	0,18	4	5
Nitrobenzene	0,18	4	5
Furfural	0,12	2	3
Isoprene	0,12	2	3
Sodium	0,12	2	3
Potassium	0,12	2	3
Chloroforme	0,12	2	3
Plomb tetraethyle	0,12	2	3
Uranium	0,12	2	3

Glycerine	0,12	2	3
Sulfate acide de sodium en solution	0,12	2	3
Nonane	0,06	2	2
Heptane	0,06	2	2
Hexane	0,06	2	2
Diisobutylène	0,06	2	2
Acroleine	0,06	2	2
Lithium	0,06	1	2
Cyanhydrine d'acetone	0,06	2	2
Formaldehyde	0,06	1	1
acide acrylique	0,06	1	1
Mercure	0,06	1	1
Glycol	0,06	1	1

Tableau C-IV.2.4-o : Répartition des navires transportant des produits chimiques

Un projet « FASTCHIP » est actuellement à l'étude et consisterait en une ligne de vedettes rapides chargées de conteneurs entre Cherbourg et les États-Unis ce qui devrait augmenter de façon sensible le trafic fret maritime et donc l'acheminement par route et par train.

IV.2.4.2.4 Transport par canalisation

Le réseau gaz naturel à haute pression passe à plus de 15 km du site au niveau de la ville de Quettetot (16 km à l'Est Sud-Est).

Dans un rayon de 30 km autour du CNPE, il n'y a pas de réseau basse et moyenne pression, excepté sur la commune des Pieux qui est alimentée par un réseau moyenne pression de 4 bars.

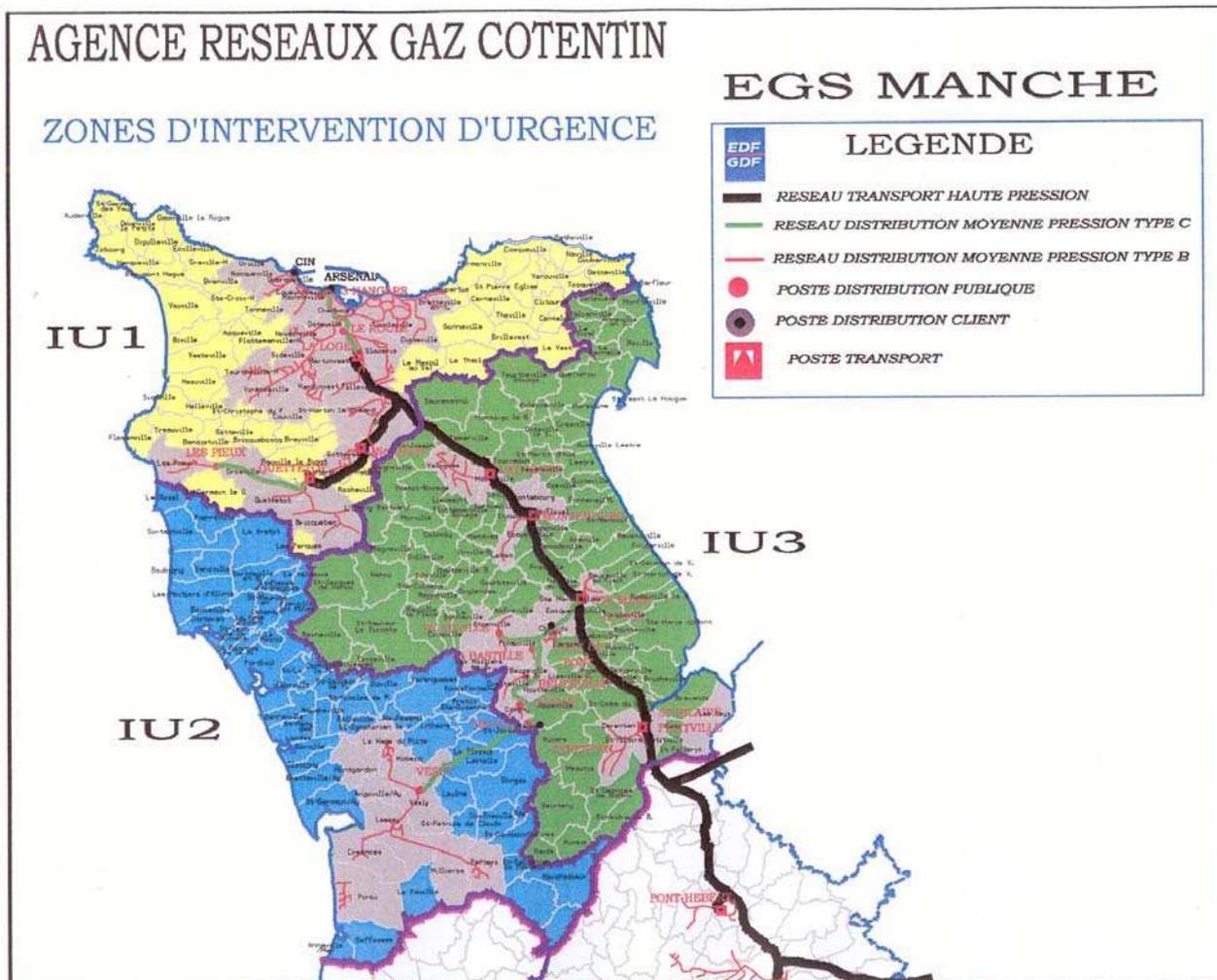


Figure C-IV.2.4-d : Réseaux de gaz naturel du Cotentin

IV.2.4.2.5 Aérodrômes et trafic aérien

IV.2.4.2.5.1 Implantation des aérodrômes proches du site

Les aérodrômes situés dans un rayon de 30 km autour du site sont les aérodrômes de:

- Vauville, situé à 10 km au Nord-Nord-Est ;
- Cherbourg-Maupertus, situé à 33 km à l'Est-Nord-Est (cet aérodrôme étant de taille importante à l'échelle régionale, il est mentionné bien qu'en dehors du périmètre) ;
- Aurigny, situé à 30 km au Nord-Ouest.

IV.2.4.2.5.2 Aviation générale

Pour l'aviation générale, seul est pris en compte le trafic sur les aérodrômes situés dans un rayon de 20 km.

En 2003, le trafic estimé est de 1400 mouvements (comprenant : planeurs et ULM).

IV.2.4.2.5.2.1 Aviation commerciale et non commerciale

Pour l'aviation commerciale, on s'intéresse aux aérodromes dans un rayon de 20 km. Il n'y a pas de trafic de l'aéroport d'Aurigny à proximité du site de Flamanville.

Le trafic enregistré à l'aéroport de Cherbourg en 2003 est de :

- 1 404 mouvements d'appareils commerciaux,
- 14 942 mouvements d'appareils non commerciaux.

Soit un total pour 2003 de 16 346 mouvements.

Les mouvements d'hélicoptères sont compris dans les mouvements non commerciaux mais il n'est pas possible de les distinguer.

Les mouvements d'appareils non commerciaux se décomposent en :

- 9 261 vols locaux,
- 5 681 vols voyages.

70% du trafic est représenté par des appareils < 3 tonnes.

L'activité du fret est de 520 kg pour 2003.

IV.2.4.2.5.2.2 Circulation aérienne

Les couloirs des circulations aériennes ainsi que les différentes zones d'aérodromes sont présentés sur la Figure C-IV.2.4-e et la Figure C-IV.2.4-f. La dernière mise à jour date de novembre 2004.

On observe que le site se trouve à l'écart de toute voie aérienne. De plus, il existe une interdiction de survol à basse altitude de la centrale.

ENR 1.2-11
 25 NOV 04

AIP
 FRANCE

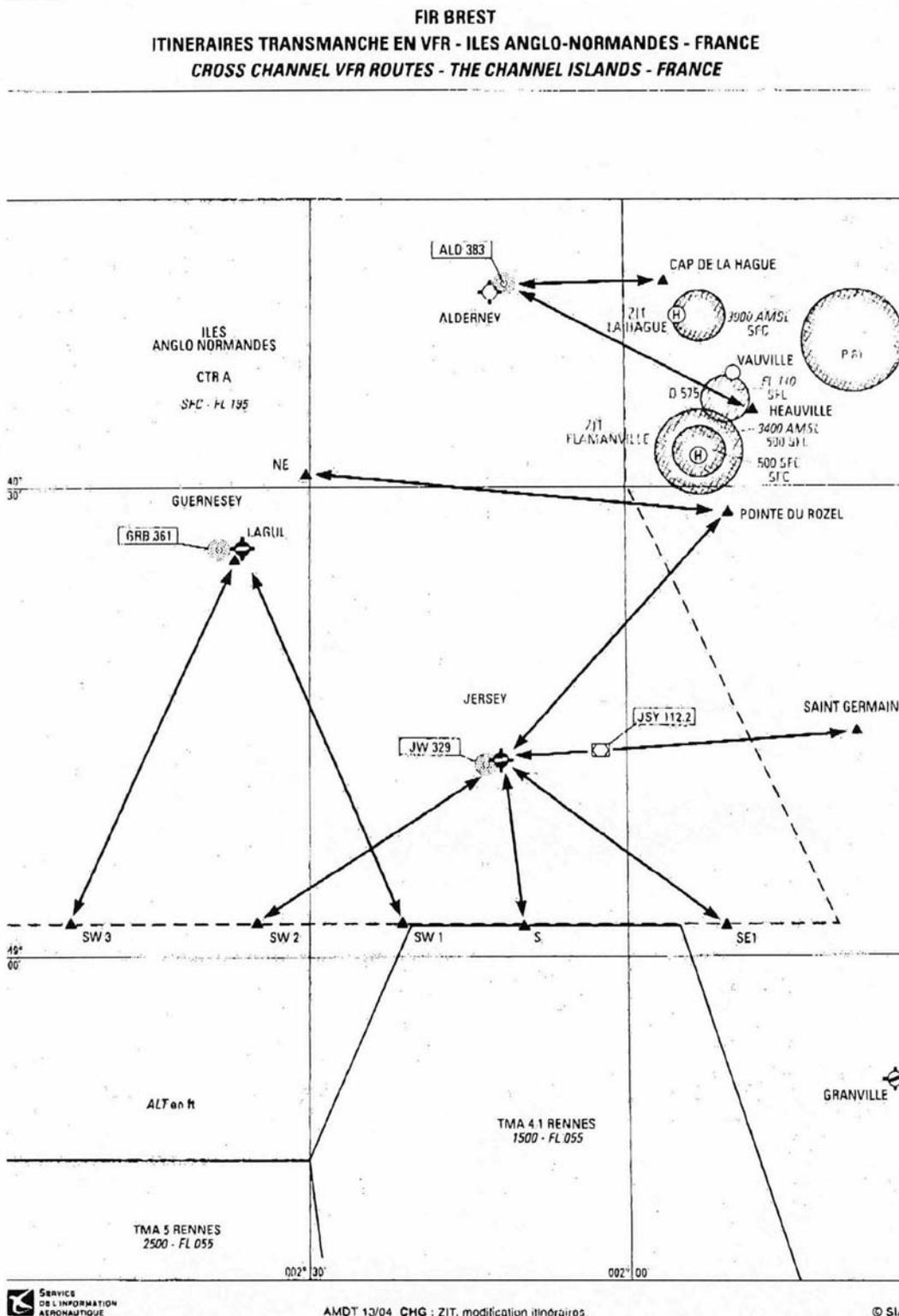


Figure C-IV.2.4-e : Itinéraires transmanche en VFR¹² autour du CNPE de Flamanville

¹² VFR = Vol à vue (Visual Flight Rules).

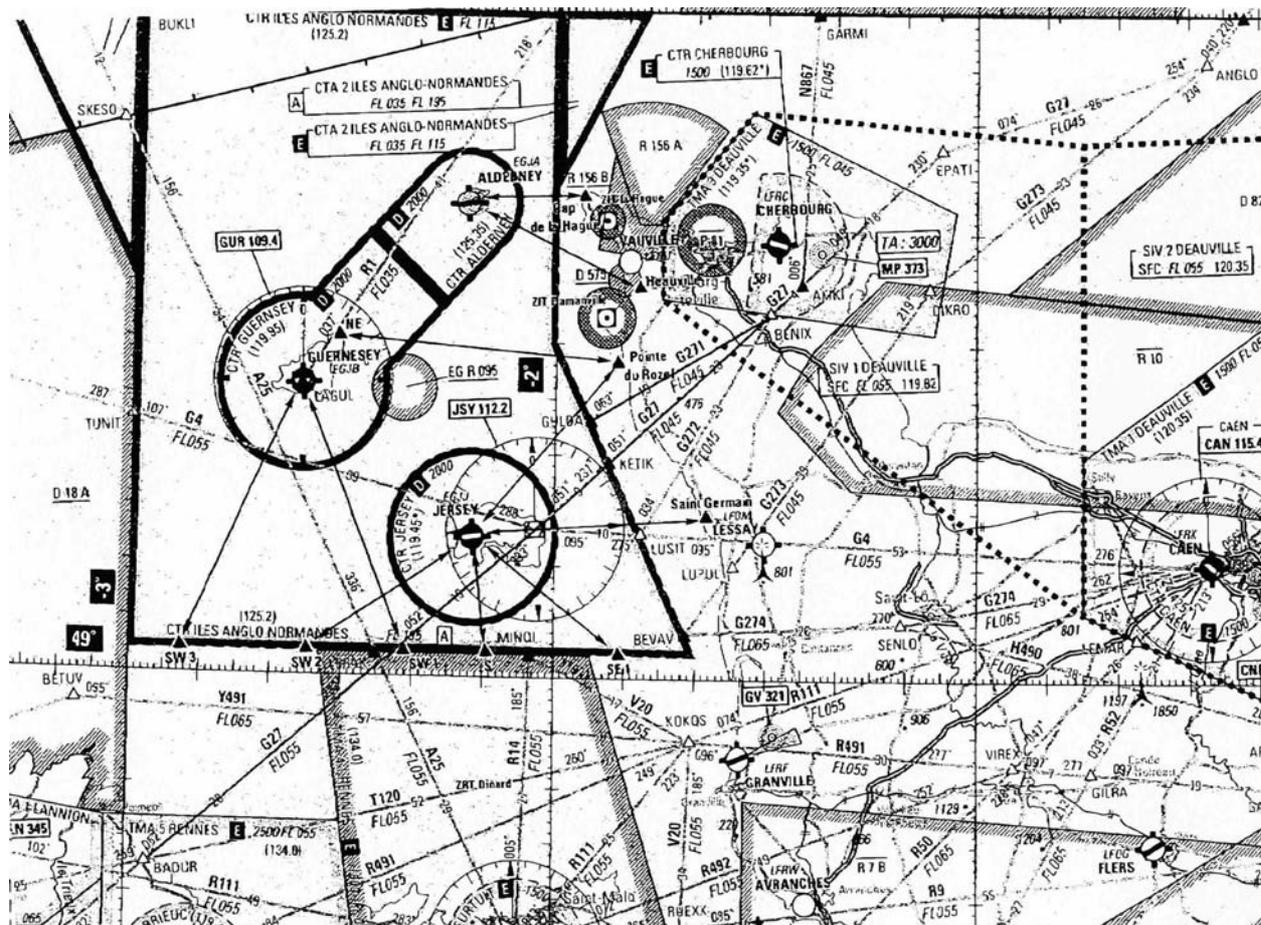


Figure C-IV.2.4-f : Couloirs des circulations aériennes et zones d'aérodromes autour du CNPE de Flamanville

PIECE C

CHAPITRE V

CONCLUSION

SOMMAIRE Chapitre V

V	CONCLUSION	2
V.1	ENVIRONNEMENTS MARIN ET TERRESTRE	2
V.1.1	Environnement marin	2
V.1.2	Environnement terrestre.....	2
V.1.3	Radioécologie	3
V.2	ENVIRONNEMENT SOCIOECONOMIQUE	3
V.2.1	Démographie	3
V.2.2	Agriculture, élevage et pêche.....	4
V.2.3	Industrie et voies de communication	4

V CONCLUSION

V.1 ENVIRONNEMENTS MARIN ET TERRESTRE

V.1.1 Environnement marin

Le CNPE de Flamanville est implanté au pied des falaises de la presqu'île du Cotentin, à 1 km au sud du port de Diélette. Il est soumis aux régimes marins de la Manche avec des marées de type semi-diurne dont le marnage (amplitude de variation du niveau entre la pleine mer et la basse mer) compte parmi les plus élevés du monde.

Les peuplements marins de la zone de Flamanville sont caractéristiques des eaux océaniques à fort hydrodynamisme. Les principales espèces halieutiques présentes en Manche au droit du CNPE sont les crustacés (homards, araignées ...).

L'importance des courants au droit du site ainsi que l'importante masse d'eau disponible sont des facteurs favorables à la dilution des rejets liquides en phase chantier ou en exploitation.

V.1.2 Environnement terrestre

Le CNPE de Flamanville, situé en bord de Manche, est soumis à un climat de type océanique caractérisé par une faible amplitude thermique, avec des étés frais et des hivers doux et tempérés par la Manche.

Le réseau hydrographique de la région est peu important. Quelques cours d'eau de faible débit s'écoulent d'est en ouest et se jettent directement dans la mer. Les volumes exploitables dans les aquifères de la nappe sont généralement faibles.

L'environnement du site est caractérisé par deux entités de paysage :

- la façade maritime, avec ses hautes falaises littorales qui constituent le caractère dominant du site formant un rempart face à la mer, et qui sont entourées de grandes plages de dunes au Nord et au Sud du site ;
- l'intérieur, constitué de monts qui donnent un caractère vallonné au paysage terrestre ainsi que de nombreux bocages et de vallées humides qui descendent jusqu'à la mer.

D'un point de vue biologique, on distingue six milieux différents : la végétation des falaises littorales, la végétation des dunes, les cultures, les boisements, le bocage et les prairies. La faune est représentée par des amphibiens et des reptiles, de nombreux oiseaux et de mammifères.

Plusieurs zones de protection naturelles dont trois zones susceptibles d'être classées ou classées Natura 2000 sont situées à quelques kilomètres du CNPE. Ces zones sont caractérisées par un paysage remarquable de dunes et de falaises avec un intérêt floristique et ornithologique important.

La présence de la falaise est un élément favorable pour la protection des populations riveraines contre les émissions en phase chantier. La faible disponibilité de la ressource en eau douce superficielle ou souterraine nécessite une attention et des dispositions particulières en phase de chantier comme en phase d'exploitation.

V.1.3 Radioécologie

L'environnement du CNPE de Flamanville fait l'objet d'études radioécologiques destinées :

- à connaître la radioactivité des écosystèmes terrestre et marin avant la mise en service du site (état de référence réalisé en 1980 et 1981) ;
- à suivre annuellement (depuis 1991) la radioactivité de ces écosystèmes afin d'évaluer la contribution des rejets radioactifs de la centrale en fonctionnement à l'apport global d'éléments radioactifs (ou radionucléides) dans l'environnement.

Ces études radioécologiques menées à l'initiative du site de Flamanville viennent compléter les contrôles effectués dans le cadre réglementaire sur les rejets et sur l'environnement.

Les échantillons analysés sont issus du milieu terrestre (sols, végétaux, laits, eaux) et du milieu marin (sédiments, végétaux, crustacés, mollusques et poissons).

Quels que soient les écosystèmes étudiés (terrestre et marin), la radioactivité des échantillons est caractérisée majoritairement par une composante naturelle. A cette radioactivité « naturelle » s'ajoutent ponctuellement des traces de radionucléides produits par les activités humaines (radioactivité dite « artificielle »). La radioactivité dite « artificielle » mesurée dans l'environnement du CNPE a différentes origines :

- les retombées radioactives des anciens essais atmosphériques d'armes nucléaires ;
- les retombées radioactives de l'accident de Tchernobyl survenu le 26 avril 1986 ;
- les effluents radioactifs issus de l'usine de la Hague ;
- les effluents radioactifs issus du CNPE de Flamanville.

V.2 ENVIRONNEMENT SOCIOECONOMIQUE

V.2.1 Démographie

En 1999 (dernier recensement complet), la population totale dans un rayon de 10 km autour du CNPE de Flamanville était de 10 661 habitants (10 218 habitants en 1990). La densité démographique moyenne dans ce secteur est de 34 habitants/km², à comparer avec la densité démographique nationale en 1999 de 106 habitants/km² (France métropolitaine).

Des populations temporaires sont également présentes à proximité du site de Flamanville. Elles sont liées au tourisme (plages des anses de Vauville et Sciotot, plaisance, plongée, randonnée, etc.), aux établissements sanitaires et sociaux et aux établissements scolaires.

L'environnement du site de Flamanville est donc faiblement peuplé.

V.2.2 Agriculture, élevage et pêche

L'agriculture reste un secteur d'activité très important dans la région. Elle occupe encore 7,8 % de la population active contre 4,1 % au niveau national.

L'économie agricole du département repose principalement sur l'élevage bovin laitier, l'élevage de volailles et la production de céréales.

La Basse-Normandie est la 2^{ème} région de la façade océanique en terme d'emplois de marins-pêcheurs. Les espèces les plus pêchées sont les pétoncles, les bulots, les tacauds et grondins rouges, les coquilles St Jacques, les seiches, les encornets et les soles. Localement près de Flamanville, ce sont surtout les crustacés (homards, tourteaux, araignées et étrilles) qui sont le plus pêchés.

Le département de la Manche représente les 2/3 des navires, des marins et du chiffre d'affaires bas-normands. Le Cotentin représente quant à lui 46% des navires, 51% des marins et 37% du tonnage du département.

L'agriculture et la pêche sont des activités qui peuvent être directement impactées par les rejets liquides et gazeux du site, en phase chantier comme en exploitation.

V.2.3 Industrie et voies de communication

La région est assez peu industrialisée ; elle compte cependant plusieurs sites importants en terme d'effectif (AREVA La Hague, DCN Cherbourg).

L'industrie agroalimentaire est le premier secteur industriel en Basse-normandie ; elle compte plus de 20 000 salariés.

En dehors de l'industrie agroalimentaire, la région de Cherbourg est à la recherche d'une nouvelle dynamique industrielle pour compenser notamment la baisse d'activité de la construction navale.

Les risques liés à l'environnement industriel du site de Flamanville sont donc faibles.

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE

SOCIÉTÉ ANONYME

MONTANT DU CAPITAL SOCIAL : 911 085 545 €
SIREN : 552 081 317 RCS PARIS
Siège social : 20-30 avenue de Wagram – 75008 Paris

DIRECTION PRODUCTION INGENIERIE

DIVISION INGENIERIE NUCLEAIRE

**CENTRALE NUCLEAIRE DE
FLAMANVILLE**

UNITE 3

COMMUNE DE FLAMANVILLE

DEPARTEMENT DE LA MANCHE

DEMANDE D'AUTORISATION DE CREATION

Article L227-1 du Code de l'Environnement
Décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963 modifié

PIECE E

EVALUATION DE L'IMPACT

SOMMAIRE Pièce E

0 PREAMBULE

I AUTEURS DE L'ETUDE D'IMPACT

II PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET D'EVALUATION DE L'IMPACT

II.1 ZONE D'ETUDE

II.2 ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

II.2.1 Impact sur l'écosystème marin

II.2.2 Impact sur l'écosystème terrestre

II.2.3 Impact sur les zones naturelles

II.2.4 Impact sur le paysage et la socio-économie

II.3 ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR LA SANTE

II.3.1 Impact des effluents gazeux et liquides radioactifs

II.3.2 Impact des effluents gazeux et liquides non radioactifs

III IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

III.1 IMPACT SUR L'ECOSYSTEME MARIN

III.1.1 Impact sur l'hydrologie et la sédimentologie marines

III.1.2 Impact des rejets thermiques

III.1.3 Impact des rejets radioactifs liquides

III.1.4 Impact des rejets chimiques en mer

III.1.5 Impact sur la faune et la flore marine

III.1.6 Impact du dragage et rejet des sédiments prélevés

III.1.7 Synthèse de l'impact sur l'écosystème marin

III.2 IMPACT SUR L'ECOSYSTEME TERRESTRE

III.2.1 Impact du chantier sur l'écosystème terrestre

III.2.2 Impact de la centrale sur l'écosystème terrestre

III.3 IMPACT SUR LES ZONES NATURELLES

III.3.1 Méthodologie

III.3.2 Description

III.3.3 Évaluation de l'impact

III.3.4 Conclusion

III.4 IMPACT SUR LE PAYSAGE ET LA SOCIO-ECONOMIE

III.4.1 Impact sur l'architecture et le paysage

III.4.2 Impact sur la socio-économie

IV IMPACT SUR LA SANTE

IV.1 IMPACT SANITAIRE DES REJETS DES EFFLUENTS LIQUIDES ET GAZEUX RADIOACTIFS

IV.1.1 Impact sanitaire des rejets radioactifs liquides

IV.1.2 Impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux

IV.1.3 Évaluation de la dose efficace totale due aux rejets radioactifs gazeux et liquides

IV.2 IMPACT SANITAIRE DES REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX ET LIQUIDES NON RADIOACTIFS

IV.2.1 Impact sanitaire des rejets non radioactifs en phase chantier

IV.2.2 Impact sanitaire des rejets gazeux non radioactifs en fonctionnement normal

IV.2.3 Impact sanitaire des rejets liquides non radioactifs en fonctionnement normal

V LES RAISONS DU CHOIX DE LA SOLUTION RETENUE

V.1 CHOIX NATIONAUX

V.1.1 Filière – Palier – Modèle

V.1.2 Principales évolutions de la tranche EPR

V.1.3 Prise en compte de l'environnement

V.1.4 Sûreté – Radioprotection

V.2 CRITERES DE CHOIX DU SITE

V.2.1 Disponibilité du terrain

V.2.2 Refroidissement

V.2.3 Géologie

V.2.4 Sismicité

V.2.5 Raccordement au réseau

V.2.6 Climatologie

V.2.7 Environnement urbain

V.2.8 Accès

V.2.9 Contraintes industrielles

V.2.10 Servitudes locales

V.2.11 Aspects socio-économiques

V.3 ADAPTATION DE LA CENTRALE AU SITE

V.3.1 Choix techniques

V.3.2 Choix architecturaux

V.4 ORGANISATION DU CHANTIER

VI MESURES POUR SUPPRIMER, REDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER LES CONSEQUENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE – ESTIMATION DES DEPENSES

VI.1 MESURES PREVUES AU NIVEAU DE L'ECOSYSTEME MARIN

VI.1.1 Pendant le chantier

VI.1.2 Pendant l'exploitation

VI.2 MESURES PREVUES AU NIVEAU DE L'ECOSYSTEME TERRESTRE

VI.2.1 Pendant le chantier

VI.2.2 Pendant l'exploitation

VI.3 MESURES PREVUES AU NIVEAU DE LA SANTE

VI.4 MESURES PREVUES AU NIVEAU DE L'ARCHITECTURE ET DU PAYSAGE

VI.5 ESTIMATION DES DEPENSES

VII ANALYSE DES METHODES UTILISEES POUR EVALUER LES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE 3

VII.1 EVALUATION DE L'IMPACT GLOBAL DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

VII.1.1 Radioécologie

VII.1.2 Hydro-écologie

VII.1.3 Bruit

VII.1.4 Paysages et socio-économie

VII.2 EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX ET LIQUIDES RADIOACTIFS

VII.2.1 Présentation générale

VII.3 EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS DE SUBSTANCES CHIMIQUES

VII.3.1 Présentation de la méthodologie

VII.3.2 Hypothèses de calcul, conservatismes et limites

VIII CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT

VIII.1 CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

VIII.1.1 Impact sur l'environnement marin

VIII.1.2 Impact sur l'environnement terrestre

VIII.1.3 Impact sur les zones naturelles

VIII.1.4 Impact sur le paysage et la socio-économie

VIII.1.5 Compatibilité avec le SDAGE

VIII.2 CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT SUR LA SANTE

VIII.2.1 Impact des effluents gazeux et liquides radioactifs

VIII.2.2 Impact des effluents gazeux et liquides non radioactifs

ANNEXE E1 : Impact sanitaire des rejets radioactifs liquides du site de Flamanville en fonctionnement normal tanches 1, 2 et tanche EPR

ANNEXE E2 : Impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux de la tanche EPR en fonctionnement normal implantée sur le site de Flamanville

ANNEXE E3 : Impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux des tanches 1, 2 du CNPE de Flamanville en fonctionnement normal

PIECE E

CHAPITRE 0

PREAMBULE

La présente pièce E comporte l'évaluation de l'impact du projet de création d'une troisième tranche nucléaire sur le site de Flamanville. Elle s'appuie sur :

- la description de l'installation, de son fonctionnement et de son chantier de construction détaillée en **Pièce B**,
- la description de l'environnement du site constituant l'état de référence de l'étude d'impact et présenté en **pièce C**.

La pièce E est composée de huit chapitres :

- Chapitre I : auteurs de l'étude d'impact,
- Chapitre II : présentation de la zone d'étude et de l'évaluation de l'impact,
- Chapitre III : impact sur l'environnement du chantier de construction et de la centrale en fonctionnement. Ce chapitre présente également l'étude d'impact sur les zones naturelles (Natura 2000) ;
- Chapitre IV : impact sanitaire du chantier de construction et de la centrale en fonctionnement ;
- Chapitre V : raisons du choix du parti technique retenu. Ce chapitre permet de présenter les raisons ayant conduit EDF à retenir les principales options de construction, de conception et d'exploitation présentées en **Pièce B** ;
- Chapitre VI : mesures prises notamment pour supprimer, limiter et si possible compenser les conséquences du projet sur l'environnement et la santé et estimation des dépenses correspondantes ;
- Chapitre VII : analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement et la santé ;
- Chapitre VIII : conclusions de l'étude d'impact.

PIECE E

CHAPITRE I

AUTEURS DE L'ETUDE D'IMPACT

SOMMAIRE Chapitre I

I	AUTEURS DE L'ÉTUDE D'IMPACT	3
---	-----------------------------------	---

I AUTEURS DE L'ÉTUDE D'IMPACT

Cette étude d'impact a été établie par et sous la responsabilité des services de la Direction Production Ingénierie d'Électricité de France cités ci-dessous :

- **CIDEN**

Centre d'Ingénierie Déconstruction et Environnement

35-37, rue Louis Guérin,

BP 1212

69 611 VILLEURBANNE Cedex

Sa rédaction a été particulièrement suivie par Sophie CHAMPEL, Benoît CLAVEL, Virginie FLEURY, Isabelle JACQUELET, Cécile MACHET, Marie PAPADOPOULOS, Clotilde RISSOAN, Estelle SEILHEAN et Philippe SELTNER de la division Environnement.

- **CNEN**

Centre National d'Équipement Nucléaire

165-173, avenue Pierre Brossolette

BP 900

92542 MONTRouGE Cedex

Sa rédaction a été particulièrement suivie par Myriam COLACICCO, Eve MOUTET-BAILLEUL et David TERSIGNI.

Les principaux organismes dont les études et les résultats ont été utilisés afin de réaliser l'étude d'impact sont les suivants :

- **EDF/Recherche & Développement/Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement** pour l'impact thermique
- **IFREMER** pour la synthèse hydrobiologique
- **IRSN** pour la synthèse radioécologique
- **Institut de Veille Sanitaire** pour la méthodologie d'impact sanitaire des rejets chimiques
- **INERIS** pour la méthodologie d'impact sanitaire des rejets chimiques
- **Météo France** pour l'état de référence climatique
- **GRNC** pour les hypothèses de calcul d'impact radiologique et chimique

THEMA Environnement pour la description de la biologie terrestre et des zones naturelles.

PIECE E

CHAPITRE II

**PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE
L'EVALUATION DE L'IMPACT**

SOMMAIRE Chapitre II

II	PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE L'EVALUATION DE L'IMPACT	3
II.1	ZONE D'ETUDE.....	5
II.2	ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	7
II.2.1	Impact sur l'écosystème marin.....	7
II.2.2	Impact sur l'écosystème terrestre	7
II.2.3	Impact sur les zones naturelles.....	8
II.2.4	Impact sur le paysage et la socio-économie	8
II.3	ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR LA SANTE	8
II.3.1	Impact des effluents gazeux et liquides radioactifs.....	8
II.3.2	Impact des effluents gazeux et liquides non radioactifs.....	9

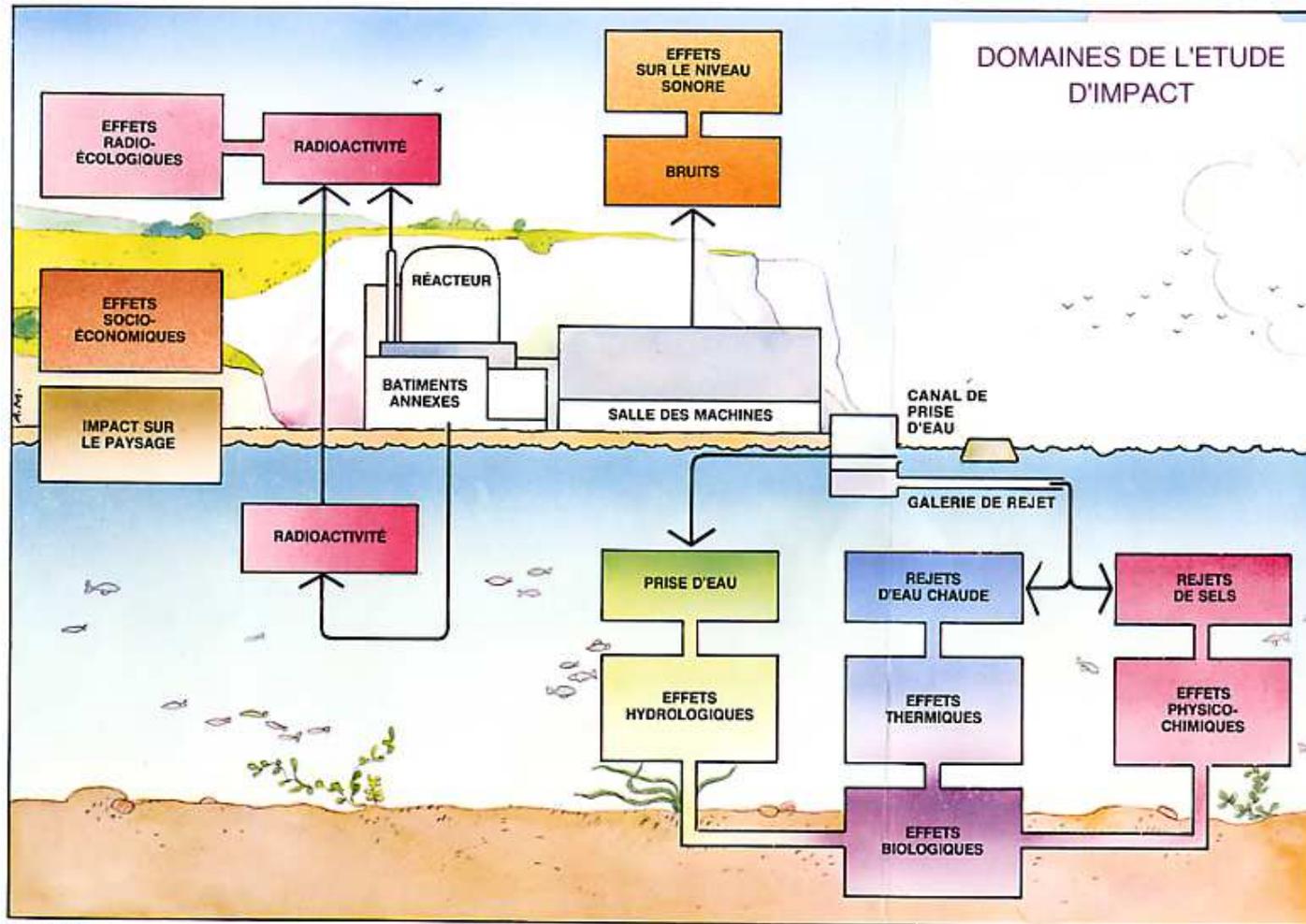
II PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE L'EVALUATION DE L'IMPACT

L'analyse de l'impact distingue, quand la méthodologie d'évaluation s'y prête :

- l'impact de l'installation EPR seule,
- l'impact du site de Flamanville dans son ensemble comprenant la nouvelle unité EPR et les tranches 1-2 actuellement en fonctionnement.

Dans la suite de la pièce, le terme « centrale » désigne l'ensemble des tranches 1-2 actuelles et la tranche EPR.

Les domaines étudiés sont schématisés sur la figure en page suivante.



Le Filon, Paris

Domaines de l'étude d'impact

II.1 ZONE D'ETUDE

Le périmètre de l'évaluation de l'impact est variable selon les domaines. Il correspond exactement au périmètre de l'état de référence, les données récoltées pour l'état de référence servant de base à l'analyse d'impact.

Concernant l'impact sur l'environnement naturel de la troisième unité de Flamanville, les périmètres varient selon les domaines afin de s'adapter à leurs problématiques spécifiques :

- zone du site de Flamanville pour l'hydrologie marine, l'hydrogéologie locale et la météorologie locale,
- zone centrée sur le site de Flamanville, s'étendant de Surtainville à Siouville-Hague pour la radioécologie terrestre,
- zone côtière s'étendant du Cap de Carteret au Cap de la Hague pour la radioécologie littorale,
- zone des 5 kilomètres autour du site de Flamanville pour la radioécologie marine mais aussi la sédimentologie, l'acoustique, la biologie terrestre et les paysages,
- zone marine d'environ 7 km face au site de Flamanville pour l'hydro-écologie (physico-chimie et biologie marine),
- zone des 10 km autour du site de Flamanville pour l'hydrologie terrestre, la thermique, les zones protégées, l'hydrogéologie et la météorologie régionales.

Concernant l'impact sanitaire, il est évalué avec des hypothèses pénalisantes pour les populations riveraines vivant à proximité immédiate du site de Flamanville et couvre ainsi les populations quels que soient leurs activités et leurs modes de vie dans des zones plus éloignées :

- populations riveraines,
- populations temporaires,
- agriculture,
- industries,
- activités de loisirs.

Les périmètres des différents domaines considérés dans l'évaluation de l'impact sont présentés sur la figure suivante.



Légende :

-  Cercle des 10 km : zone d'étude de l'hydrologie, de la thermique, de l'hydrogéologie et de la météorologie régionales, des zones protégées, de la population, de l'agriculture, de la pêche, de la chasse, des industries et des voies de communication.
-  Cercle des 5 km : zone d'étude de la sédimentologie, de l'acoustique, de la biologie terrestre, des paysages, de la radioécologie marine
-  Flamanville : zone d'étude de l'hydrologie marine, de l'hydrogéologie et la météorologie locales
-  Zone d'étude de l'hydroécologie (physico-chimie et biologie)
-  Zone d'étude de la radioécologie terrestre
-  Zone d'étude de la radioécologie littorale

II.2 ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

II.2.1 Impact sur l'écosystème marin

L'impact du chantier sur l'hydrologie et la sédimentologie marines est étudié. L'impact des prélèvements d'eau de mer de la centrale en fonctionnement prend en compte l'influence des aménagements de prise d'eau et de rejet sur l'hydrologie et sur le faciès sédimentaire.

L'impact des rejets thermiques est étudié à la fois pour la nouvelle tranche 3 seule et pour les 3 tranches en fonctionnement normal afin de mettre en évidence l'effet supplémentaire dû au rejet échauffé de la tranche EPR en comparant avec les effets des rejets des deux tranches actuelles.

L'impact des rejets radioactifs sur l'environnement est évalué au travers des études radioécologiques réalisées, à des fréquences régulières, depuis la mise en service du CNPE. La méthodologie employée dans le cadre de ces études consiste à comparer la radioactivité contenue dans des échantillons de même nature récoltés sous et hors influence des effluents radioactifs.

Pour le chantier, comme pour la centrale en fonctionnement, l'impact des rejets chimiques liquides est évalué, pour chaque substance, à partir des concentrations maximales ajoutées en mer comparées aux concentrations naturellement présentes dans le milieu. L'impact des substances rejetées en quantité très faible au regard du bruit de fond naturel sera considéré comme négligeable. Par contre, les substances rejetées en quantité non négligeable en comparaison à celles présentes naturellement dans l'écosystème feront l'objet d'une analyse de l'impact environnemental en distinguant les substances eutrophisantes des substances toxiques, pour lesquelles une approche écotoxicologique (avec calcul du risque) est menée dans la limite des connaissances disponibles (valeur de la concentration de la substance sans effet sur l'environnement disponible et reconnue). On distingue alors suivant le mode de rejet de la substance (fréquence, durée) le risque chronique du risque aigu. Ces évaluations substance par substance sont complétées des enseignements tirés des suivis hydro-écologiques réalisés régulièrement pour le compte du CNPE notamment au niveau des points de rejets en mer des tranches 1 et 2 et de points référence.

L'évaluation prend également en compte l'impact des rejets des sédiments issus du dragage du canal d'amenée lors de l'exploitation ainsi que des graviers et roches issus des travaux de construction du puits de rejet en mer. L'impact est regardé suivant plusieurs aspects : impact sur la nature des fonds marins, impact physico-chimique et impact sur la faune et la flore au niveau des différentes zones de rejets ou de clapage envisagées.

II.2.2 Impact sur l'écosystème terrestre

L'impact du chantier et de la centrale sur les sols est étudié à travers l'analyse de l'existant.

L'impact sur l'hydrologie est étudié par comparaison des débits prélevés aux débits moyens des rivières ainsi qu'aux débits minimaux relevés lors de l'année particulièrement sèche de 2003.

L'impact sur la qualité de l'air est qualitatif étant données les faibles émissions gazeuses lors de la phase chantier ou du fonctionnement.

L'impact de l'adjonction d'une tranche supplémentaire sur la situation acoustique du site est étudié par modélisation numérique de l'émergence en différents points autour du CNPE afin de vérifier le respect de la réglementation. L'impact sonore du chantier est évalué de manière qualitative.

L'impact des rejets radioactifs sur l'environnement est évalué au travers des études radioécologiques réalisées, à des fréquences régulières, depuis la mise en service du CNPE. La méthodologie employée dans le cadre de ces études consiste à comparer la radioactivité contenue dans des échantillons de même nature récoltés sous et hors influence des effluents radioactifs.

L'impact de l'entreposage des déchets est également abordé.

II.2.3 Impact sur les zones naturelles

Une description de la problématique des habitats et espèces protégées des zones susceptibles d'être classées ou classées Natura 2000 à proximité du site est d'abord effectuée à partir des données recueillies, et est complétée par une évaluation de l'impact.

II.2.4 Impact sur le paysage et la socio-économie

L'impact sur le paysage de l'implantation de la troisième unité de production est étudié au travers des conclusions de l'étude architecturale et d'insertion paysagère.

L'impact du chantier de construction et de l'exploitation de la nouvelle installation sur les aspects socio-économiques est également étudié en terme d'effectifs et de compétences mobilisés, d'apport de population induit, de ressources fiscales.

II.3 ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR LA SANTE

II.3.1 Impact des effluents gazeux et liquides radioactifs

L'impact sanitaire des rejets radioactifs de la tranche EPR sur le site de Flamanville est évalué par calcul au travers de la dose efficace reçue par une population virtuelle la plus exposée aux rejets liquides et gazeux de l'installation. La modélisation analytique s'appuie sur un ensemble d'hypothèses simplificatrices et conservatives qui donne un ordre de grandeur de l'exposition maximale du public.

Les calculs sont réalisés à partir :

- des rejets dits « réalistes » correspondant à la moyenne des rejets réels des tranches 1-2 du CNPE de Flamanville mesurés sur la période 2002-2004 et des rejets de la tranche EPR correspondants aux performances attendues (aucun retour d'expérience n'étant disponible),
- des rejets « maximums » définis pour les 3 tranches en **Pièce B, chapitre IV**.

Le spectre des radionucléides rejetés utilisé pour effectuer la modélisation aux limites demandées est établi à partir de la moyenne des rejets de toutes les tranches 1300 MWe sur la période 2002-2004.

II.3.2 Impact des effluents gazeux et liquides non radioactifs

On distingue la phase chantier du fonctionnement normal de l'installation.

Lors de la phase chantier sont étudiés plus particulièrement l'impact des rejets chimiques issus des essais de fonctionnement et l'impact des poussières et des gaz d'échappement. La méthodologie retenue est celle de l'Évaluation Quantitative de Risque Sanitaire (EQRS) sauf pour les rejets supposés sans impact. En effet, conformément au principe de proportionnalité¹, il est nécessaire qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude et l'importance des incidences prévisibles de la pollution.

Pour le fonctionnement normal de l'installation, on distingue les rejets gazeux des rejets liquides.

Conformément au principe de proportionnalité de l'étude d'impact, les rejets gazeux ne font pas l'objet d'une EQRS. Par contre, les rejets liquides font l'objet d'une EQRS. Seules les substances qui présentent une toxicité potentielle et qui sont présentes à des quantités « significatives » au regard du bruit de fond naturel et au regard de la toxicité potentielle identifiée sont retenues pour l'EQRS. En pratique, pour chaque substance, le critère de « toxicité » est basé sur une recherche bibliographique, et le critère de « quantité » s'appuie sur les concentrations maximales dans le milieu.

Pour les substances retenues pour l'EQRS, la démarche comporte quatre étapes : l'identification des dangers, la définition des relations dose-réponse, l'évaluation de l'exposition des populations et la caractérisation des risques.

Comme pour les effluents radioactifs, les calculs sont réalisés à partir :

- des rejets dits « réalistes » correspondant à la moyenne des rejets réels des tranches 1-2 du CNPE de Flamanville mesurés sur la période 2002-2004 et des rejets de la tranche EPR correspondants aux performances attendues (aucun retour d'expérience n'étant disponible),
- des rejets « maximums » définis pour les 3 tranches en **Pièce B, chapitre IV**.

¹ Le principe de proportionnalité est abordé dans la circulaire du 3 décembre 1993 relative aux sites pollués.

PIECE E

CHAPITRE III

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

SOMMAIRE Chapitre III

- III IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT**
- III.1 IMPACT SUR L'ÉCOSYSTÈME MARIN
- III.2 IMPACT SUR L'ÉCOSYSTÈME TERRESTRE
- III.3 IMPACT SUR LES ZONES NATURELLES
- III.4 IMPACT SUR LE PAYSAGE ET LA SOCIO-ECONOMIE

PIECE E

CHAPITRE III.1

Impact sur l'écosystème marin

SOMMAIRE Chapitre III.1

III.1	IMPACT SUR L'ECOSYSTEME MARIN.....	5
III.1.1	Impact sur l'hydrologie et la sédimentologie marines	5
III.1.1.1	Impact du chantier	5
<i>III.1.1.1.1</i>	<i>Impact sur l'hydrologie marine.....</i>	<i>5</i>
<i>III.1.1.1.2</i>	<i>Impact sur la sédimentologie marine.....</i>	<i>5</i>
III.1.1.1.2.1	Creusement du puits en mer par déroctage	5
III.1.1.1.2.2	Creusement du puits en mer par forage	6
III.1.1.1.2.3	Pose d'un diffuseur	7
III.1.1.2	Impact de la centrale en fonctionnement	7
<i>III.1.1.2.1</i>	<i>Prélèvements et rejets d'eau de mer.....</i>	<i>7</i>
<i>III.1.1.2.2</i>	<i>Impact sur le faciès sédimentaire.....</i>	<i>8</i>
III.1.2	Impact des rejets thermiques	9
III.1.2.1	Impact du chantier	9
III.1.2.2	Impact de la centrale en fonctionnement	9
<i>III.1.2.2.1</i>	<i>Impact des trois tranches</i>	<i>9</i>
<i>III.1.2.2.2</i>	<i>Impact de la tranche EPR seule.....</i>	<i>12</i>
III.1.3	Impact des rejets radioactifs liquides	14
III.1.3.1	Impact du chantier sur la radioécologie marine	14
III.1.3.2	Impact de la centrale sur la radioécologie marine.....	14
III.1.4	Impact des rejets chimiques en mer	16
III.1.4.1	Coefficient de dilution.....	16
<i>III.1.4.1.1</i>	<i>Produits autres que résidus de la chloration</i>	<i>16</i>
III.1.4.1.1.1	Dilution dans le champ proche	16
III.1.4.1.1.2	Dilution au niveau des anses de Vauville et Scioto	17
<i>III.1.4.1.2</i>	<i>Résidus de la chloration</i>	<i>17</i>
III.1.4.1.2.1	Dilution dans le champ proche	17
III.1.4.1.2.2	Dilution au niveau des anses de Vauville et Scioto	18
<i>III.1.4.1.3</i>	<i>Cas de la tranche EPR seule</i>	<i>18</i>
<i>III.1.4.1.4</i>	<i>Synthèse</i>	<i>19</i>
III.1.4.2	Bruit de fond naturel.....	19
III.1.4.3	Impact des rejets chimiques du chantier.....	21
<i>III.1.4.3.1</i>	<i>Phase préparatoire et phase travaux</i>	<i>22</i>
III.1.4.3.1.1	Impact des eaux de ruissellement	22
III.1.4.3.1.2	Impact de la vidange de la section amont du canal d'amenée	24
III.1.4.3.1.3	Impact de la vidange des fonds de fouille.....	25
III.1.4.3.1.4	Impact du forage du puits en mer	26
III.1.4.3.1.5	Impact des rejets des eaux vannes et usées.....	27
<i>III.1.4.3.2</i>	<i>Phases d'essais</i>	<i>27</i>
III.1.4.3.2.1	Substances et quantités rejetées.....	27
III.1.4.3.2.2	Méthodologie d'étude	28
III.1.4.3.2.3	Phosphates.....	30
III.1.4.3.2.4	Fer, morpholine et hydrazine	30
III.1.4.3.2.5	Oxydants résiduels et bromoforme.....	32
III.1.4.3.2.6	Impact cumulé des rejets de chantier et des tranches 1-2	33
III.1.4.4	Impact des rejets chimiques de la centrale en fonctionnement	34
<i>III.1.4.4.1</i>	<i>Impact des rejets chimiques sur l'écosystème marin</i>	<i>34</i>
III.1.4.4.1.1	Substances étudiées	34
III.1.4.4.1.2	Méthodologie retenue pour l'évaluation de l'impact environnemental	35
III.1.4.4.1.3	Concentration maximale ajoutée après mélange et comparaison aux valeurs du bruit de fond.....	35

III.1.4.4.1.4	Substances dont le rejet est négligeable par rapport à la teneur moyenne dans le milieu	37
III.1.4.4.1.5	Évaluation de l'impact des substances retenues pour les rejets des tranches 1,2 et de la nouvelle tranche EPR	38
III.1.4.4.1.6	Évaluation de l'impact des substances retenues pour les rejets de la tranche EPR seule	48
III.1.4.4.2	<i>Formation de mousse dans le bassin de rejet</i>	50
III.1.4.4.3	<i>Devenir de la saumure issue de l'unité de dessalement</i>	50
III.1.5	Impact sur la faune et la flore marines	51
III.1.5.1	Impact du chantier	51
III.1.5.1.1	<i>Impact des rejets d'effluents liquides</i>	51
III.1.5.1.1.1	Incidence sur les espèces pélagiques et benthiques subtidales au droit des points de rejet en mer.....	51
III.1.5.1.1.2	Incidence sur les espèces de la zone intertidale au droit des émissaires de rejet secondaires à la côte.....	52
III.1.5.1.2	<i>Impact de la construction du puits en mer</i>	53
III.1.5.1.3	<i>Impact des vibrations</i>	53
III.1.5.2	Impact de la centrale en fonctionnement	54
III.1.5.2.1	<i>Impact des rejets</i>	54
III.1.5.2.2	<i>Impact des prélèvements d'eau</i>	55
III.1.6	Impact du dragage et du rejet des sédiments prélevés	57
III.1.6.1	Qualité des sédiments dragués.....	57
III.1.6.2	Impact des sédiments rejetés par les bassins de rejet sur le milieu marin	57
III.1.6.2.1	<i>Modélisation</i>	58
III.1.6.2.2	<i>Incidence sur la nature des fonds marins</i>	58
III.1.6.2.3	<i>Incidence sur la qualité des eaux marines</i>	58
III.1.6.2.3.1	Incidence liée à l'émission de MES	58
III.1.6.2.3.2	Incidence liée à l'émission de métaux et autres composants présents dans les sédiments	59
III.1.6.2.4	<i>Incidence sur la biologie marine</i>	59
III.1.6.2.4.1	Incidence sur la faune et la flore présentes dans le canal d'aménée	59
III.1.6.2.4.2	Incidence sur la faune et la flore aux abords des points de rejets en mer.....	59
III.1.6.3	Impact du clapage en mer.....	60
III.1.6.3.1	<i>Incidence sur la sédimentologie et la nature des fonds</i>	61
III.1.6.3.2	<i>Incidence sur la qualité des eaux marines</i>	61
III.1.6.3.2.1	Incidence liée à l'émission de MES	61
III.1.6.3.2.2	Incidence liée à l'émission de métaux et autres composants présents dans les sédiments	61
III.1.6.3.3	<i>Incidence sur la faune et la flore marines</i>	61
III.1.6.3.3.1	Incidence sur les organismes planctoniques	61
III.1.6.3.3.2	Incidence sur les organismes benthiques	61
III.1.6.3.3.3	Incidence sur les organismes halieutiques	62
III.1.6.4	Conclusion	62
III.1.7	Synthèse de l'impact sur l'écosystème marin	63
III.1.7.1	Impact du chantier	63
III.1.7.2	Impact de la centrale en fonctionnement	63

SOMMAIRE Tableaux Chapitre III.1

Tableau E-III.1.4-a :	Coefficients de dilution à considérer pour les études d'impact	19
Tableau E-III.1.4-b :	Concentrations initiales du milieu récepteur considérées dans l'étude d'impact environnemental (1/2).....	20
Tableau E-III.1.4-c :	Concentrations initiales du milieu récepteur considérées dans l'étude d'impact environnemental (2/2).....	21
Tableau E-III.1.4-d :	Flux de pollution annuel de référence en fonction de la surface active et de la pluie	23
Tableau E-III.1.4-e :	Estimation des flux de pollution annuels générés sur les plates-formes de chantier	23
Tableau E-III.1.4-f :	Flux annuel de MES véhiculé par les cours d'eau de la zone d'étude	23
Tableau E-III.1.4-g :	Flux maximal de MES véhiculé par les cours d'eau de la zone d'étude	24
Tableau E-III.1.4-h :	Concentration ajoutée en mer et comparaison au bruit de fond naturel	25
Tableau E-III.1.4-i :	Concentration journalière maximale ajoutée après mélange et comparaison au bruit de fond pour les rejets FLA 1, 2 et EPR cumulés	36
Tableau E-III.1.4-j :	Concentration cumulée en nitrates dans le milieu (rejets chroniques).....	39
Tableau E-III.1.4-k :	Concentration cumulée en ammonium dans le milieu (rejets chroniques).....	40
Tableau E-III.1.4-l :	Concentration cumulée en phosphates dans le milieu (rejets chroniques).....	40
Tableau E-III.1.4-m :	Concentration cumulée en détergents dans le milieu (rejets chroniques)	41
Tableau E-III.1.4-n :	Comparaison des flux annuels et des flux 24 h des rejets chimiques en mer du site.....	42
Tableau E-III.1.4-o :	Concentration cumulée en fer dans le milieu (rejet chronique).....	42
Tableau E-III.1.4-p :	Concentration cumulée en aluminium dans le milieu (rejet chronique).....	43
Tableau E-III.1.4-q :	Concentration cumulée en bromoforme dans le milieu et quantification du risque lié aux rejets chroniques.....	44
Tableau E-III.1.4-r :	Concentration cumulée en hydrazine dans le milieu (rejets chroniques).....	46
Tableau E-III.1.4-s :	Concentration cumulée en morpholine dans le milieu et quantification du risque lié aux rejets chroniques	47
Tableau E-III.1.4-t :	Concentration cumulée en éthanolamine dans le milieu et quantification du risque lié aux rejets chroniques.....	47
Tableau E-III.1.4-u :	Produits de dégradation de l'éthanolamine et de la morpholine, Concentrations ajoutées dans le milieu (mg/L).....	48
Tableau E-III.1.4-v :	Concentrations cumulées des rejets maximums d'EPR seul (rejets chroniques).....	48
Tableau E-III.1.4-w :	Quantification du risque en bromoforme, morpholine et éthanolamine pour les rejets maximums d'EPR seul.....	49
Tableau E-III.1.4-x :	Quantification du risque en morpholine et éthanolamine pour les rejets d'EPR « performance attendue ».....	50
Tableau E-III.1.4-y :	Concentration journalière maximale ajoutée après mélange et comparaison au bruit de fond	50

SOMMAIRE Figures Chapitre III.1

Figure E-III.1.2-b :	Échauffement à 50 m du rejet 3 (EPR), coupe verticale, PM-1h30	10
Figure E-III.1.2-c :	Échauffement résiduel à 50 m des rejets, marée de morte-eau, tranches 1-2 et tranche EPR	10
Figure E-III.1.2-d :	Expansion maximale de la tache de 1°C, marée de morte-eau, tranches 1-2 et tranche EPR.....	11
Figure E-III.1.2-e :	Expansion maximale de la tache de 1°C, marée de morte-eau, tranche EPR seule.....	13
Figure E-III.1.4-a :	Échauffement dans le champ proche 2 rejets, morte-eau moyenne, PM+10h30	17
Figure E-III.1.4-b :	Échauffement dans le champ proche, morte-eau moyenne PM+10h30, simulation de 3 rejets, EPR à l'optimum	18
Figure E-III.1.4-c :	Échauffement résiduel maximal dans l'anse de Sciotot, marée de morte-eau moyenne PM+12h, simulation de 3 rejets, EPR à l'optimum	18
Figure E-III.1.4-d :	Projet de grille du CQEL (Cellule Qualité des Eaux Littorales)	29

III.1 IMPACT SUR L'ECOSYSTEME MARIN

III.1.1 Impact sur l'hydrologie et la sédimentologie marines

III.1.1.1 Impact du chantier

III.1.1.1.1 Impact sur l'hydrologie marine

Les modifications hydrauliques dues à la construction d'une tranche ont pour origine les grands travaux de terrassement nécessaires à l'implantation des ouvrages, c'est à dire : la plate-forme générale, les digues d'en clôture, le canal d'amenée d'eau et les ouvrages de rejet.

La plate-forme, les digues, ainsi que le canal d'amenée, ont été conçus à l'origine pour quatre tranches. Le canal d'amenée devra être ouvert sur sa partie aval mais cette opération n'aura pas d'influence sur l'hydrologie marine.

La plate-forme offshore qui sera utilisée pour le creusement du puits de rejet en mer ainsi que le diffuseur implanté au-dessus du fonds marin constitueront des éléments nouveaux susceptibles d'avoir un impact sur l'hydrologie marine. Cependant, compte tenu du faible obstacle présenté ces éléments, la réalisation du puits de rejet en mer n'aura pas d'influence sur le régime global des courants marins. Toutefois, la navigation en mer devra tenir compte de la présence de la plate-forme durant les travaux. A cette occasion un balisage approprié sera mis en place.

Les matériaux issus du creusement du puits en mer par déroctage (blocs de 20 à 40 cm) seront clapés en mer, formant ainsi un dépôt susceptible de modifier les conditions de courantologie marine (récif d'environ 3 m de hauteur sur 20 à 30 m de large dans une zone de 17 m de profondeur). Cependant, compte tenu du volume clapé et de la surface impactée, le clapage de ces matériaux ne devrait avoir qu'une incidence faible sur le régime global des courants. Localement, néanmoins, les courants et les hauteurs d'eau seront modifiées. Ce récif artificiel devra être signalé à terme sur les cartes marines.

III.1.1.1.2 Impact sur la sédimentologie marine

Le principal impact du chantier sur la sédimentologie provient du creusement du puits en mer et de l'installation du diffuseur. Deux solutions sont à l'étude pour le creusement du puits en mer : creusement par déroctage et creusement par forage, Cf. **Pièce B, chapitre V**.

Remarque : les MES issues soit des travaux en mer, soit des travaux à terre sont des particules fines qui, compte tenu du fort hydrodynamisme de la zone, seront dispersées par les courants et ne formeront pas ou peu de dépôt. Les rejets de MES ne constituent donc pas un impact sur la sédimentologie. Leur impact sur la qualité des eaux marines est analysé dans le **paragraphe III.1.4.3.1.4**.

III.1.1.1.2.1 Creusement du puits en mer par déroctage

Il n'y aura pas d'incidence de ce type d'immersion à terme sur la qualité des eaux ni sur les espèces pélagiques. L'emprise du dépôt constituera le principal impact sur le fond, les peuplements benthiques seront en grande partie détruits lors du dépôt et la recolonisation du site se fera par des espèces qui seront typiques des biocénoses de fonds rocheux. C'est pourquoi il est important de limiter la surface au sol de ce type de dépôt et de gagner en hauteur afin de créer un récif artificiel susceptible d'accueillir des espèces.

Avec la taille des blocs extraits par déroctage (cube de 40 cm de côté) et leur nombre (environ 20 000), il serait possible de faire un dépôt de 600 m² de surface au sol et de 3 m de hauteur.

Les spécialistes des récifs artificiels considèrent, à la lumière de ces hypothèses, que les surfaces offertes au fouling, donc à la colonisation, pourraient représenter plus de 5 000 m² avec les zones d'abris associées.

Il est à noter que le cantonnement mis en place en 2000 devant les enrochements de la centrale est à l'origine de l'augmentation des rendements en homard dans cette zone. Les premiers résultats de recapture d'individus marqués ont montré que la courbe de croissance était comparable à la relation taille-poids utilisée depuis 1983. Les données confirment aussi que le homard est assez sédentaire, la majorité des recaptures se faisant lors de campagnes sur les lieux d'immersion, c'est à dire à l'intérieur du cantonnement.

Les blocs de ciment devant la centrale ainsi que les rochers situés dans le sud du Cap de Flamanville constituent une pépinière de petits individus.

L'immersion de blocs rocheux pourra donc à long terme avoir le même genre d'effet bénéfique.

III.1.1.1.2.2 Creusement du puits en mer par forage

Cette solution permet de refouler directement les matériaux (20 mm) dans un rayon de 200 mètres autour du point de forage. Cette solution qui présente des avantages techniques tels que l'absence de chaland permet également de circonscrire la zone d'impact.

Un cercle de 200 mètres de rayon correspond à une surface de plus de 125 000 m². La répartition des 1 500 m³ de déblais sur une telle surface représente une épaisseur théorique d'environ 1 cm.

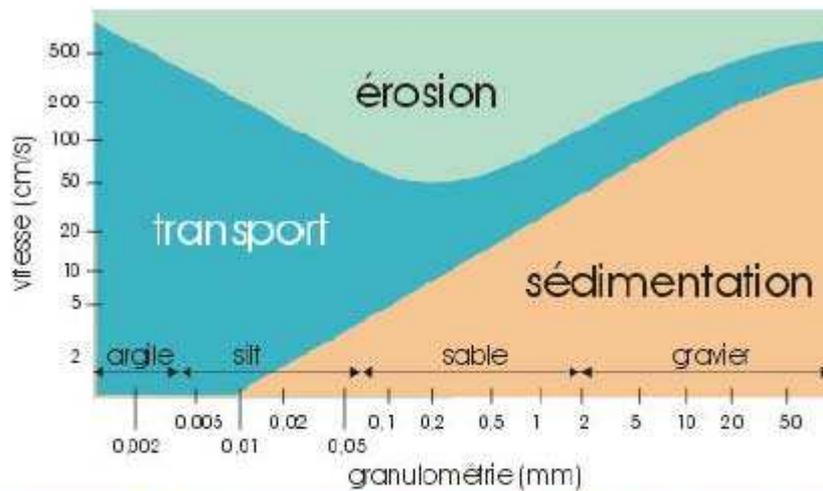
L'évaluation des impacts de cette opération est, en particulier, fondée sur la nature des fonds récepteurs. Le faciès de sable sur roche est présent sur l'ensemble de la zone. L'épaisseur des placages est faible. Les matériaux meubles sont de nature grossière et l'orientation des mégarides montre l'influence dominante des courants de marée. Les biocénoses associées à ce type de substrat sont généralement pauvres.

Les rejets réguliers ne représentent pas des flux importants (< 500 m³/h). Associée à la hauteur d'eau (supérieure à 10 mètres) et aux forts courants de la zone, la dispersion de volumes aussi faibles ne devrait avoir aucune incidence sur la qualité des eaux ou sur la nature des fonds.

Il est important aussi de savoir si les matériaux clapés sur la zone de dépôt sont susceptibles d'y demeurer, ou s'ils vont se déplacer par érosion et transport sur le fond. Il s'agit alors de considérer les maxima de vitesse des courants (seuil d'érosion) qui vont provoquer la remobilisation des matériaux.

La figure et le tableau en page suivante montrent la relation entre la vitesse du courant et la taille des particules susceptibles d'être transportées ou déposées.

On note ainsi que les graviers de 20 mm seront soumis à un transport par charriage à partir de vitesse de courant de l'ordre de 1 m/s. Ces vitesses importantes ne sont pas exceptionnelles (Cf. **Pièce C, paragraphe I.2.2**) et devraient à terme entraîner tout ou partie des déblais du puits de rejet. Le transit littoral montre une résultante du transport orientée au Nord-Nord-Est.



Vitesse du courant cm/s	Taille minimum des particules pouvant sédimenter (en mm)	Taille maximum des particules pouvant être érodées (en mm)
9	1	pas d'érosion
90	10	3
100	20	5

Seuils de dépôts et seuils d'érosion théoriques, après lecture du diagramme Hjulstrom

III.1.1.1.2.3 Pose d'un diffuseur

Un diffuseur va être placé en tête de puits et au fond de la mer. Son objectif est de favoriser la diffusion et la dilution dans le milieu.

Les dimensions de l'ouvrage et des éventuels enrochements associés sont de l'ordre de quelques centaines de mètres carrés au sol. Aussi, l'emprise et l'impact du diffuseur sur le fond marin seront de faible ampleur à l'échelle de la zone.

III.1.1.2 Impact de la centrale en fonctionnement

III.1.1.2.1 Prélèvements et rejets d'eau de mer

Les tranches 1&2 de Flamanville et la nouvelle tranche EPR sont de conception à refroidissement en circuit ouvert. L'eau prélevée pour le refroidissement des condenseurs est donc entièrement rejetée en mer après passage dans le circuit.

Les débits nominaux pompés par les tranches 1&2 sont de 45 m³/s pour chaque tranche. Le débit nominal pour la nouvelle tranche EPR correspond à un prélèvement de 67 m³/s.

Les prélèvements en mer vont donc être augmentés d'environ 75%. Cependant, le canal d'amenée ayant été dimensionné à la conception pour 4 tranches, de façon à maintenir des vitesses acceptables dans le canal pour un débit pompé de 180 m³/s, il va se créer dans le canal d'amenée un équilibre des fonds (couches de sédiments meubles) différent du fonctionnement à deux tranches, qui limitera ainsi les vitesses à l'entrée. De plus, une part importante de l'intensité des courants dans le canal d'amenée est liée à la marée (augmentation et baisse du niveau).

Le prélèvement se faisant dans une zone à fort hydrodynamisme, les vitesses liées à l'aspiration en dehors du canal seront négligeables par rapport à celles des courants de marée et n'impacteront pas l'hydrologie.

Au niveau du rejet, les vitesses de sortie sont d'environ 4 m/s. Ces vitesses élevées induisent la mise en mouvement de masses d'eau importantes dans le milieu récepteur. Cependant, comme on peut le constater sur les modélisations des rejets thermiques présentés au **paragraphe III.1.2** (qui suivent les courants), le phénomène est local et les masses d'eau sont rapidement reprises dans le mouvement général des courants à l'échelle de la Manche.

III.1.1.2.2 Impact sur le faciès sédimentaire

Du fait d'un fort hydrodynamisme devant le Cap de Flamanville, les fonds sont principalement composés de roches et de sédiments grossiers. Seule une fine couche de sable est présente à la côte. Le transport sédimentaire dans cette zone se fait du Sud au Nord.

Les prélèvements d'eau dans le canal d'amenée n'entraîneront pas de modification des fonds devant la centrale, ou éventuellement très localement. Il n'a pas été montré de modification de la bathymétrie de la zone extérieure au canal depuis la construction de la plate forme et des digues il y a 20 ans.

III.1.2 Impact des rejets thermiques

III.1.2.1 Impact du chantier

Le chantier de construction de la nouvelle tranche EPR n'est pas à l'origine de rejets thermiques.

III.1.2.2 Impact de la centrale en fonctionnement

III.1.2.2.1 Impact des trois tranches

La propagation de la tache thermique relative aux rejets échauffés des trois tranches en service a été modélisée par EDF-R&D à l'aide du modèle numérique Telemac3D.

Deux coefficients de marée ont été étudiés : une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45) et une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95). Les simulations ont été faites :

- pour les tranches 1 et 2, à partir de la valeur limite de l'échauffement (15°C) et d'un débit de rejet nominal de 45 m³/s par tranche ;
- pour la tranche EPR, à partir de la valeur limite de l'échauffement (14°C) et d'un débit de rejet minimal de 58 m³/s.

Les hypothèses prises pour les calculs sur les débits et échauffements sont conservatives car elles considèrent l'échauffement limite et la charge thermique maximale et elles supposent que les circuits auxiliaires subissent un échauffement équivalent à celui du circuit CRF.

Les résultats de la modélisation permettent de mettre en évidence les points suivants :

- les panaches distincts des trois rejets se fondent rapidement en un seul : à moins de 500 m des rejets les panaches sont confondus (sur la Figure E-III.1.2-a au niveau des coordonnées [0, 0], le site de Flamanville étant localisé sur la pointe blanche),
- l'échauffement résiduel à la prise d'eau et à la côte est de l'ordre de 1°C (Figure E-III.1.2-a); les échauffements maximaux sont atteints en condition de morte-eau,

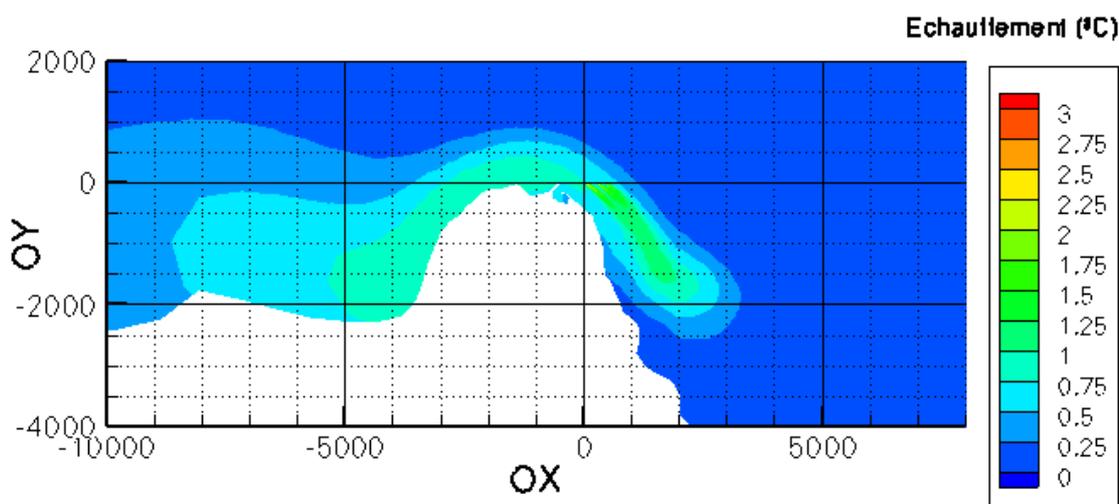


Figure E-III.1.2-a : Échauffement résiduel maximal dans l'anse de Sciottot, marée de morte-eau moyenne, tranches 1-2 et tranche EPR

- le panache est stratifié sur la verticale (effet de flottabilité dû à la différence de température entre le milieu ambiant et le rejet), Figure E-III.1.2-b; au fur et à mesure que l'on s'éloigne des rejets, le panache s'homogénéise sur la verticale ; c'est donc surtout la surface qui est impactée par les échauffements les plus élevés ;

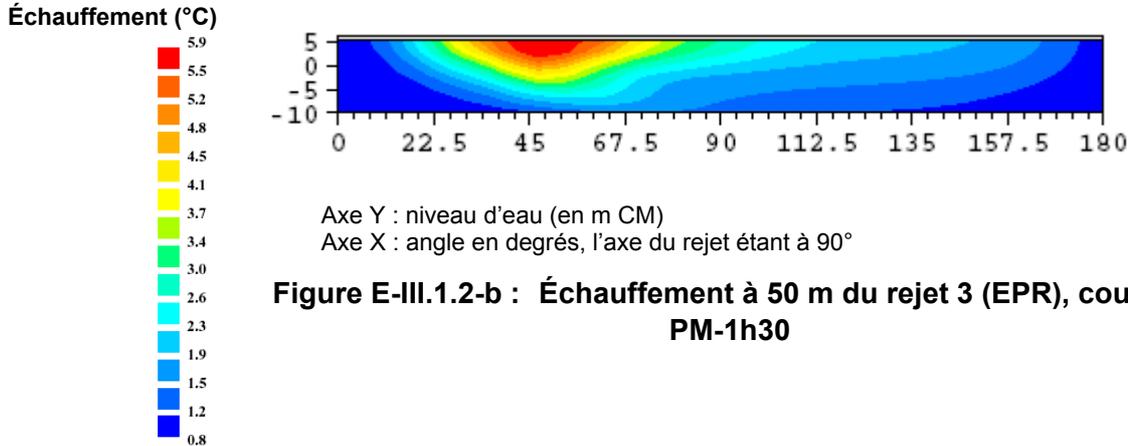


Figure E-III.1.2-b : Échauffement à 50 m du rejet 3 (EPR), coupe verticale, PM-1h30

- en vive-eau moyenne, la tache thermique, correspondant à un échauffement résiduel de 1°C en surface, balaie une aire d'environ 2,5 km² sur un cycle complet de marée. A 50 m des rejets, l'échauffement résiduel maximal atteint est inférieur à 6,7°C ; cet échauffement est obtenu au point de rejet de la tranche 2 qui est légèrement influencé par les rejets de la tranche EPR ;
- en morte-eau moyenne, la tache thermique, correspondant à un échauffement résiduel de 1°C en surface, balaie une aire d'environ 8,5 km² sur un cycle complet de marée (Figure E-III.1.2-d). A 50 m des rejets, l'échauffement résiduel maximal atteint au point de rejet de la tranche 2 est inférieur à 7°C (Figure E-III.1.2-c).

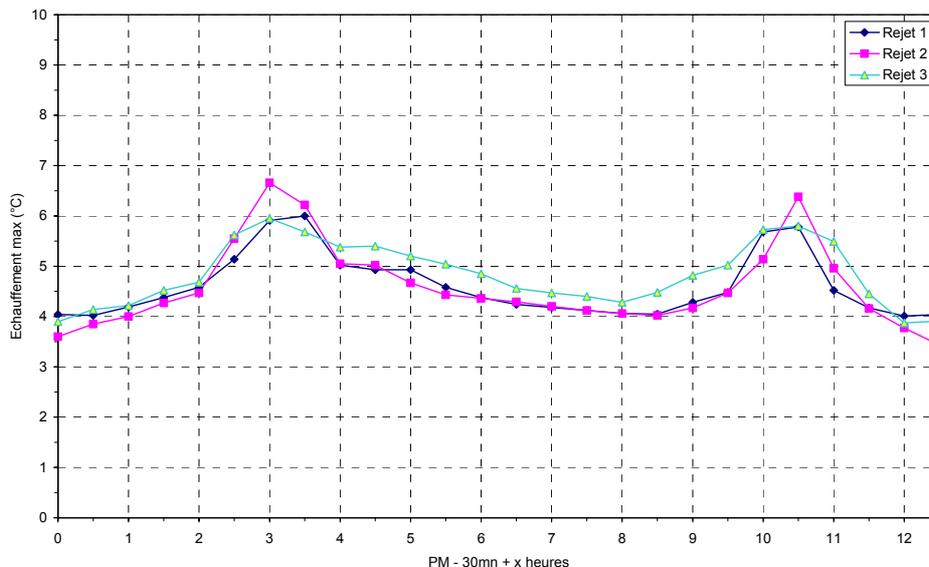


Figure E-III.1.2-c : Échauffement résiduel à 50 m des rejets, marée de morte-eau, tranches 1-2 et tranche EPR

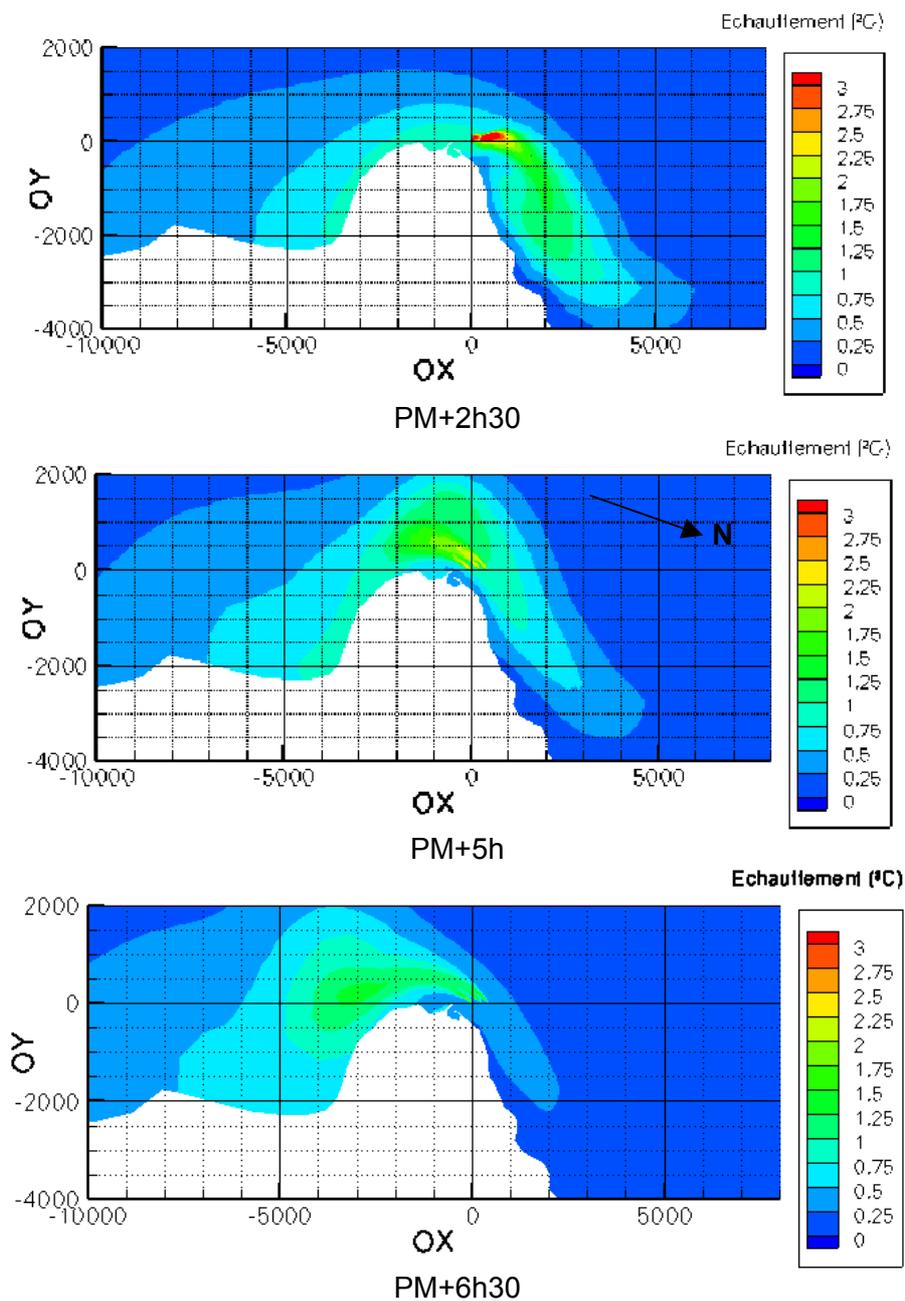


Figure E-III.1.2-d : Expansion maximale de la tache de 1°C, marée de morte-eau, tranches 1-2 et tranche EPR

L'analyse de ces résultats nous amène aux conclusions suivantes :

- les échauffements résiduels à la prise d'eau et à la côte dus au fonctionnement des trois tranches, ainsi que les échauffements maximaux en surface à 50 m des rejets sont du même ordre de grandeur que lorsque seules les deux tranches 1300 MWe fonctionnent (Cf. **Pièce C, paragraphe I.3**). Le rejet de la tranche 2 est légèrement influencé par le rejet de la tranche EPR mais celui-ci n'ajoute pas plus de 0,3°C d'échauffement supplémentaire (à la prise d'eau, à la côte et à 50 m des rejets). Ceci est négligeable et reste de l'ordre de grandeur des fluctuations naturelles de la température de l'eau de mer (Cf. **Pièce C, paragraphe I.3**). Ainsi, l'ajout d'une tranche EPR sur le site de Flamanville ne modifie pas de façon notable les échauffements résiduels en mer (à la prise d'eau, à la côte et à 50 m des rejets) ;
- les rejets de la tranche EPR ont pour principal effet d'augmenter la surface influencée par les rejets thermiques : elle passe de 2,5 à 8,5 km² pour les échauffements résiduels de 1°C en morte-eau moyenne. Cependant, il faut relativiser cet effet par le fait que :
 - les échauffements observés principalement en surface n'impactent guère l'écosystème marin composé d'espèces vivant principalement au fond de la mer ; les poissons, qui eux vivent en pleine eau, ont une capacité de nage suffisante pour éviter la colonne d'eau échauffée,
 - le suivi hydrobiologique réalisé depuis 20 ans au droit des centrales nucléaires de Paluel et Gravelines ayant respectivement 4 et 6 tranches en fonctionnement ne montre pas d'influence des rejets thermiques ; l'ajout d'une tranche EPR sur le site de Flamanville, portant le nombre de tranches à 3, ne perturbera donc pas non plus l'écosystème.

Les études de surveillance de l'écosystème aquatique qui seront menées dans les premières années de fonctionnement de la tranche EPR permettront de vérifier l'impact très limité dû à cette augmentation de surface échauffée.

EDF-R&D a également simulé, pour les deux conditions de marée étudiées, le fonctionnement de la tranche EPR en fonctionnement nominal, c'est à dire avec un débit de 67 m³/s et un échauffement de 12°C, les deux autres tranches 1300 MWe étant toujours en fonctionnement aux limites avec un débit de rejet de 45 m³/s et un échauffement de 15°C (Cf. **Pièce B, paragraphe IV.4.1.2**). Les résultats ne montrent pas de grands écarts, ceux-ci restant du même ordre de grandeur. Ceci est dû au fait que la charge thermique apportée en mer par la tranche EPR est sensiblement la même (58x14=812°C.m³/s en fonctionnement aux limites et 67x12=804°C.m³/s en fonctionnement nominal).

III.1.2.2 Impact de la tranche EPR seule

La propagation de la tache thermique relative aux rejets échauffés de la seule tranche EPR a également été modélisée par EDF-R&D à l'aide du modèle numérique Telemac3D.

Deux coefficients de marée ont été étudiés : une marée de morte-eau moyenne (coefficient 45) et une marée de vive-eau moyenne (coefficient 95). Les simulations ont été faites à partir de la valeur limite de l'échauffement (14°C) et d'un débit de rejet minimal de 58 m³/s.

Les résultats de la modélisation permettent de mettre en évidence les points suivants :

- l'échauffement résiduel à la prise d'eau et à la côte est de l'ordre de 0,5°C ; les échauffements maximaux sont atteints en condition de morte-eau,

- en vive-eau moyenne, la tache thermique, correspondant à un échauffement résiduel de 1°C en surface, balaie une aire d'environ 0,4 km² sur un cycle complet de marée. A 50 m des rejets, l'échauffement résiduel maximal atteint est inférieur à 6,3°C ;
- en morte-eau moyenne, la tache thermique, correspondant à un échauffement résiduel de 1°C en surface, balaie une aire d'environ 0,6 km² sur un cycle complet de marée. A 50 m des rejets, l'échauffement résiduel maximal atteint est inférieur à 6,2°C.

Ainsi, la tranche EPR seule n'échauffe pas un important volume d'eau.

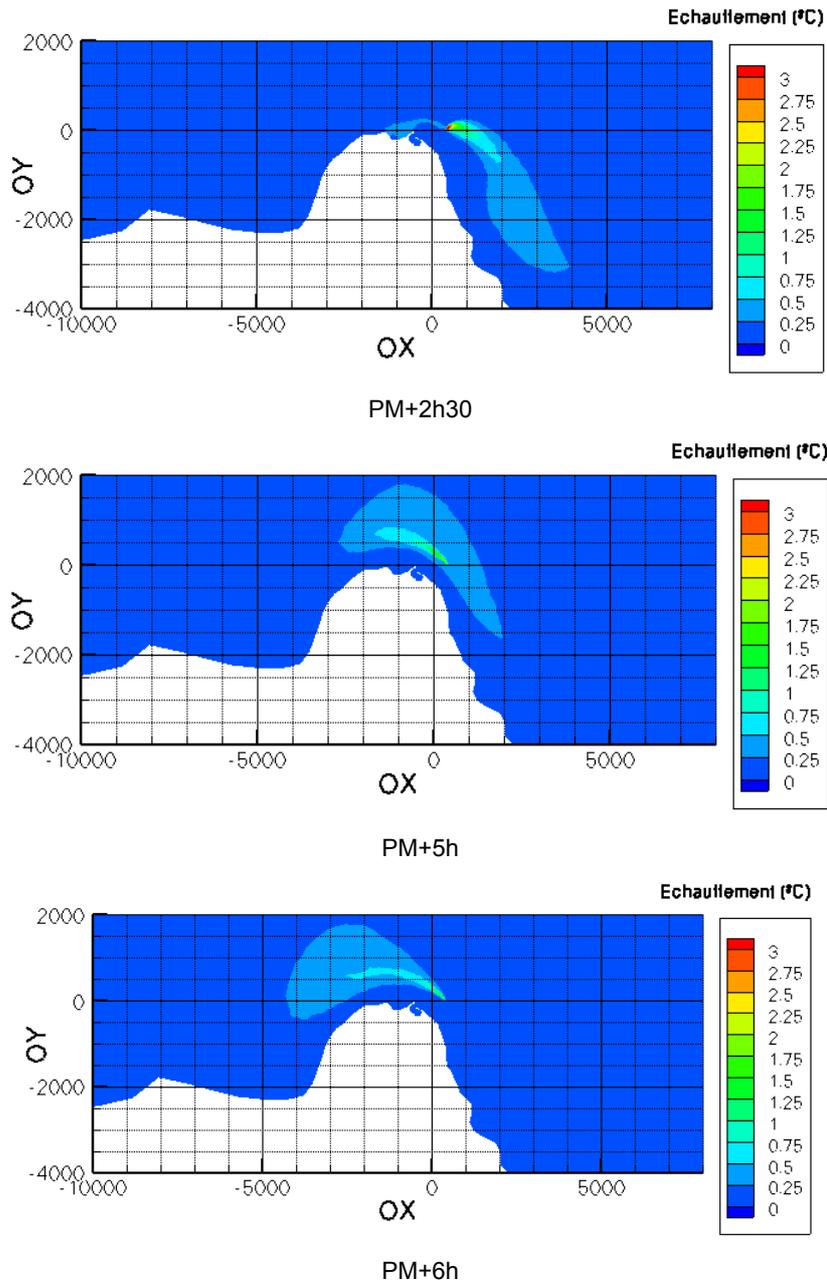


Figure E-III.1.2-e : Expansion maximale de la tache de 1°C, marée de morte-eau, tranche EPR seule

III.1.3 Impact des rejets radioactifs liquides

III.1.3.1 Impact du chantier sur la radioécologie marine

Le chantier de construction de la nouvelle tranche EPR n'est pas à l'origine de rejets radioactifs liquides.

III.1.3.2 Impact de la centrale sur la radioécologie marine

L'impact environnemental des futurs rejets radioactifs liquides est réalisé sur la base des mesures radiologiques effectuées dans le passé, dans l'environnement du site de Flamanville. Il s'agit donc d'une étude qualitative.

Les rejets radioactifs liquides des installations du site de Flamanville sont réalisés dans une zone côtière influencée par les effluents radioactifs du site de La Hague (^{106}Ru - Rh , ^{129}I , ^{154}Eu , ^{65}Zn , ^{134}Cs , ^{99}Tc ...) ainsi que par les retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires (^{137}Cs , ^{90}Sr , transuraniens, ^3H et ^{14}C) et de l'accident de Tchernobyl (^{137}Cs). Le tritium et le carbone 14 sont, par ailleurs, produits majoritairement par voie naturelle.

Au même titre que les sources exogènes citées précédemment, les effluents radioactifs liquides du CNPE de Flamanville contribuent également à l'apport de radionucléides artificiels dans le milieu marin. Les radionucléides produits lors de l'exploitation des tranches 1-2, détectés dans l'écosystème marin sont également rejetés par l'usine de La Hague. La contribution de ces deux installations ne peut être dissociée. Sur la base des activités annuelles rejetées dans le milieu récepteur et des conditions locales de dilution, nous pouvons cependant déduire que la présence ponctuelle de traces de $^{110\text{m}}\text{Ag}$ dans les algues, les mollusques et les crustacés peut être attribuée principalement aux effluents radioactifs liquides du CNPE. A l'inverse la présence ponctuelle de traces de ^{60}Co et de ^{137}Cs dans les sédiments, les algues et la faune marine locale est à attribuer principalement à l'exploitation du site de La Hague. Quels que soient les compartiments de l'écosystème marin étudiés, l'activité de tous ces radionucléides reste inférieure, depuis 1996, à 14 Bq/kg sec dans les sédiments et les algues et inférieure à 2,2 Bq/kg frais dans la faune marine (mollusques crustacés et poissons).

Au même titre que les effluents radioactifs liquides des tranches 1-2, ceux de la future tranche EPR, de qualité identique, ne pourront pas être dissociés des autres sources locales, à l'exception éventuellement de $^{110\text{m}}\text{Ag}$ dont la présence actuelle peut être attribuée aux tranches 1-2 principalement et qui sera également rejeté par EPR.

L'ajout d'une nouvelle tranche va naturellement augmenter les activités rejetées dans le milieu récepteur en tritium, carbone 14 et en produits d'activation et de fission. Les niveaux rejetés resteront cependant du même ordre de grandeur. La mise en service d'EPR ne se traduira pas par une augmentation globale du débit d'activité qui restera équivalent à celui des tranches 1-2, permettant ainsi de maintenir l'activité volumique dans le milieu récepteur à un niveau constant. Ceci pourra facilement être vérifié en raison de la présence d'un seul émissaire de rejet, commun aux trois tranches.

Compte tenu des résultats obtenus dans le passé, des caractéristiques radiologiques ambiantes, et des conditions locales de dilution, les effluents radioactifs liquides produits par les trois tranches du site de Flamanville ne seront pas de nature à modifier significativement l'état radioécologique de l'environnement marin au voisinage du CNPE.

Le retour d'expérience acquis sur les sites composés de quatre tranches REP, implantés en Manche renforce la conclusion selon laquelle il n'y a pas d'impact lié à la multiplication des tranches sur un seul site. En effet, l'exploitation de ces installations (Paluel et Gravelines) entraîne certes la détection de radionucléides artificiels dans le milieu marin, mais ces radionucléides apparaissent de manière ponctuelle, principalement dans les sédiments et les végétaux marins et, à des activités très souvent inférieures à 10 Bq/kg sec. Dans la faune marine (mollusques, crustacés et poissons), l'activité des radionucléides artificiels ne dépasse plus 1 Bq/kg frais depuis 2000. Ces niveaux d'activité sont très inférieurs à la composante naturelle de la radioactivité (qui est de plusieurs centaines de Bq/kg, Cf. **Pièce C, paragraphe I.6**).

La stratégie d'étude adoptée dans l'environnement des CNPE, et plus particulièrement autour du site de Flamanville, a permis dans le passé de caractériser précisément la composition radioactive de l'écosystème aquatique. Cette surveillance radioécologique composée de campagnes de prélèvements annuelles et de bilans radioécologiques décennaux sera maintenue dans l'avenir. En 2006 sera réalisé le second bilan radioécologique décennal du CNPE de Flamanville. Cette étude permettra d'actualiser les résultats obtenus à ce jour et constituera un état de référence détaillé de l'environnement, avant la mise en service de la tranche EPR, ce qui permettra, dans l'avenir de caractériser plus précisément l'impact potentiel de cette tranche.

III.1.4 Impact des rejets chimiques en mer

III.1.4.1 Coefficient de dilution

Les résultats des calculs de tache thermique permettent de déterminer le coefficient de dilution subi par les rejets en mer (radioactifs ou non) du site de Flamanville, en supposant, en première approximation, qu'il y a proportionnalité entre la concentration des rejets et l'échauffement (on néglige alors les échanges thermiques avec l'atmosphère).

Ainsi, si dans la galerie de rejet l'échauffement est de 15°C, on aura, au niveau de la tache de 1°C, une concentration en effluent 15 fois plus faible que la concentration dans la galerie de rejet.

Le coefficient de dilution varie en fonction de la substance rejetée et de la voie de rejet :

- les produits radioactifs ainsi que les produits chimiques associés aux effluents radioactifs de toutes les tranches, EPR comprise, sont rejetés via la galerie de rejet tranche 1, ou tranche 2 lorsque la tranche 1 est à l'arrêt ; ainsi, pour ces substances, on déterminera le coefficient de dilution à travers les études thermiques d'une tranche 1300 MWe en fonctionnement,
- les produits chimiques autres tels que les produits issus de la station de dessalement sont rejetés dans le canal d'amenée et sont donc repris sans distinction par les trois circuits de refroidissement avant d'être rejetés en mer. Pour ces produits, l'étude d'impact est faite de façon conservative en supposant qu'une seule tranche est en service. Le coefficient de dilution associé est donc déterminé comme pour les produits radioactifs et chimiques associés,
- enfin les résidus de chloration sont rejetés par toutes les galeries de rejet. Dans ce cas, le coefficient de dilution est déterminé à travers les études thermiques des trois tranches en fonctionnement.

Pour les besoins de l'étude d'impact, le coefficient de dilution est déterminé dans le champ proche des rejets après mélange et au niveau des plages situées à proximité de la centrale (anses de Vauville et Sciotot).

III.1.4.1.1 Produits autres que résidus de la chloration

Nous exploitons ici les résultats des simulations faites avec les rejets des tranches 1-2 seules.

III.1.4.1.1.1 Dilution dans le champ proche

L'échauffement résiduel maximal à quelques centaines de mètres des rejets est de 2,5°C (Figure E-III.1.4-a). Il est atteint en morte-eau. Ainsi, le coefficient de dilution dans le champ proche des rejets peut être considéré comme étant égal à $2,5/15 = 0,166$ arrondi à **0,2**. Le coefficient de dilution dans le champ proche est pris à une distance suffisamment proche des rejets pour être sous leur influence mais aussi suffisamment éloignée pour avoir une bonne homogénéité de la masse d'eau et un temps de séjour non négligeable des organismes vivants.

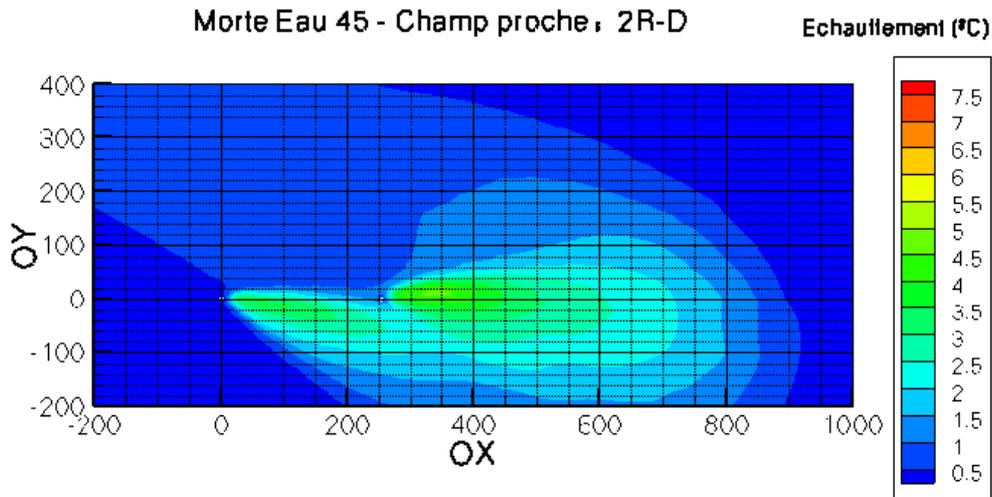


Figure E-III.1.4-a : Échauffement dans le champ proche 2 rejets, morte-eau moyenne, PM+10h30

III.1.4.1.1.2 Dilution au niveau des anses de Vauville et Sciottot

L'échauffement résiduel maximal au niveau des plages des anses de Vauville et Sciottot est inférieur à 1°C (Cf. **Pièce C, paragraphe I.3**). Il est atteint en conditions de morte-eau. Ainsi, le coefficient de dilution des rejets au droit de ces plages peut être pris égal à $1/15 = 0,066$ arrondi à **0,07**.

III.1.4.1.2 Résidus de la chloration

Nous exploitons ici les résultats des simulations faites avec les rejets des trois tranches en fonctionnement, la tranche EPR étant au fonctionnement nominal (Cf. **paragraphe III.1.2.2.1**).

III.1.4.1.2.1 Dilution dans le champ proche

L'échauffement résiduel maximal à quelques centaines de mètres des rejets est de 3,5°C (Figure **E-III.1.4-b**). Il est atteint en morte-eau.

Dans ce cas, pour calculer le coefficient de dilution, il faut calculer l'échauffement condenseur moyen ou la quantité de chaleur moyenne apportée en mer. On ne raisonne que sur les tranches 2 et 3. En effet, on voit sur la Figure **E-III.1.4-b** que le panache du rejet 1 ne se mélange pas avec celui des rejets 2 et 3. Ainsi, seules les tranches 2 et 3 contribuent à l'échauffement résiduel de 3,5°C.

L'échauffement moyen résulte donc de la quantité de chaleur apportée par les tranches 2 et 3 ramenée au débit total de rejet, ce qui vaut donc :

$$\frac{45 \times 15 + 67 \times 12}{45 + 67} = 13,2^\circ\text{C}$$

Ainsi, le coefficient de dilution dans le champ proche peut être considéré comme étant égal à : $3,5/13,2=0,265$ arrondi à **0,3**.

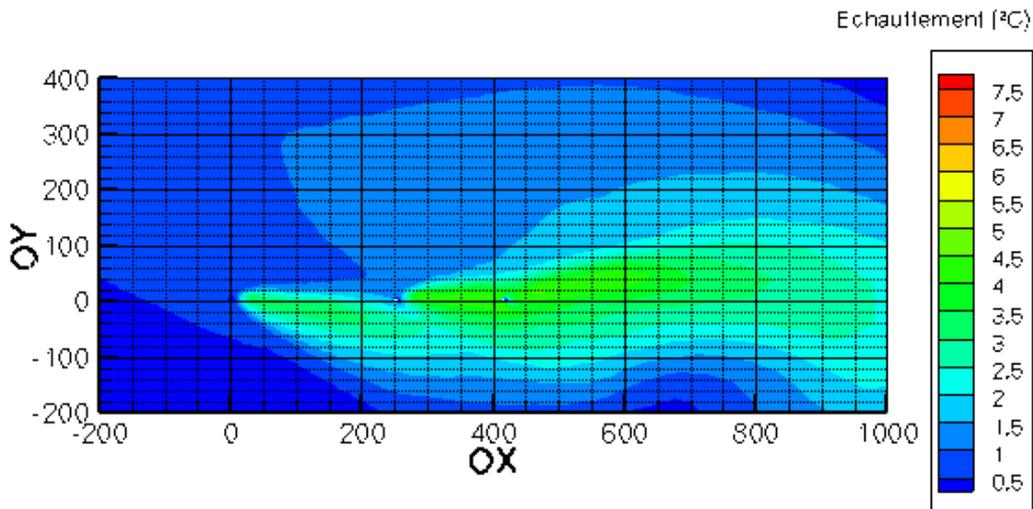


Figure E-III.1.4-b : Échauffement dans le champ proche, morte-eau moyenne PM+10h30, simulation de 3 rejets, EPR à l'optimum

III.1.4.1.2.2 Dilution au niveau des anses de Vauville et Sciottot

L'échauffement résiduel maximal au niveau des plages des anses de Vauville et de Sciottot est inférieur à 1,2°C (Figure E-III.1.4-c).

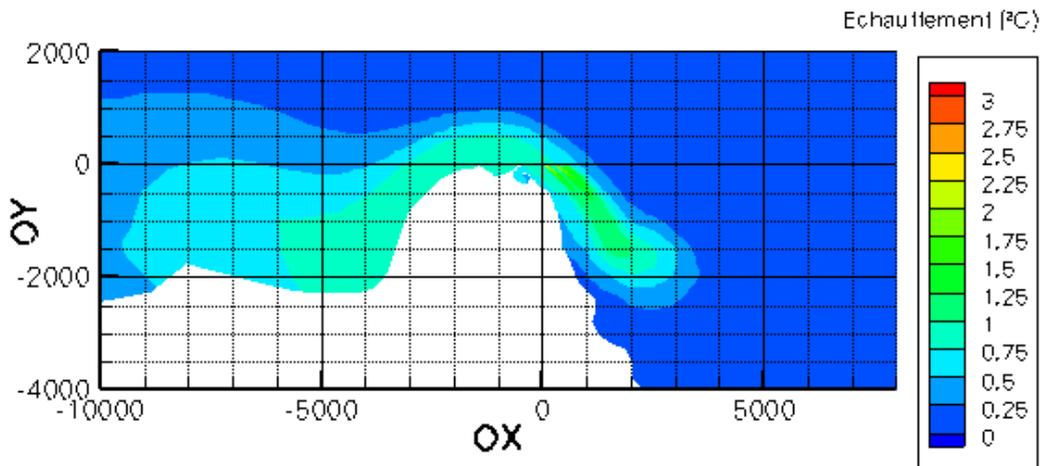


Figure E-III.1.4-c : Échauffement résiduel maximal dans l'anse de Sciottot, marée de morte-eau moyenne PM+12h, simulation de 3 rejets, EPR à l'optimum

Ainsi, le coefficient de dilution des rejets de résidus de la chloration au droit de ces plages peut être pris égal à $1,2/13,2 = 0,0909$ arrondi à **0,1**.

III.1.4.1.3 Cas de la tranche EPR seule

On suppose le fonctionnement de la tranche EPR seule.

Dans ce cas, les coefficients de dilution pour les produits radioactifs et chimiques associés restent inchangés. Pour les résidus de la chloration, il n'y a plus d'interaction de panache. Nous prendrons donc les mêmes coefficients que pour les autres substances, soit 0,2 dans le champ proche et 0,07 au niveau des plages.

III.1.4.1.4 Synthèse

Le tableau suivant récapitule les coefficients de dilution à considérer pour les études d'impact :

	Impact cumulé FLA1-2+EPR		Impact tranche EPR seule	
	Champ proche	Plages	Champ proche	Plages
Produits autres que résidus de la chloration	0,2	0,07	0,2	0,07
Résidus de la chloration	0,3	0,1	0,2	0,07

Tableau E-III.1.4-a : Coefficients de dilution à considérer pour les études d'impact

III.1.4.2 Bruit de fond¹ naturel

La mer est naturellement composée de plusieurs substances chimiques. Afin de définir pour chaque substance une concentration type de l'eau de mer ou « bruit de fond naturel », plusieurs sources de données ont été utilisées :

- des mesures effectuées par l'IFREMER au point de référence de 1987 à 2004, lors des 3 campagnes annuelles du suivi hydro-écologique pour l'ammonium, les nitrates, les phosphates et la salinité et de 2001 à 2004 pour les MES. Ces paramètres ayant une forte variation saisonnière, afin de se placer à une échelle mensuelle, la valeur retenue est la valeur maximale des moyennes par saison (plutôt que la moyenne annuelle) ;
- des mesures effectuées par l'IFREMER au point de référence de 2000 à 2004 lors des 3 campagnes annuelles du suivi hydro-écologique pour l'acide borique et de 1988 à 2004 pour le bromoforme ;
- des mesures en oxydants résiduels effectuées sur le site de Flamanville dans le cadre de campagnes réalisées par EDF R&D en 1988-1989. Toutes les mesures en dehors de l'influence des rejets étaient alors inférieures au seuil de mesure de 0,02 mg/L ;
- pour les métaux, des données issues de la littérature (base de données européenne IUCLID (2000) pour le Fer) ou de mesures effectuées dans le cadre du RNO (Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin, coordonné par l'IFREMER), ces données étant plus représentatives du milieu côtier que les valeurs très faibles présentées dans les grilles². Une campagne de mesure ponctuelle dans le canal d'amenée du site a été également utilisée.
- pour les autres substances, des données issues de 3 grilles² de composition générale de l'eau de mer : pour une substance donnée, la valeur de concentration la plus importante des grilles est considérée comme égale au bruit de fond naturel. A noter que dans ce cas, les valeurs présentées sont seulement un ordre de grandeur des teneurs dans le milieu.

¹ Concentrations dans le milieu

² Grilles de composition générale de l'eau de mer utilisées : OSIL sea water standard, Li 1991 et Nicols 1967.

Dans la mesure où aucune donnée représentative de la zone n'est disponible ou que toutes les données disponibles sont inférieures à la limite de quantification, en considérant de plus que ces substances ne sont pas présentes naturellement dans le milieu, on considère nulle la valeur du bruit de fond associé à ce paramètre.

Les concentrations proposées sont représentatives du milieu, mais il faut noter et garder à l'esprit qu'elles dépendent de la salinité de l'eau, des conditions météorologiques et des apports terrigènes, et qu'elles ne représentent qu'un ordre de grandeur.

Les concentrations initiales du milieu récepteur prises en compte dans le dossier sont présentées dans le Tableau **E-III.1.4-b** et Tableau **E-III.1.4-c**.

Substance	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Référence
Sodium	1,1E+04	OSIL
Chlorures	2,0E+04	OSIL
Sulfates	2,7E+03	Nicols 67
Nitrates	5,1E-01	Moyenne des concentrations mesurées au printemps de 1987 à 2004 (suivi hydroécologique)
Ammonium	1,3E-02	Moyenne des concentrations mesurées au printemps de 1987 à 2004 (suivi hydroécologique)
Phosphates	5,5E-02	Moyenne des concentrations mesurées au printemps de 1987 à 2004 (suivi hydroécologique)
MES	1,1E+01	Moyenne des concentrations mesurées en automne de 2001 à 2004 (suivi hydroécologique)
Bromoforme	0,0E+00	Suivi hydroécologique de 1988 à 2004*
Oxydants résiduels	0,0E+00	Campagnes de mesures R&D en 1988-1989 au large de Flamanville
Acide borique	2,8E+01	Moyenne des mesures du suivi hydroécologique de 2000 à 2004 (toutes campagnes confondues)
Lithium	1,8E-01	Li 91
Hydrazine	0,0E+00	Pas de mesure dans le milieu disponible
Morpholine	0,0E+00	Pas de mesure dans le milieu disponible
Ethanolamine	0,0E+00	Pas de mesure dans le milieu disponible
Détergents	0,0E+00	Pas de mesure dans le milieu disponible

Tableau E-III.1.4-b : Concentrations initiales du milieu récepteur considérées dans l'étude d'impact environnemental (1/2)

Substance	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Référence
Fer	1,0E-02	Concentration moyenne issue de la base de données européenne IUCLID 2000
Cuivre	2,5E-03	Médiane des mesures effectuées dans le cadre du RNO à Honfleur** de 1995 à 2003
Chrome	3,0E-04	Médiane des mesures effectuées dans le cadre du RNO à Honfleur** de 1990 à 1995
Nickel	2,8E-03	Médiane des mesures effectuées dans le cadre du RNO à Honfleur** de 1990 à 1995
Zinc	4,0E-03	Médiane des mesures effectuées dans le cadre du RNO à Honfleur** de 1995 à 2003
Manganèse	4,0E-03	Médiane des mesures effectuées dans le cadre du RNO à Honfleur** de 1990 à 1995
Plomb	2,5E-04	Médiane des mesures effectuées dans le cadre du RNO à Honfleur** de 1995 à 2003
Aluminium	5,5E-04	OSIL
Salinité	3,5E+04	Moyenne des concentrations mesurées à l'automne de 1987 à 2004 (suivi hydroécologique)
Argent	2,5E-06	Li 1991
Cadmium	4,0E-03	Mesure ponctuelle du site dans le canal d'aménée le 9 août 2005
Mercure	2,0E-06	OSIL
Arsenic	1,0E-03	Mesure ponctuelle du site dans le canal d'aménée le 9 août 2005
COT	3,7	Mesure ponctuelle du site dans le canal d'aménée le 9 août 2005
AOX	1,8E+00	Mesure ponctuelle du site dans le canal d'aménée le 9 août 2005

* Aucune valeur supérieure au seuil de détection n'a été trouvée au point référence

** Il existe d'autres points RNO mais sur lesquels aucune mesure de ces paramètres dans l'eau n'est disponible. Par ailleurs, les données figurant dans les différentes grilles de qualité correspondent à une qualité d'eau marine théorique et pauvre d'un point de vue écologique, ce qui n'est pas le cas des eaux côtières de la Manche.

Tableau E-III.1.4-c : Concentrations initiales du milieu récepteur considérées dans l'étude d'impact environnemental (2/2)

III.1.4.3 Impact des rejets chimiques du chantier

Le chantier est à l'origine de rejets chimiques en mer. Ces rejets diffèrent selon le type d'opérations effectuées. On distingue (Cf. **Pièce B, chapitre V**) :

- la phase préparatoire et la phase de travaux de construction entraînant le rejet de MES principalement et des eaux de vidange du canal d'aménée tranches 3-4,
- la phase d'essais, entraînant le rejet de substances chimiques particulières telles que phosphates, morpholine, etc...

L'impact en phase préparatoire et phase de travaux présenté dans ce chapitre concerne seulement la qualité des eaux marines. L'impact de ces différentes phases sur la faune et la flore marines est étudié au **paragraphe III.1.5.1**. Par contre, l'impact en phase de montages électromécaniques et essais présenté dans ce chapitre concerne l'écosystème marin dans sa globalité.

III.1.4.3.1 Phase préparatoire et phase travaux

Ces phases entraînent les rejets suivants :

Origine du rejet	Substance rejetée	Émissaire de rejet	Quantité	Débit
Eaux de ruissellement	MES	Émissaires secondaires 6 à 10 et émissaire 15	< 30 mg/L en sortie de parcelle ³	Fonction des événements pluviométriques
	Hydrocarbures		< 5 mg/L en sortie de parcelle ⁴	
Vidange de la section amont du canal d'amenée	Substances présentes en mer et ayant percolé à travers la digue	Galerie de rejet tranche 2 (ou tranche 1 si tranche 2 à l'arrêt)	Variable Comparable au bruit de fond	700 m ³ /h
Vidange des fonds de fouille	MES		50 mg/L	1 000 m ³ /h
ou Forage des puits en mer par déroctage Forage des puits en mer par forage	MES	Puits en mer	25 mg/L	70 m ³ /h
	MES	Puits en mer	1 g/L	200 à 500 m ³ /h
Stations d'épuration temporaires	DBO ₅	Émissaires secondaires 6 à 10	< 35 mg/L en sortie de station	Fonction de l'activité

III.1.4.3.1.1 Impact des eaux de ruissellement

L'assainissement des eaux « à la parcelle » sera imposé aux entreprises s'installant sur le chantier. De fait, une dépollution sera réalisée au droit des ouvrages d'assainissement qui seront mis en œuvre (débourbeurs-déshuileurs). Toutefois, les plates-formes ne seront pas toutes équipées en même temps et les voiries ne seront pas assainies⁵ ; il faut donc tenir compte de charges polluantes maximales. Il n'existe pas dans la littérature technique de données qui font mention des flux en MES et en hydrocarbures générés par les plates-formes de chantier. A défaut, on considère dans la présente étude les hypothèses de flux de pollution couramment utilisées dans le cadre d'étude d'assainissement pluvial urbain. Les valeurs proposées ci-après ne sont qu'indicatives, on notera en effet que les différentes plates-formes de chantier seront plus ou moins occupées par des stocks, du bâti, des voies de circulation et qu'elles peuvent être assimilées à un tissu urbain.

Pour l'étude d'impact, on distingue l'impact ponctuel (épisode de pluie intense) de l'impact chronique (moyenne annuelle) et l'on retient les valeurs mentionnées dans le tableau qui suit⁶.

³ Cette valeur peut atteindre 650 mg/L en cas de pluie intense (pluie de 10 mm en 15 minutes)

⁴ Cette valeur peut atteindre 7 mg/L en cas de pluie intense

⁵ Seuls les parkings collectifs seront également équipés de déshuileurs assurant une concentration maximale en hydrocarbures de 5 mg/L en sortie d'ouvrages.

⁶ « La pollution des rejets pluviaux urbains : son importance, ses caractéristiques, quelques éléments sur ses origines et son interception » - A. Bachoc, J.M. Mouchel, G. Chebbo – Journée technique sur les eaux pluviales – Agen 14 juin 1991.

PARAMETRES		Charges polluantes annuelles (kg / ha actif / an)	Charges polluantes en cas de pluie intense (kg / ha actif)
MES	Intervalle	503 – 2278	65
	Retenu	2278	
Hydrocarbures	Retenu	19,5	0,7

Tableau E-III.1.4-d : Flux de pollution annuel de référence en fonction de la surface active et de la pluie

Les flux de pollution bruts émis par les plates-formes de chantier sont alors estimés sur la base :

- des surfaces de plates-formes (on utilise ici la surface active en considérant, de façon majorante, un coefficient d'imperméabilisation de 50 %),
- des valeurs retenues pour les flux annuels de référence (Cf. Tableau E-III.1.4-d),
- de la relation suivante : $C = C_0 \times S$ avec C_0 la charge de référence pour le paramètre considéré en kg/ha/an, S surface active (ha).

Les pollutions générées par les plates-formes de chantier pendant les travaux, sont estimées dans le tableau suivant :

Nom	Surface (ha)	Surface active (ha)	Charges (kg/an)		Charges (kg/j) en cas de pluie intense	
			MES	Hydrocarbures	MES	Hydrocarbures
Plateforme Entreprises	8,2	4,1	9340	80	267	3
Plateforme GUERFA	7	3,5	7973	68	228	2
Plateforme pied de falaise	5,25	2,625	5980	51	171	2
Plateforme FRA	1,6	0,8	1822	16	52	1
Plateforme extérieure 1&2	1,2	0,6	1367	12	39	0
Plateforme tranche 4	2,8	1,4	3189	27	91	1
Plateforme tranche 3	11	5,5	12529	107	358	4
Plateformes installations	Total	18,525	42200	361	1204	13

Tableau E-III.1.4-e : Estimation des flux de pollution annuels générés sur les plates-formes de chantier

A titre de comparaison, on notera que les cours d'eau de la Diélette, du Grand et du Petit Douet apportent à la mer des MES. Ces apports peuvent être estimés en considérant :

- une concentration en MES dans les cours d'eau, égale à la concentration moyenne issue du retour d'expérience du site, soit [MES] = 10 mg/L,
- le débit moyen interannuel (ou module) des cours d'eau ou le débit de crue maximal pour l'épisode de pluie intense.

♦ **Impact chronique** : l'apport moyen annuel total des cours d'eau est donné ci-après.

Cours d'eau	Module (L/s)	Flux en MES (kg/an)
Diélette	530	167 141
Grand Douet	230	72 533
Petit Douet	170	53 611
Total cours d'eau		293 285

Tableau E-III.1.4-f : Flux annuel de MES véhiculé par les cours d'eau de la zone d'étude

◆ **Impact ponctuel :**

L'apport total des cours d'eau lors d'un épisode pluvieux intense est donné dans le tableau qui suit.

Cours d'eau	Débit journalier maximal enregistré (m ³ /s)	Flux en MES (kg/j)
Diélette	2.51	2 170
Grand Douet	2.95	2 550
Petit Douet	3.2	2 765
Total cours d'eau		7 485

Tableau E-III.1.4-g : Flux maximal de MES véhiculé par les cours d'eau de la zone d'étude

On notera, par comparaison des deux tableaux précédents, que l'apport en MES généré par les plates-formes de chantier pendant la phase de travaux, sera égal à 15% de l'apport naturel des cours d'eau voisins du site.

Au cours d'un événement pluvieux intense, la masse de MES transportée reste également de l'ordre de 15% des quantités transportées naturellement par les cours d'eau.

Par ailleurs, des mesures d'abattement de la pollution (débourbeurs-déshuileurs imposés aux entreprises en sortie de parcelle) sont prévues dans le cadre des mesures compensatoires. Les flux d'hydrocarbures et de MES rejetés par les plates-formes de chantier seront donc limités respectivement à 5 mg/L et 30 mg/L⁷ (hors épisode pluvieux intense).

Les rejets des eaux de ruissellement des plates-formes n'auront donc pas d'incidence significative sur la qualité des eaux marines.

III.1.4.3.1.2 Impact de la vidange de la section amont du canal d'amenée

La qualité des eaux de la section amont du canal d'amenée est liée à son mode d'alimentation, à savoir l'infiltration de l'eau de mer à travers la digue et le bouchon inter-tranches 2-3. Cette qualité est proche du bruit de fond observé généralement dans le canal au droit des tranches 1-2.

Les eaux de vidange seront rejetées en mer via le bassin de rejet de la tranche 2 (ou tranche 1 si la tranche 2 est à l'arrêt). De fait, les eaux pompées seront mélangées dans les eaux de refroidissement.

Les résultats de mesures effectuées dans les eaux de la section amont en 2005 conduisent, après application d'un facteur de dilution dans les eaux de refroidissement d'une tranche, aux concentrations ajoutées présentées dans le Tableau **E-III.1.4-h**.

Les concentrations ajoutées au milieu récepteur pour chaque élément, sont très nettement inférieures aux teneurs naturellement présentes (Cf. Tableau **E-III.1.4-h**). La concentration maximale ajoutée en azote représente 8% de la concentration présente dans le milieu. Elle est donc de l'ordre de grandeur des fluctuations naturelles de la concentration dans le milieu. D'autre part, elle diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point de rejet.

Le rejet en mer des eaux de la section amont du canal d'amenée n'est donc pas de nature à porter atteinte à l'équilibre biologique du milieu.

⁷ L'entreprise en charge des unités de concassage sera incitée à la réutilisation de l'eau en circuit fermé après abattement des MES. Les boues produites seront évacuées par filière agréée. De fait, les émissions de MES par l'unité de concassage devraient être très réduites du fait des modalités d'exploitation du matériel.

Paramètre	Concentration ajoutée au droit du point de rejet (mg/L)	Concentration ajoutée après dilution dans le champ proche (mg/L)	Ratio par rapport au bruit de fond naturel (%)
MES	9,6E-03	1,1E+01	0,09%
Nitrates	9,0E-04	5,1E-01	0,18%
Chlorures	1,4E+01	2,0E+04	0,07%
Phosphore total	3,4E-05	2,0E-02	0,18%
C.O.T	2,5E-03	3,7E+00	0,07%
AOX	1,3E-03	1,8E+00	0,07%
Cadmium	4,7E-06	4,0E-03	0,12%
Chrome	< 0,001	3,0E-04	0,00%
Cuivre	3,4E-06	2,5E-03	0,14%
Mercure	< 0,00002	2,0E-06	0,00%
Nickel	1,3E-05	2,8E-03	0,46%
Plomb	< 0,01	2,5E-04	0,00%
Zinc	< 0,01	4,0E-03	0,00%
Arsenic	2,2E-06	1,0E-03	0,22%
Argent	< 0,001	2,5E-06	0,00%
Matières d'inhibitrices	3,1E-03	3,9E+00	0,08%
Azote total	8,1E-04	1,0E-02	8,09%

Tableau E-III.1.4-h : Concentration ajoutée en mer et comparaison au bruit de fond naturel

III.1.4.3.1.3 Impact de la vidange des fonds de fouille

Avant de pouvoir entreprendre les travaux et pendant la durée des travaux, les entreprises devront procéder au pompage de l'ensemble des fouilles existantes, ceci de manière continue (24h sur 24). Les eaux d'épuisement des fouilles correspondent :

- aux eaux percolant au travers de la digue (pompées en continu pour maintenir à sec la section amont du canal d'amenée),
- aux eaux d'infiltration dans le puits à terre,
- aux eaux de ruissellement de la plate-forme (rejoignant la section amont du canal lors des pluies).

Les pompages seront réalisés selon les besoins et les travaux en cours (notamment en cas de venue d'eau souterraine ou d'épisodes pluvieux).

Le débit d'exhaure des fouilles est estimé à environ 1000 m³/h et ce, 24h/24 (Cf. **paragraphe III.1.4.3.1**).

Le rejet en mer des eaux d'exhaure s'effectuera, comme pour les eaux de vidange de la section amont du canal, via le bassin de rejet de la tranche 2 (ou de la tranche 1, si la tranche 2 est en arrêt).

Les caractéristiques physico-chimiques des eaux rejetées correspondent aux valeurs des paramètres des eaux d'épuisement de la section amont du canal, MES mises à part. L'impact du rejet des substances hors MES a été regardé au paragraphe précédent. La concentration en MES pouvant varier suivant les apports issus des eaux d'exhaure des fonds de fouilles et des eaux pluviales ruisselant sur la plate-forme de chantier, leur impact est regardé dans le détail ci-après.

La charge en MES des eaux qui seront pompées est fonction de plusieurs paramètres intervenant plus ou moins en même temps :

- type de travaux dans les fouilles (creusement, remblaiement, déroctage...),
- intensité de la pluviométrie,
- niveau de la mer conditionnant éventuellement l'infiltration dans les fouilles, etc...

La concentration en MES présentes dans ces eaux est prise par hypothèse égale à 50 mg/L.

Le flux 24h correspondant est de 1200 kg/j et la concentration ajoutée au droit du point de rejet en mer est égale à 0,3 mg/L.

Dans le champ proche du rejet, cette concentration ajoutée devient égale à 0,06 mg/L en tenant compte de la dilution du milieu. La concentration ajoutée en MES représente donc 0,5% du bruit de fond naturel.

On notera que, dans le cas où l'exploitation de la tranche viendrait à n'utiliser plus qu'une seule des deux pompes CRF (débit unitaire de 22,5 m³/s), cette concentration ajoutée passerait à 0,12 mg/L dans le champ proche du point de rejet en mer, soit 1% du « bruit de fond ».

Par ailleurs, si la concentration en MES présente dans les eaux de vidange venait à être supérieure à 50 mg/L, l'impact du rejet correspondant resterait faible jusqu'à des concentrations en MES dans les eaux de vidange pouvant atteindre le gramme par litre (soit 10% du bruit de fond).

En conclusion, les eaux de chantier transitant par le bassin de rejet de la tranche 2 (ou de la tranche 1, si la tranche 2 est en arrêt) ne conduiront pas à une augmentation significative de la teneur en MES au droit du point de rejet en mer.

III.1.4.3.1.4 Impact du forage du puits en mer

Le creusement du puits en mer, localisé à environ 700 m au large, sera réalisé par déroctage par minage ou par forage par tunnelier comme explicité en **Pièce B, paragraphe V.1.2.2**. L'impact de chacune de ces deux solutions techniques est donc étudié dans la suite.

III.1.4.3.1.4.1 Creusement du puits en mer par déroctage

Cette opération est à l'origine d'un rejet en MES de 70 m³/h à la concentration de 25 mg/L.

Les MES vont se diluer en mer. Le coefficient de dilution peut être obtenu par extrapolation du coefficient de dilution calculé au **paragraphe III.1.4.1**. En effet, les eaux de refroidissement des tranches 1-2 rejetées à un débit de 45 m³/s se diluent en mer dans le champ proche du rejet (quelques centaines de mètres) avec un coefficient de dilution de 0,2. Par extrapolation, les phénomènes étant équivalents, on peut donc dire que le rejet de 70 m³/h se dilue en mer avec un coefficient de dilution d'environ $8,5 \cdot 10^{-5}$. La concentration en MES rejetées dans le champ proche du rejet sera donc d'environ $2 \cdot 10^{-3}$ mg/L, ce qui est très largement en-deçà de la teneur naturelle de l'eau de mer (11 mg/L).

Ainsi, l'impact du rejet de MES lié aux opérations de déroctage sera faible.

III.1.4.3.1.4.2 Creusement du puits en mer par forage

Cette opération est à l'origine d'un rejet en MES d'au plus 500 m³/h à la concentration de 1 g/L.

Ces MES vont se diluer en mer dans le champ proche avec un coefficient de dilution d'environ 6.10⁻⁴ (calcul au prorata des débits, Cf. paragraphe précédent). La concentration en MES rejetées dans le champ proche du rejet (moins de 500 m) sera donc d'environ 0,6 mg/L, ce qui est bien en-deçà de la teneur naturelle de l'eau de mer (11 mg/L).

Ainsi, l'impact du rejet de MES lié aux opérations de forage sera faible.

III.1.4.3.1.5 Impact des rejets des eaux vannes et usées

L'assainissement du chantier sera assuré pendant la phase des travaux préparatoires par le stockage dans des fosses adaptées qui seront mises en place par les entreprises intervenant sur le chantier. En cas d'utilisation de fosses étanches, les boues collectées pourront être accueillies par la station d'épuration de Diélette-Souville.

Des stations d'épuration seront installées et exploitées à terme sur la zone. Ces stations seront dimensionnées et exploitées conformément à la circulaire n°97.31 du 17 février 1997 prise en application de l'arrêté du 21 juin 1996 ce qui assurera une concentration en DBO₅ dans l'effluent traité inférieure à 35 mg/L.

Compte tenu des dispositions prises, il n'y aura pas d'incidence liée aux eaux usées pendant les travaux.

III.1.4.3.2 Phases d'essais

L'impact des eaux de ruissellement rejetées pendant cette phase est le même qu'en phase préparatoire et travaux présenté dans le **paragraphe III.1.4.3.1.1**. L'impact des autres effluents est présenté ci-après.

III.1.4.3.2.1 Substances et quantités rejetées

Lors de la phase d'essais, les rejets chimiques annuels et journaliers maximums sont les suivants (hors résidus de chloration) :

Substances ⁸	Conditionnement des circuits (kg/an)	Production d'eau déminéralisée (kg/an)	Quantité (kg/an)	Quantité (kg/jour)
Fer	400	314	714	40
MES	80	600	680	15
Phosphates	500		500	170
Lithine	2		2	2
Hydrazine	0,5		0,5	0,4
Acide borique	1 250		1 250	1 250
Morpholine	300		300	15
Sodium	-	6033	6033	1054
Sulfates	-	4591	4591	2100

⁸ Les substances étudiées proviennent à la fois du conditionnement des circuits et de la production d'eau déminéralisée nécessaire au remplissage des circuits.

Les rejets de substances provenant du conditionnement des circuits sont effectués :

- via le bassin de rejet de la tranche 2 ou de la tranche 1 si la tranche 2 est à l'arrêt avant mise en eau du canal d'amenée devant la tranche EPR,
- directement dans le canal d'amenée après suppression du bouchon inter-tranches 2 et 3.

Ainsi, dans le premier cas, les rejets sont dilués dans les eaux de refroidissement d'une tranche en fonctionnement, soit 45 m³/s. Dans le deuxième cas, ils sont dilués par les eaux de refroidissement des tranches 1-2, soit 90 m³/s.

L'étude d'impact réalisée ici se base sur l'hypothèse de dilution la plus pénalisante, soit un débit de 45 m³/s.

Les rejets des substances provenant de la production d'eau déminéralisée sont effectués directement dans le canal d'amenée. On fait l'hypothèse conservatrice qu'ils sont repris dans les eaux de refroidissement d'une seule tranche en fonctionnement et on néglige la dilution dans le canal d'amenée.

Lors des essais en station de pompage, le dispositif de chloration va être testé selon le même protocole que celui qui sera mis en place lors de la mise en service définitive de la tranche EPR : chloration à 0,5 mg/L de façon séquentielle sur chaque voie toutes les 30 minutes. Ceci va conduire à des rejets d'oxydants résiduels d'au plus 0,5 mg/L dans le bassin de rejet de la tranche EPR et des rejets de bromoforme d'au plus 0,02 mg/L.

III.1.4.3.2.2 Méthodologie d'étude

La démarche d'évaluation de l'impact environnemental des rejets chimiques est basée sur la connaissance de l'impact de ces rejets sur les différents compartiments biologiques du milieu marin. On s'appuiera donc dans la mesure du possible sur les résultats de la surveillance hydro-écologique du milieu effectuée depuis 1983 sur le site de Flamanville.

Dans un premier temps nous considérons la valeur maximale de la concentration moyenne journalière ajoutée au milieu après mélange⁹. Si celle-ci s'avère négligeable par rapport au bruit de fond naturel, on peut conclure que l'impact environnemental de la substance l'est aussi.

On distingue ensuite les substances eutrophisantes pouvant avoir un effet à long terme (chronique) sur l'équilibre de l'écosystème du milieu, des substances toxiques pouvant présenter, suivant l'estimation de l'occurrence des rejets, un effet chronique ou aigu.

Pour les substances eutrophisantes, on effectue une comparaison de la concentration cumulée (concentration ajoutée et bruit de fond) avec les seuils de la proposition de projet de grille de qualité des eaux de mer établie en 1993 par le groupe d'échange CQEL pour le compte du Ministère de l'Environnement¹⁰. Cette grille, présentée sur la Figure E-III.1.4-d, propose 5 classes par paramètre, dans l'ordre décroissant de qualité, 1A, 1B, 2, 3, HC (hors classe).

⁹ La sélection des substances se fait sur la base du flux 24h, car cette approche est celle préconisée par la Commission Européenne dans le cas de rejets chroniques ou aigus.

¹⁰ Il faut noter que cette grille n'a jamais été utilisée ni validée de manière officielle.

Pour les substances toxiques, on s'appuie sur une approche écotoxicologique (avec une analyse du risque environnemental quand celui-ci est possible¹¹) de la substance en distinguant si les rejets sont chroniques ou aigus quand les données nécessaires et adaptées au milieu marin sont disponibles.

Ces deux approches sont complétées dans la mesure du possible des conclusions issues du suivi hydro-écologique réalisé depuis 1983.

Classes de qualité	1A	1B	2	3	HC
Odeur	sans				forte
Couleur	sans				forte
Température (°C)	9 à 20				<9 ou >20
Salinité (/1000g)	15-38				<15 ou >38
pH	7 à 9				<7 ou >9
Turbidité (NTU)	< 2,5	2,5-5	5-10	10-15	
M.E.S (mg/l)	<5	5-10	10-20	20-30	
Oxygène dissous (%)	110-90 90-110		90-80 110-120	80-70 120-130	<70 ou >130
DBO5 eau brute (mg/l O2)	<3	3-5	5-10	10-25	
Nitrates NO3 (mg/l)	<0,5	0,5-1	1-2	2-3	
Ammonium NH4 (mg/l)	<0,02	0,02-0,05	0,05-0,1	0,1-0,15	
Phosphates PO4 (mg/l)	<0,03	0,03-0,06	0,06-0,1	0,1-0,2	
Chlorophylle (µg/l)	<1	1-2,5	2,5-5	5-7,5	
Coliformes fécaux (nb/100ml)	<10	10-100	100-500	500-2000	
Coliformes totaux (nb/100ml)	<100	100-500	500-2500	2500-10000	
Streptocoques fécaux (nb/100ml)	<10	10-100	100-500	500-2000	
Salmonelles (nb/100ml)	sans				présence
Entérovirus (nb/100ml)	sans				présence
Détergents (µg/l)	<10	10-15	15-30	30-100	
Hydrocarbures (µg/l)	<25		25-50	50-100	

La température n'est pas considérée comme un caractère de qualité; elle sera cependant prise en compte dans l'interprétation des résultats.

MES, NH4, NO3, PO4, CHLOROPHYLLE : établis sur la base des données R.N.O et CQEL

OXYGENE : Etabi sur la base des données CQEL et sur la base réglementaire : Directive eau de baignade du 8/12/1975

PH : Base réglementaire : Décret du 19/02/1991 : zones conchylicoles

Détergents et Hydrocarbures : établis sur la base des données RNO (10 ans de surveillance IFREMER)

DEGRE DE TOLERANCE DE DEPASSEMENT DE LA CLASSE : 10% des cas tous paramètres confondus avec n>10.

Figure E-III.1.4-d : Projet de grille du CQEL (Cellule Qualité des Eaux Littorales)

Les concentrations maximales ajoutées en mer dans le champ proche, correspondant aux quantités rejetées en 24h, sont calculées en considérant le flux 24h de la substance, un débit de rejet de 45 m³/s et en considérant un facteur de dilution supplémentaire de 0,2.

¹¹ L'analyse du risque environnemental est une méthode d'estimation des risques engendrés par le rejet d'une substance chimique pour les organismes aquatiques qui se fonde sur l'établissement d'un indice de risque calculé par le ratio PEC/PNEC, c'est-à-dire le ratio entre la concentration prévisible dans l'environnement (PEC) et la concentration prévisible sans effet sur l'organisme (PNEC). Si ce ratio est inférieur à 1, on considérera que la présence de la substance rejetée dans les conditions étudiées ne présente pas de risque pour l'environnement.

On obtient alors les concentrations suivantes :

Substances	Concentration maximale ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration présente en mer (mg/L) ¹²	ratio
Fer	2,1E-03	1,0E-02	~20%
MES	7,7E-04	1,1E+01	<< 1%
Phosphates	8,7E-03	5,5E-02	~15%
Lithine	1,0E-04	6,2E-01	<< 1%
Hydrazine	2,1E-05	0,0E+00	/
Acide borique	6,4E-02	2,8E+01	< 1%
Morpholine	7,7E-04	0,0E+00	/
Sodium	1,5E-04	1,1E+04	<< 1%
Sulfates	3,0E-04	2,7E+03	<< 1%
Bromoforme	8,0E-03	0,0E+00	/
Oxydants résiduels	2,0E-01	0,0E+00	/

Les concentrations ajoutées lors de la phase essais en MES, lithine, acide borique, sodium et sulfates sont très faibles par rapport aux quantités déjà présentes dans l'eau de mer. Ainsi, on peut considérer que l'impact des rejets de MES, lithine, acide borique, sodium et sulfates dus au chantier sera négligeable.

Concernant le fer, les phosphates, la morpholine et les résidus de chloration, il est nécessaire de faire une analyse plus poussée.

III.1.4.3.2.3 **Phosphates**

Les phosphates font partie des substances eutrophisantes.

Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)
5,5E-02	500	7,0E-05	5,5E-02

Les rejets cumulés en phosphates sont compatibles avec une classe de qualité 1B d'après la grille CQEL présentées en Figure **E-III.1.4-d**. Comme aucune évolution des paramètres biologiques n'a été montrée dans le cadre du suivi hydro-écologique de Flamanville pour les tranches 1 & 2 (dont les quantités rejetées sont supérieures à celles évaluées pour la phase essais), il est possible de conclure que les rejets cumulés de phosphates lors de la phase essais seront sans impact sur l'environnement.

III.1.4.3.2.4 **Fer, morpholine et hydrazine**

Le fer, la morpholine et l'hydrazine font partie des substances potentiellement toxiques.

Estimation de l'occurrence des rejets de ces substances

On considère qu'un rejet est dit « aigu » au sens du TGD¹³ si sa fréquence est inférieure à une fois par mois, et si sa durée est inférieure à 24h. Une première évaluation peut donc être faite en comparant le flux annuel au flux 24h caractérisés pour la substance chimique.

¹² La concentration présente en mer est donnée en Pièce E, paragraphe III.1.4.2.

¹³ TGD : Technical Guidance Document in support of commission directive 93/67/EEC on risk assessment for new identified substances and commission regulation (EC) N°1488/94 on risk assessment for existing substances, CE, 1996

Si le rapport du flux annuel sur le flux 24h est très supérieur à 12, les rejets de cette substance ne peuvent pas être considérés comme aigus (il y a alors plus de 12 rejets par an). Si par contre le flux 24h est d'un ordre de grandeur équivalent à celui du flux annuel, il faut alors se reporter aux pratiques de rejets du site pour la substance afin d'évaluer le risque que ce rejet soit aigu. S'il est confirmé qu'un rejet aigu est à envisager, l'impact de la substance est analysé en aigu et en chronique.

L'hydrazine doit être étudiée à la fois dans le cadre de rejets réguliers et chroniques, mais également dans le cadre de rejets ponctuels et importants car le flux 24h représente 80% du flux annuel.

Par contre, le fer et la morpholine n'ont pas à être étudiés en aigu car le flux 24h ne représente pas une part importante du flux annuel.

L'étude d'impact des rejets chroniques est réalisée à partir des concentrations moyennes annuelles ajoutées calculées sur la base du flux annuel.

Fer

Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)
1,0E-02	714	1,0E-04	1,0E-02

La concentration cumulée en Manche après mélange est du même ordre de grandeur que la concentration présente dans le milieu marin (0,01 mg/L).

Le fer est un élément abondant de la croûte terrestre et est peu soluble dans les eaux bien oxygénées. C'est un élément nécessaire à la vie puisqu'il entre dans la composition de l'hémoglobine des mammifères et qu'il est nécessaire pour le développement de l'activité phytoplanctonique en mer.

La littérature donne surtout des tests écotoxicologiques aigus pour le fer. Une NOEC chronique sur *Chlorella vulgaris* (algue d'eau douce) à 120 jours a été déterminée égale à 2,7 mg/L (Cf. **paragraphe III.1.4.4.1.5.2**).

La concentration en fer après mélange est très inférieure aux valeurs issues des tests écotoxicologiques et permet de conclure que les rejets de fer n'auront pas d'impact significatif sur les différents compartiments.

Morpholine

Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)	PNEC chronique (mg/L)	PEC/PNEC
0,0E+00	300	4,2E-05	4,2E-05	0,0256	1,7E-03

La PNEC chronique marine pour la morpholine est de $25,6 \cdot 10^{-3}$ mg/L (Cf. **paragraphe III.1.4.4.1.5.2**). Le calcul de l'indice de risque égal au ratio PEC/PNEC établi à partir de la concentration ajoutée dans le champ proche est donc de $1,7 \cdot 10^{-3}$. Ce ratio est très largement inférieur à 1. Les rejets de morpholine lors de la phase essais ne présenteront donc pas de risque pour l'écosystème marin.

Hydrazine

◆ Rejet annuel

Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)
0,0E+00	0,5	7,0E-08	7,0E-08

La faible disponibilité de données écotoxicologiques chroniques en particulier pour des espèces marines ne permet pas de déterminer une PNEC pour l'hydrazine qui soit adaptée (Cf. **paragraphe III.1.4.4.1.5.2**). Les données écotoxicologiques chroniques disponibles présentent des NOEC supérieures à 10^{-4} mg/L. Ces données sont donc 1 000 à 10 000 fois plus élevées que la concentration ajoutée en hydrazine dans le champ proche des rejets dus au chantier. Ainsi, les rejets d'hydrazine lors de la phase essais n'auront pas d'impact sur l'environnement.

◆ Rejet journalier

Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux 24h (kg)	Concentration ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)
0,0E+00	0,4	2,1E-05	2,1E-05

Aucune donnée écotoxicologique aiguë marine n'a été recensée. La plus faible valeur aiguë en eau douce recensée parmi les trois taxons algues, crustacés et poissons est de 0,07 mg/L (CE50 (72h) sur une algue *Pseudokirchneriella subcapitata* (IUCLID, 2000)). La concentration cumulée maximale dans le champ proche est très inférieure à cette valeur.

III.1.4.3.2.5 Oxydants résiduels et bromoforme

Les oxydants résiduels et le bromoforme doivent être étudiés à la fois dans le cadre de rejets réguliers et chroniques, mais également dans le cadre de rejets ponctuels et importants. En effet, une dose plus élevée de 1 mg/L en chlore peut être injectée ponctuellement sur une pompe en service afin de tester l'efficacité d'une chloration plus importante en cas de contamination particulière de la station de pompage. Pour les résidus de chloration, les calculs sont effectués directement à partir de la concentration dans le bassin de rejet et non pas du flux annuel ou 24h.

Oxydants résiduels

Les oxydants résiduels liés à la chloration regroupent principalement des ions hypobromites (BrO^-), hypochlorites (ClO^-) et des bromamines. D'après les revues de la littérature, on situe le seuil de toxicité chronique des organismes marins pour ce groupe de substances à 0,02 mg/L¹⁴.

Cependant ces composés disparaissent rapidement dans l'eau de mer par diverses réactions physiques et chimiques. En effet, une campagne de mesures a été effectuée à Flamanville par EDF R&D en 1989, alors que l'injection en chlore était proche de 0,8 mg/L en tranche 1 et de 1 mg/L en tranche 2. Les mesures ont montré des teneurs en chlore résiduel total (qui dosent les composés oxydants présents dans l'eau de mer) égales à 0,02 mg/L dans le panache à 250 m des rejets, les traces de chlore résiduel total disparaissant complètement à 500 m des rejets.

¹⁴ Mattice et ittel, 1976

D'autre part, les essais se feront plutôt à une concentration de l'ordre de 0,5 mg/L en chlore sur deux pompes ce qui donnera au plus 0,25 mg/L d'oxydants résiduels, à comparer au dosage de 0,8 et 1 mg/L lors des mesures effectuées en 1989.

Dans le cas de rejets ponctuels et importants d'oxydants résiduels, on se retrouvera dans le cas d'un dosage à 1 mg/L et donc dans les hypothèses de la campagne de 1989. Les traces de chlore résiduel total disparaîtront totalement à 500 m des rejets.

La toxicité potentielle des composés oxydants ne s'exerce donc que dans le circuit de refroidissement et à proximité immédiate des rejets mais pas dans le milieu marin après dilution.

Bromoforme

La PNEC chronique marine pour le bromoforme est de $9,6 \cdot 10^{-3}$ mg/L (Cf. **paragraphe III.1.4.4.1.5.2**). Le calcul de l'indice de risque égal au ratio PEC/PNEC établi à partir de la concentration ajoutée dans le champ proche de $4 \cdot 10^{-3}$ mg/L est donc de 0,42 Il est inférieur à 1. Les rejets de bromoforme lors de la phase essais ne présenteront donc pas de risque d'impact chronique pour l'écosystème marin.

Concernant le risque lié aux rejets ponctuels et aigus, il s'avère que la concentration maximale en bromoforme ajoutée dans le champ proche de $0,2 \times 0,04 = 0,008$ mg/L est inférieure à la PNEC chronique. Le risque aigu est donc écarté dans la mesure où la concentration maximale atteinte de façon ponctuelle est inférieure à la valeur admise sur le long terme. Par conséquent les conclusions restent inchangées.

III.1.4.3.2.6 Impact cumulé des rejets de chantier et des tranches 1-2

Toutes les substances rejetées lors de la phase d'essais sont également rejetées en fonctionnement normal par les tranches 1-2. Dans tous les cas, hors phosphates, les flux cumulés des rejets de chantier et de ceux des tranches 1-2 sont inférieurs ou égaux¹⁵ à ceux étudiés dans le **paragraphe III.1.4.4**. Pour toutes les substances, les conclusions du paragraphe III.1.4.4 peuvent donc être reprises ici : il n'y aura pas d'impact sur l'écosystème marin des rejets de chantier cumulés avec ceux des tranches 1-2 en fonctionnement.

Concernant les phosphates, le flux cumulé des rejets de chantier et de ceux des tranches 1-2 n'est supérieur que de 4% au flux cumulé des trois tranches en fonctionnement normal. Les conclusions du paragraphe III.1.4.4 peuvent donc être reprises ici : les rejets cumulés en phosphates restent compatibles avec une classe de qualité 1B d'après la grille CQEL. Comme aucune évolution des paramètres biologiques n'a été montrée dans le cadre du suivi hydro-écologique de Flamanville pour les tranches 1 & 2 et dans le cadre de celui de Paluel (site à 4 tranches), il est possible de conclure que les rejets cumulés de phosphates seront sans impact sur l'environnement.

¹⁵ cas du bromoforme : les protocoles de chloration étant identiques pendant les essais et pendant le fonctionnement normal de la tranche EPR.

III.1.4.4 Impact des rejets chimiques de la centrale en fonctionnement

III.1.4.4.1 Impact des rejets chimiques sur l'écosystème marin

Ce chapitre présente l'impact des rejets d'effluents chimiques en mer de l'ensemble du site de Flamanville incluant les tranches Flamanville 1-2 et la tranche EPR, et de la tranche EPR seule.

L'impact environnemental sur la physico-chimie marine sera présenté en considérant les concentrations cumulées dans le milieu relatives :

- au cumul des rejets des tranches 1&2 et de l'EPR ;
- aux rejets de l'EPR seul.

Les flux rejetés pris en compte dans les calculs correspondent aux rejets maximums estimés pour chacune des tranches. Par ailleurs, pour la tranche EPR seule, une estimation de l'impact des rejets sur la base de la performance attendue de la tranche est réalisée.

III.1.4.4.1.1 Substances étudiées

Les rejets chimiques de la tranche EPR et pour le site global en fonctionnement (tranches 1&2 et EPR) sont présentés en **pièce B, chapitre IV**.

Il s'agit :

- de substances chimiques proprement dites : acide borique, lithine, hydrazine, morpholine, éthanolamine, phosphates, sodium, sulfates, bromoforme, chlorures ;
- d'indicateurs de certaines caractéristiques globales de la physico-chimie : MES, DCO, DBO₅ ;
- de mélanges de substances chimiques ou de paramètres globaux : détergents, métaux totaux, azote, oxydants résiduels.

Pour étudier l'impact environnemental des rejets d'azote, l'hypothèse suivante est faite : on considère que l'ensemble de l'azote total rejeté se présente d'une part à 100% sous forme ammonium (hors hydrazine, morpholine et éthanolamine traités par ailleurs) et d'autre part à 100% sous forme de nitrates. Le scénario de rejets de substances azotées hors hydrazine, morpholine et éthanolamine est donc enveloppe.

Dans les métaux totaux, on distingue d'une part le fer issu des installations de déminéralisation et de dessalement et d'autre part les métaux issus des réservoirs KER et SEK (érosion des circuits) qui sont constitués de chrome, cuivre, nickel, zinc, manganèse, fer, plomb et aluminium. Un spectre de répartition de ces métaux est présenté en **Pièce B, paragraphe IV.1.5.1**.

Les paramètres DCO et DBO₅ permettent de connaître la charge en matières oxydables, et donc la pollution en matières organiques de l'eau. La mesure de ces paramètres n'est pas réalisable en eau de mer du fait de la complexité des processus biologiques (DBO) ou des interférences avec les ions chlorures(DCO). Ce ne sont donc pas des indicateurs de la qualité de l'eau de mer et l'étude d'impact environnemental n'est pas réalisée sur les flux caractérisés en DCO et DBO₅.

La morpholine et l'éthanolamine sont susceptibles de se dégrader en formiates, glycolates, acétates et oxalates (Cf. **Pièce B, paragraphe IV.1.5.1**). Ces produits de dégradation sont également étudiés.

III.1.4.4.1.2 Méthodologie retenue pour l'évaluation de l'impact environnemental

La démarche d'évaluation de l'impact environnemental des rejets est la même que celle présentée pour les rejets chimiques du chantier au **paragraphe III.1.4.3.2.2**.

III.1.4.4.1.3 Concentration maximale ajoutée après mélange et comparaison aux valeurs du bruit de fond.

La concentration maximale ajoutée au rejet est estimée à partir du flux 24h maximal de la substance en considérant qu'une seule pompe de rejet est en fonctionnement, sauf pour le bromoforme et les oxydants résiduels pour lesquels les concentrations sont directement liées aux concentrations en chlore injecté dans les circuits. Il s'agit donc de la concentration moyenne journalière maximale.

On ne considère dans ce paragraphe que le cumul des rejets des tranches 1, 2 et de la nouvelle tranche EPR. En effet, les conclusions seraient identiques pour EPR seule, puisque soit les flux 24h sont identiques avant et après mise en service EPR, soit ils sont dimensionnés par la tranche EPR (cas de la lithine).

La concentration maximale ajoutée après mélange est la concentration maximale ajoutée au rejet tenant compte des facteurs de dilution dans le champ proche des rejets (quelques centaines de mètres du rejet) déterminés au **paragraphe III.1.4.1**.

La concentration journalière ajoutée maximale après mélange dans le champ proche se calcule pour toutes les substances, hors résidus de chloration, à partir du flux 24h défini en **Pièce B, paragraphe IV.4**, d'un débit de rejet de 22,4 m³/s et en appliquant un coefficient de dilution de 0,2. En effet, les substances chimiques associées de la nouvelle tranche EPR sont rejetées via les galeries de rejets des tranches 1&2. Pour les substances autres rejetées dans le canal d'amenée, ces hypothèses sont enveloppes.

Les rejets de bromoforme et oxydants résiduels des tranches 1&2 et de la tranche EPR se font via les ouvrages de rejet en mer. Seuls les panaches des tranches 2 et EPR peuvent se cumuler (Cf. **paragraphe III.1.4.1**). Les concentrations maximales se calculent donc à partir des concentrations dans le bassin de rejet diluées par le débit d'une pompe CRF par tranche, soit 22,4 m³/s pour la tranche 2 et 34,1 m³/s pour la tranche EPR. On applique ensuite un coefficient de dilution de 0,3.

Les concentrations dans le milieu pour le bromoforme, les oxydants résiduels, l'hydrazine, la morpholine, l'éthanolamine et les détergents sont prises égales à zéro, on ne peut donc pas comparer les concentrations ajoutées après mélange en Manche dues aux rejets du site aux concentrations dans le milieu. Une évaluation de l'impact sera donc menée.

D'après le Tableau **E-III.1.4-i**, les concentrations ajoutées dans le milieu après mélange pour le fer, l'aluminium, les nitrates, l'ammonium et les phosphates ne sont pas négligeables. Une évaluation de l'impact plus poussée doit être menée.

Rejets	Concentration initiale dans le milieu (mg/L)	Concentration journalière ajoutée max après mélange dans le champ proche en Manche (mg/L)	Ratio entre la concentration ajoutée max et la concentration initiale dans le milieu (%)
Sodium	1,1E+04	1,5E-01	0,00%
Chlorures	2,0E+04	2,5E-02	0,00%
Sulfates	2,7E+03	2,2E-01	0,01%
Nitrates	5,1E-01	1,5E-01	29%
Ammonium	1,3E-02	4,4E-02	346%
Phosphates	5,5E-02	2,2E-02	39%
MES	1,1E+01	4,4E-02	0,39%
Bromoforme	0,0E+00	1,0E-02	-
Oxydants résiduels (en Cl2)	0,0E+00	2,4E-01	-
Acide borique	2,8E+01	6,0E-01	2,1%
Lithium	1,8E-01	2,9E-04	0,16%
Hydrazine	0,0E+00	1,0E-03	-
Morpholine	0,0E+00	1,2E-02	-
Ethanolamine	0,0E+00	4,0E-03	-
Détergents	0,0E+00	4,0E-02	-
Métaux totaux	2,4E-02	1,2E-02	
Fer	1,0E-02	1,1E-02	111%
Cuivre	2,5E-03	1,7E-04	7,0%
Chrome	3,0E-04	8,7E-06	2,9%
Nickel	2,8E-03	9,3E-06	0,3%
Zinc	4,0E-03	1,3E-04	3,1%
Manganèse	4,0E-03	6,9E-05	1,7%
Plomb	2,5E-04	6,2E-06	2,5%
Aluminium	5,5E-04	1,1E-04	20%

* Les concentrations ajoutées ont été calculées à partir des flux en tenant compte des rapports des masses molaires : Lithium/Lithine=7/24, Ammonium/Azote=18/14, Nitrates/Azote=62/14

** le scénario considéré pour les rejets d'hydrazine est le scénario court terme pour les tranches 1-2 seules car les rejets sont supérieurs.

Tableau E-III.1.4-i : Concentration journalière maximale ajoutée après mélange et comparaison au bruit de fond pour les rejets FLA 1, 2 et EPR cumulés

III.1.4.4.1.4 Substances dont le rejet est négligeable par rapport à la teneur moyenne dans le milieu

Acide borique

La concentration ajoutée maximale par les rejets d'acide borique du site après mélange représente seulement 2,1% de la concentration naturelle de l'eau de mer. Elle est donc de l'ordre de grandeur des fluctuations naturelles de la concentration de l'acide borique dans l'eau de mer.

Les organismes présents dans le milieu marin sont acclimatés à ces concentrations et à ces fluctuations. Le suivi hydro-écologique effectué sur le site depuis 1983, n'a d'ailleurs jamais montré une influence des rejets d'acide borique des tranches 1 et 2 sur l'écosystème.

Les rejets d'acide borique des tranches 1,2 et de la tranche EPR n'ont pas d'impact notable sur l'écosystème marin au droit du site de Flamanville.

Lithine

La lithine (LiOH) est la forme sous laquelle le lithium est rejeté par les trois tranches. A pH proche de la neutralité (cas du milieu récepteur des rejets), il est sous la forme Lithium dans l'eau.

La concentration maximale ajoutée après mélange en lithine (équivalent lithium) est négligeable par rapport à la concentration naturelle de l'eau en lithium. Les rejets en lithine des tranches 1,2 et de la tranche EPR sont sans impact perceptible sur le milieu marin au droit du site de Flamanville.

Sodium et Chlorures

Le sodium et les chlorures sont des constituants majeurs de l'eau de mer. Les concentrations ajoutées par le site de Flamanville sont sans commune mesure avec la concentration en présence dans le milieu, d'autant plus que ces flux rejetés sont associés à de l'eau douce, pour ensuite être dilués dans le bassin de rejet avec l'eau de mer.

Dans le cadre du suivi hydro-écologique du site de Flamanville, le paramètre salinité est suivi depuis 1983. Ce suivi montre de fortes variations saisonnières et géographiques (éloignement à la côte) de ce paramètre, mais montre que les variations au niveau du rejet restent très limitées géographiquement (caractère turbulent du mélange).

Les rejets en sodium et en chlorures des tranches 1,2 et de la tranche EPR sont sans impact perceptible sur le milieu marin au droit du site de Flamanville.

Sulfates

Les sulfates sont déjà présents naturellement dans l'eau de mer. Les concentrations ajoutées après mélange par le site de Flamanville représentent 0,01% de la teneur naturelle.

Les rejets en sulfates des tranches 1,2 et de la tranche EPR sont sans impact perceptible sur le milieu marin au droit du site de Flamanville.

MES

La concentration ajoutée maximale en matières en suspension représente environ 0,4% du bruit de fond naturel. Elle est donc inférieure à l'ordre de grandeur des fluctuations naturelles de la concentration en MES dans l'eau de mer, sachant de plus que naturellement celle-ci est très variable en fonction des conditions météorologiques.

De plus le suivi biologique de l'environnement effectué par l'IFREMER depuis 1983 ne montre pas de dysfonctionnement de l'écosystème relatif aux concentrations en MES.

En conséquence les rejets de MES effectués par le site, et par la tranche EPR, n'ont pas d'impact sur l'écosystème marin au droit du site.

Métaux

A partir du spectre de répartition des métaux issus de l'érosion des circuits (Cf. **Pièce B, paragraphe IV.1.5.1**), on peut faire l'analyse métal par métal.

Pour le Fer, on regarde la somme des flux issus de l'érosion des circuits et issus du poste de déminéralisation et de l'unité de dessalement.

Les concentrations maximales ajoutées par les rejets en aluminium et fer ne sont pas négligeables par rapport aux concentrations du milieu. Une évaluation plus poussée de l'impact doit être menée.

Les concentrations maximales ajoutées par les rejets en nickel, zinc, chrome, manganèse et plomb sont négligeables par rapport à la concentration dans le milieu. Une évaluation de l'impact plus poussée ne sera donc pas menée.

La concentration maximale ajoutée en cuivre est de 7% par rapport à la concentration dans le milieu. Elle est donc de l'ordre de grandeur des fluctuations naturelles de la concentration dans le milieu. Le suivi hydroécologique du site réalisé sur la faune et la flore depuis 1983 n'a jamais montré d'impact qui aurait pu être lié à ces rejets et la concentration ajoutée dans le milieu calculée à partir du flux annuel et du débit de rejet de 45 m³/s (effet long terme) ne représente d'ailleurs que 0,1% de la concentration moyenne du milieu. Une évaluation plus poussée de l'impact ne sera donc pas menée.

Conclusion

Les rejets de chrome, nickel, zinc, cuivre, manganèse et plomb sont, du fait des concentrations ajoutées négligeables, sans impact perceptible sur l'écosystème marin au droit du site de Flamanville.

Une évaluation plus poussée de l'impact est faite pour l'aluminium et le fer au **paragraphe III.1.4.4.1.5.2**.

III.1.4.4.1.5 Évaluation de l'impact des substances retenues pour les rejets des tranches 1,2 et de la nouvelle tranche EPR

On distingue deux types de substances ayant des effets différents sur l'environnement, et donc dont l'impact doit être traité différemment : les substances eutrophisantes et les substances toxiques.

L'évaluation de l'impact environnemental des substances retenues est faite sur la valeur de la concentration cumulée dans le milieu après mélange, tenant compte du bruit de fond de la substance.

Pour les rejets chroniques, la concentration cumulée est alors la somme de la concentration moyenne déjà présente dans l'environnement (Tableau E-III.1.4-i) et de la concentration ajoutée estimée après mélange à partir du flux annuel, en considérant 2 pompes en fonctionnement et une dilution d'un coefficient de 0,2 en mer (0,3 pour les résidus de chloration). L'étude d'impact des rejets chroniques est donc menée sur la base des concentrations moyennes annuelles.

On ne considère dans ce paragraphe que le cas enveloppe des rejets des tranches 1-2 plus ceux de la tranche EPR.

III.1.4.4.1.5.1 Substances eutrophisantes

Les substances étudiées dans ce paragraphe sont les nitrates, l'ammonium, les phosphates et les détergents.

Nitrates

Les nitrates dans l'eau de mer sont des substances eutrophisantes qui peuvent provoquer, si les teneurs sont trop élevées un phénomène de croissance algale stimulée par des apports de nutriments.

D'après le GRNC, il est particulièrement difficile en milieu côtier (domaine à la fois ouvert et soumis à une dynamique particulière) de définir des critères de richesse en nutriments à ne pas dépasser. Il préconise donc d'étudier l'évolution de l'eutrophisation d'une zone par l'analyse des effets.

La surveillance hydro-écologique réalisée depuis la mise en service des tranches 1 & 2 sur le site de Flamanville n'a pas permis de déceler d'anomalie dans le cycle saisonnier du phytoplancton. Les rejets de la nouvelle tranche EPR viennent en sus des rejets des tranches 1 & 2. Cependant le retour d'expérience du site de Paluel pour lequel la surveillance hydrobiologique n'a pas non plus montré d'évolution quand les rejets ont été doublés en passant de 2 à 4 tranches, nous permet de penser que les rejets en nitrates n'auront pas d'impact sur le milieu.

Les seuils présentés dans la grille CQEL sont utilisés à titre indicatif. Ils nous permettent cependant de donner un élément de comparaison dans l'évaluation de l'impact.

FLA 1&2 + EPR	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)
Nitrates (Conditionnement ammoniacque)	5,1E-01	125 594 (= 28 360 x 62/14)	1,8E-02	5,2E-01

Tableau E-III.1.4-j : Concentration cumulée en nitrates dans le milieu (rejets chroniques)

La concentration cumulée dans la Manche après mélange est d'environ 0,5 mg/L.

La classe de qualité 1B pour ce paramètre est définie pour des teneurs comprises entre 0,5 mg/L et 1 mg/L. La concentration moyenne dans le milieu et la concentration cumulée après rejet du site de Flamanville sont comprises entre ces deux valeurs.

Les rejets chroniques en nitrates sont donc compatibles avec une classe de qualité 1B d'après la grille CQEL.

Les rejets de nitrates du site de Flamanville seront sans impact perceptible sur l'environnement.

Ammonium

Comme pour les nitrates, l'ammonium est une composante du cycle de vie de l'azote dans l'eau. Les mêmes arguments sur le fait qu'aucune évolution des paramètres biologiques n'ait été montrée dans le cadre du suivi hydro-écologique de Flamanville pour les tranches 1 & 2 et dans le cadre de celui de Paluel sont donc utilisés.

Les seuils présentés dans la grille CQEL sont utilisés à titre indicatif. Ils nous permettent cependant de donner un élément de comparaison dans l'évaluation de l'impact.

FLA 1&2 + EPR	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)
Ammonium (Conditionnement ammoniacque)	1,3E-02	36 463 (= 28 360 x 18/14)	5,1E-03	1,8E-02

Tableau E-III.1.4-k : Concentration cumulée en ammonium dans le milieu (rejets chroniques)

La concentration cumulée dans la Manche après mélange est d'environ 0,018 mg/L.

La classe de qualité 1A pour ce paramètre est définie pour des teneurs inférieures à 0,02 mg/L. La concentration moyenne dans le milieu et la concentration cumulée après rejet du site de Flamanville sont inférieures à cette valeur. Les rejets chroniques en ammonium sont donc compatibles avec une classe de qualité 1A d'après la grille CQEL.

Les rejets d'ammonium du site de Flamanville sont sans impact perceptible sur l'environnement.

Phosphates

Les phosphates font partie des substances eutrophisantes. On peut donc reprendre les mêmes arguments que ceux développés pour les nitrates sur le fait qu'aucune évolution des paramètres biologiques n'ait été montrée dans le cadre du suivi hydro-écologique de Flamanville pour les tranches 1 & 2 et dans le cadre de celui de Paluel.

Les seuils présentés dans la grille CQEL sont utilisés à titre indicatif. Ils nous permettent cependant de donner un élément de comparaison dans l'évaluation de l'impact.

FLA 1&2 + EPR	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)
Phosphates	5,5E-02	2 324	3,3E-04	5,6E-02

Tableau E-III.1.4-l : Concentration cumulée en phosphates dans le milieu (rejets chroniques)

La concentration cumulée dans la Manche après mélange est d'environ 0,056 mg/L.

La classe de qualité 1B pour ce paramètre est définie pour des teneurs comprises entre 0,03 mg/L et 0,06 mg/L. La concentration moyenne dans le milieu et la concentration cumulée après rejet du site de Flamanville sont comprises entre ces valeurs.

Les rejets chroniques en phosphates sont donc compatibles avec une classe de qualité 1B d'après la grille CQEL.

Les rejets de phosphates du site de Flamanville sont sans impact perceptible sur l'environnement.

Détergents

C'est un terme global regroupant des produits lessiviels ou de nettoyage de composition variable. Ils répondent à la réglementation pour ce qui concerne la biodégradabilité et l'absence d'EDTA (acide Ethylène Diamine TétrAcétique) et de phosphates.

FLA 1&2 + EPR	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)
Détergents	0,0E+00	5 737	8,1E-04	8,1E-04

Tableau E-III.1.4-m : Concentration cumulée en détergents dans le milieu (rejets chroniques)

Il est possible, à titre indicatif, d'établir une comparaison entre la concentration ajoutée dans la Manche après mélange et les seuils de la grille CQEL.

Cependant il faut garder à l'esprit que la concentration moyenne dans le milieu est prise nulle par manque de données disponibles représentatives.

La concentration cumulée dans la Manche est égale à environ 0,8 µg/L. La classe de qualité 1A pour ce paramètre est définie pour des teneurs inférieures à 10 µg/L. La concentration ajoutée est donc très inférieure à cette valeur.

Les quantités mises en jeu sont en effet très faibles au regard de l'énorme potentiel de dilution du milieu marin. De surcroît, l'observation des données de surveillance de l'environnement n'indique aucun déséquilibre dans l'évolution des populations pouvant être imputable aux rejets du CNPE. A titre indicatif, les rejets en détergents de l'ensemble du site de Flamanville correspondent aux rejets d'un village de 3000 personnes.

Les rejets chroniques de détergents n'ont pas d'impact sur le fonctionnement de l'écosystème marin au droit du site de Flamanville.

III.1.4.4.1.5.2 Les substances toxiques

Les substances dites « toxiques » qui sont étudiées dans ce paragraphe sont le fer, l'aluminium, le bromoforme, les oxydants résiduels, l'hydrazine, la morpholine et l'éthanolamine.

Estimation de l'occurrence des rejets de ces substances

On considère qu'un rejet est dit « aigu » au sens du TGD¹⁶ si sa fréquence est inférieure à une fois par mois, et si sa durée est inférieure à 24h. Une première évaluation peut donc être faite en comparant le flux annuel au flux 24h caractérisés pour la substance chimique.

Si le rapport K du flux annuel sur le flux 24h est très supérieur à 12, les rejets de cette substance ne peuvent pas être considérés comme aigus (il y a alors plus de 12 rejets par an). Si par contre le flux 24h est d'un ordre de grandeur équivalent à celui du flux annuel, il faut alors se reporter aux pratiques de rejets du site pour la substance afin d'évaluer le risque que ce rejet soit aigu. Si il est confirmé qu'un rejet aigu est à envisager, l'impact de la substance est analysé en aigu et en chronique.

Les rejets en bromoforme et en oxydants résiduels sont dus à la chloration des circuits et se font de façon continue pendant toute la période de chloration (plusieurs mois par an). Ces rejets sont donc chroniques.

16 TGD : Technical Guidance Document in support of commission directive 93/67/EEC on risk assessment for new identified substances and commission regulation (EC) N°1488/94 on risk assessment for existing substances, CE, 1996

D'après le tableau suivant, une seule substance rejetée par les tranches 1&2 et la tranche EPR doit faire l'objet d'une étude de rejet aigu, l'aluminium.

Cependant, les rejets en aluminium sont liés aux rejets des bâches KER-SEK et ont lieu plus de 12 fois par an. Au sens du TGD, il ne faut donc pas considérer un risque aigu.

L'évaluation de l'impact environnemental sera donc étudié de façon chronique pour l'ensemble de ces substances.

Rejets	origine	Flux 24h (kg)	Flux annuel (kg)	K=flux annuel/ flux 24h
Fer	Station de dessalement / déminéralisation	100	4 523	43
	59,3% des métaux KER et SEK	7	49	
Aluminium	8,95% des métaux de KER et SEK	1	7	7
Hydrazine	Conditionnement des circuits	4	114	28,5
Morpholine	Conditionnement des circuits	111	2536	23
Ethanolamine	Conditionnement des circuits	33	1388	42

Tableau E-III.1.4-n : Comparaison des flux annuels et des flux 24 h des rejets chimiques en mer du site

Fer

FLA 1&2 + EPR	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)
Fer	1,0E-02	4572	6,4E-04	1,1E-02

Tableau E-III.1.4-o : Concentration cumulée en fer dans le milieu (rejet chronique)

La concentration cumulée en Manche après mélange est du même ordre de grandeur que la concentration présente dans le milieu marin (0,01 mg/L).

Le Fer est un élément abondant de la croûte terrestre et est peu soluble dans les eaux bien oxygénées. C'est un élément nécessaire à la vie puisqu'il entre dans la composition de l'hémoglobine des mammifères et qu'il est nécessaire pour le développement de l'activité phytoplanctonique en mer.

La littérature ¹⁷ donne surtout des tests écotoxicologiques aigus pour le Fer : la CL₅₀ (48h)¹⁸ sur *Ophyrotrocha diadema* (algue marine) est de 10 à 33 mg/L, la CE₅₀ (96h)⁷ sur *Nitocra spinipes* (crustacés) est de 46,2 à 81,2 mg/L et la CE (24h)⁷ est de 2,9 mg/L sur *Mitilus Edulis*

¹⁷ IUCLID, 2000

¹⁸ CL₅₀ : Concentration létale pour 50% des organismes par rapport au contrôle, CE₅₀ concentration ayant un effet (non précisé) sur 50% des organismes par rapport au contrôle, CE concentration avec effet (sans précision sur le pourcentage d'effet), NOEC concentration sans effet observable.

(moule). Une NOEC⁷ chronique sur *Chlorella vulgaris* (algue eau douce) à 120 jours a été déterminée égale à 2,7 mg/L.

La concentration en Fer après mélange est très inférieure à ces valeurs et permet de conclure que les rejets de Fer n'ont pas d'impact significatif sur les différents compartiments.

De plus, des analyses écotoxicologiques des effluents réels de la station de déminéralisation (et donc du chlorure ferrique) ont été effectuées en 2000 sur le site par des laboratoires indépendants et par EDF R&D. Ces analyses (test microtox sur bactéries, test Daphnies, test sur algue d'eau douce et test sur algue marine, test sur le développement embryonnaire de larves d'huîtres) ont montré qu'aucune toxicité significative n'apparaissait dans l'eau de mer après dilution¹⁹.

Les rejets de fer du site de Flamanville n'ont pas d'impact perceptible sur l'écosystème marin.

Aluminium

FLA 1&2 + EPR	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)
Aluminium	5,5E-04	7	1,0E-06	5,5E-04

Tableau E-III.1.4-p : Concentration cumulée en aluminium dans le milieu (rejet chronique)

La concentration cumulée en aluminium dans la Manche après mélange des rejets est égale environ à 0,6 µg/L.

On trouve dans la littérature²⁰ des tests écotoxicologiques pour l'aluminium chroniques pour les organismes d'eau douce et aigus pour les organismes marins. On peut retenir une LC₅₀ (24h) de 3 mg/L sur *Brachionus calyciflorus* (Rotifère d'eau douce), une LC₅₀ (96h) de 245 µg/L sur *Salmo salar* (saumon) et une LOEC²¹ (21j) de 50 µg/L sur Diatomés et une NOEC (21j) de 160 µg/L sur *daphnia magna* (invertébrés).

La concentration en aluminium après mélange est très inférieure à ces valeurs et permet de conclure que les rejets d'aluminium n'ont pas d'impact significatif sur les différents compartiments.

De plus, le suivi hydro-écologique sur la faune et la flore a permis de montrer depuis 1987 que les rejets actuels effectués par les tranches 1-2 du site de Flamanville (2/3 du flux annuel considéré dans la présente étude) n'ont pas eu d'impact notable sur l'environnement qui aurait pu être lié à ces rejets.

Les rejets d'aluminium du site de Flamanville n'ont pas d'impact perceptible sur l'écosystème marin.

¹⁹ « Données sur la composition chimique et la toxicité de l'effluent de floculation-décantation du CNPE de Flamanville », EDF R&D LNHE, Pascaline Herbelin & Michel Khalanski (Juin 2000)

²⁰ INERIS – Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques – Aluminium et dérivés – Mise à jour du 17/01/2005

²¹ Plus petite concentration pour laquelle un effet a été observé

Bromoforme

Le bromoforme est issu du processus de chloration des circuits de refroidissement. Les composés dérivés pouvant se retrouver dans les eaux de rejet sont essentiellement les trihalométhanes. Le bromoforme en est la forme dominante.

Le suivi hydro-écologique a permis de montrer depuis 1988 que les rejets effectués par Flamanville 1 et 2, n'ont pas eu d'impact notable sur l'environnement. Ceci est vrai en particulier pour le bromoforme. Les quantités rejetées restent très faibles et aucune valeur supérieure au seuil de détection (égal à 0,1 µg/L) n'a été mesurée au point référence lors des 3 campagnes annuelles de 1988 à 2004.

Le bromoforme (CHBr₃) est cependant reconnu comme toxique à teneur élevée pour la faune et la flore marine. La PNEC (concentration prévisible sans effet sur l'organisme) chronique marine pour le bromoforme est présentée dans les travaux du Groupe Radioécologie Nord Cotentin²² et est égale à 9,6 µg/L. Cependant il faut noter que celle-ci a été déterminée à partir d'un faible nombre de tests écotoxicologiques chroniques.

Une évaluation du risque chronique (PEC/PNEC) est donc menée. La PEC est la concentration prévisible dans l'environnement, et dans notre cas, la concentration cumulée dans la Manche après mélange.

FLA 1&2 + EPR	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel tranche 2 + EPR (kg)*	Concentration ajoutée dans le champ proche (mg/L)**	Concentration cumulée dans la Manche après mélange (mg/L)	PNEC chronique (mg/L)	PEC/PNEC
Bromoforme	0,0E+00	32 000	2,7E-03	2,7E-03	9,6E-03	2,8E-01

* Le flux annuel est égal au flux annuel de la tranche 2 (12 500 kg) et au flux annuel de la tranche 3 (19 500 kg)

** la concentration ajoutée est calculée en tenant compte du débit tranche 2 (45 m³/s) et du débit tranche EPR (67 m³/s), et du coefficient de dilution de 0,3 correspondant à l'interaction des panaches

Tableau E-III.1.4-q : Concentration cumulée en bromoforme dans le milieu et quantification du risque lié aux rejets chroniques

Le ratio PEC/PNEC est inférieur à 1, les rejets chroniques du site de Flamanville en bromoforme ne présentent pas de risque pour l'environnement.

De plus, EDF R&D a mené une investigation importante sur les produits générés par la chloration en mer et leur toxicité dont les principaux résultats sont résumés dans une publication des « Journées Hydroécologie du CEBEDEAU »²³. Ce document montre que

- dans les eaux littorales de moyennes profondeurs (10-20 m), la demi-vie du bromoforme est d'environ 14 jours ;
- le bromoforme s'accumule peu dans les chairs d'invertébrés marins et de poissons ;

²² GRNC, Volume 3 « Risques pour l'Environnement, Évaluation des risques associés aux rejets chimiques des installations nucléaires du Nord-Cotentin », décembre 2002.

²³ « Organic by-products generated by the chlorination of cooling water at marine power stations », Liège (Belgium) 29-30 octobre 2002, Michel Khalanski.

- de nouveaux tests d'écotoxicité donnent une NOEC à 8 jours (test de cytotoxicité²⁴ sur culture de branchies de palourdes) de 500 µg/L (la plus faible obtenue par rapport à d'autres tests dont embryotoxicité sur larves d'oursins, embryotoxicité sur larves d'huîtres et toxicité sur bactéries). La concentration cumulée en bromoforme, après dilution en mer, dans le milieu reste très en dessous de cette valeur.

Les rejets de bromoforme du site de Flamanville n'ont pas d'impact perceptible sur l'écosystème marin.

Oxydants résiduels

Les oxydants résiduels liés à la chloration regroupent principalement des ions hypobromites (BrO^-), hypochlorites (ClO^-) et des bromamines. D'après les revues de la littérature, on situe le seuil de toxicité chronique des organismes marins pour ce groupe de substances à 0,02 mg/L²⁵.

Cependant ces composés disparaissent rapidement dans l'eau de mer par diverses réactions physiques et chimiques. En effet, une campagne de mesures a été effectuée à Flamanville par EDF R&D en 1989, alors que l'injection en chlore était proche de 0,8 mg/L en tranche 1 et 1 mg/L en tranche 2. Les mesures ont montré des teneurs en chlore résiduel total (qui dosent les composés oxydants présents dans l'eau de mer) égales à 0,02 mg/L dans le panache à 250 m des rejets, les traces de chlore résiduel total disparaissant complètement à 500 m des rejets.

La toxicité potentielle des composés oxydants ne s'exerce donc que dans le circuit de refroidissement et à proximité immédiate des rejets mais pas dans le milieu marin après dilution.

De plus, les conditions de chloration dans cette campagne étaient plus importantes et enveloppes puisque celles qui vont être utilisées sont de 0,5 mg/L en chronique.

Les rejets d'oxydants résiduels du site de Flamanville n'ont pas d'impact perceptible sur l'écosystème marin.

Hydrazine

L'hydrazine ou hydrate d'hydrazine (N_2H_4) est utilisée comme réducteur pour éliminer l'oxygène dissous du circuit primaire. Elle est toxique et agit plus spécifiquement sur les algues. Elle est cependant peu bio-accumulable.

Dans le calcul présenté ci-après, on ne tient pas compte de la dégradation de l'hydrazine dans le milieu aquatique : on note que l'hydrazine est dégradée à froid et à pression atmosphérique par oxydation et biodégradation en azote moléculaire gazeux sous forme de gaz dissous dans l'eau (N_2) et en eau, qui ne sont pas des produits toxiques.

Une comparaison de la concentration cumulée (égale à environ 0,02 µg/L) dans la Manche après mélange dans le champ proche et les données écotoxicologiques disponibles est effectuée.

²⁴ Toxicité pour la cellule

²⁵ Mattice et ittel, 1976

FLA 1&2 + EPR	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)
Hydrazine	0,0E+00	114	1,6E-05	1,6E-05

Tableau E-III.1.4-r : Concentration cumulée en hydrazine dans le milieu (rejets chroniques)

La faible disponibilité de données écotoxicologiques chroniques en particulier pour des espèces marines ne permet pas de déterminer une PNEC hydrazine adaptée sans recourir à la méthode des facteurs d'extrapolation dont les limites ont déjà été démontrées pour plusieurs substances. De ce fait, il est proposé de simplement comparer les concentrations aux données écotoxicologiques chroniques disponibles. Ainsi l'algue marine *Dunaliella tertiolecta* présente une NOEC à 6j de 0,1 µg/L. Les algues d'eau douce (*Pseudokirchneriella subcapitata* ou *Chlorella stigmatophora*) présentent des NOEC 6j supérieures à 1 µg/L. Sur poisson d'eau douce (*Brachydanio rerio*) la NOEC à 15j est égale à 1,8 µg/L. Sur amphibien (*Xenopus larvis*) une seule valeur de toxicité chronique est disponible et supérieure à 1 mg/L. L'ensemble de ces données reste d'un ordre de grandeur supérieur à la concentration cumulée dans la Manche après mélange.

Au vu des tests écotoxicologiques disponibles, les rejets chroniques d'hydrazine n'ont donc pas d'impact significatif sur l'environnement.

Il est important de noter que les rejets en hydrazine sont très faibles et très ponctuels (quelques heures), et que l'effet, si il y en a un, se fera sentir seulement sur le compartiment algues. On peut donc alors prévoir un effet de compensation du compartiment algues qui, à l'échelle de l'écosystème marin de Flamanville, fera que ces rejets seront de toutes façons sans impact.

D'ailleurs, le suivi hydroécologique sur la flore effectué depuis 1983 n'a pas montré d'impact perceptible des rejets en hydrazine des tranches 1 & 2, et notamment pas d'évolution particulière sur les populations d'algues imputables à ces rejets.

Les rejets en hydrazine du site de Flamanville seront sans impact perceptible sur l'écosystème marin.

Morpholine

La morpholine (C₄H₉NO) peut être utilisée comme anti-corrosif du circuit secondaire des CNPE. C'est un produit toxique, sans couleur et hygroscopique²⁶. Actuellement, le site de Flamanville n'utilise pas de morpholine mais pourrait être amené à modifier dans le futur son conditionnement.

La R&D d'EDF a établi à partir de nouveaux tests écotoxicologiques une PNEC eau douce chronique de 256 µg/L. Seules des données aiguës sur poissons existent pour le milieu marin. Le TGD propose alors d'appliquer un facteur d'extrapolation supplémentaire de 10 à la PNEC chronique eau douce pour définir une PNEC chronique marine qui s'établit alors à 25,6 µg/L.

²⁶ Désigne l'aptitude d'un corps à retenir l'humidité.

FLA 1&2 + EPR	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)	PNEC chronique (mg/L)	PEC/PNEC
Morpholine	0,0E+00	2 536	3,6E-04	3,6E-04	0,0256	1,4E-02

Tableau E-III.1.4-s : Concentration cumulée en morpholine dans le milieu et quantification du risque lié aux rejets chroniques

Le ratio PEC/PNEC est très inférieur à 1, les rejets en morpholine du site de Flamanville n'auront donc pas d'impact perceptible sur l'écosystème marin.

L'estimation de l'impact des sous-produits éventuellement générés par la dégradation thermique de la morpholine est présentée ci-après.

Ethanolamine

Actuellement, le site de Flamanville n'utilise pas d'éthanolamine. Toutefois si de la corrosion-érosion en milieu diphasique est détectée dans les circuits secondaires, la doctrine du conditionnement préconise l'utilisation de l'éthanolamine.

EDF R&D a déterminé, à partir d'une recherche bibliographique des données écotoxicologiques disponibles, et en accord avec les prescriptions du TGD, une PNEC chronique marine de 3,5 µg/L.

FLA 1&2 + EPR	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)	PNEC chronique (mg/L)	PEC/PNEC
Ethanolamine	0,0E+00	1 388	2,0E-04	2,0E-04	0,0035	5,6E-02

Tableau E-III.1.4-t : Concentration cumulée en éthanolamine dans le milieu et quantification du risque lié aux rejets chroniques

Le ratio PEC/PNEC est très inférieur à 1, les rejets chroniques du site de Flamanville en éthanolamine ne présentent pas de risque pour l'environnement.

L'estimation de l'impact des sous-produits éventuellement générés par la dégradation thermique de l'éthanolamine est présentée ci-après.

Produits de dégradation

Les produits de dégradation de l'éthanolamine et de la morpholine sont des acides organiques : glycoliques, formiques, acétiques et oxaliques. En **Pièce B, paragraphe IV.1.5.1**, une estimation des flux annuels de ces produits de dégradation a été effectuée.

Le tableau suivant présente les concentrations ajoutées dans le milieu en acétates, formiates, glycolates et oxalates, calculées sur la base des flux annuels, en considérant 2 pompes en fonctionnement et un coefficient de dilution dans le champ proche de 0,2.

FLA 1&2 + EPR Substances	Concentration moyenne dans le milieu (mg/L)	Flux annuel (kg)	Concentration ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange dans le champ proche (mg/L)
Acétates	0	4,6	6,5E-07	6,5E-07
Formiates	0	5,7	8,0E-07	8,0E-07
Glycolates	0	0,57	8,0E-08	8,0E-08
Oxalates	0	0,38	5,4E-08	5,4E-08

Tableau E-III.1.4-u : Produits de dégradation de l'éthanolamine et de la morpholine, Concentrations ajoutées dans le milieu (mg/L)

Les concentrations en acétates, formiates, glycolates et oxalates ajoutées dans le milieu sont infimes. Ces concentrations sont de plusieurs ordres de grandeur inférieures aux concentrations citées dans la bibliographie réalisée concernant l'écotoxicité de ces substances en eau douce (base de données européenne IUCLID).

Les concentrations des produits de dégradation sont infimes. Les rejets en éthanolamine et en morpholine du site de Flamanville n'auront pas d'impact perceptible sur l'écosystème marin.

III.1.4.4.1.5.3 Conclusion

Les rejets chimiques en mer du site de Flamanville (tranches 1, 2 et tranche EPR cumulées) sont sans impact perceptible sur l'environnement.

III.1.4.4.1.6 Évaluation de l'impact des substances retenues pour les rejets de la tranche EPR seule

On considère dans un premier temps les rejets maximums d'EPR seul, puis dans un deuxième temps on vérifie que les conclusions restent inchangées pour les performances EPR attendues.

III.1.4.4.1.6.1 Calculs aux rejets maximums

Les rejets de la tranche EPR seule sont en terme de flux (24h ou annuel) toujours inférieurs à ceux considérés dans le **paragraphe III.1.4.4.1.5** pour l'ensemble du site (tranches 1-2 et tranche EPR). Les concentrations ajoutées et cumulées après mélange dues aux rejets maximums de la seule tranche EPR sont présentées dans le tableau ci-dessous.

	Concentration initiale dans le milieu (mg/L)	Flux annuel maximal EPR (kg)	Concentration ajoutée EPR (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange (mg/L)	% de la concentration ajoutée EPR seul / Concentration ajoutée (scénario enveloppe)
Nitrates	5,1E-01	22409	3,2E-03	5,1E-01	18%
Ammonium	1,3E-02	6506	9,2E-04	1,4E-02	18%
Phosphates	5,5E-02	400	5,6E-05	5,5E-02	17%
Détergents	0,0E+00	1600	2,3E-04	2,3E-04	28%
Fer	1,0E-02	864	4,2E-05	1,0E-02	19%
Aluminium	5,5E-04	2	3,5E-07	5,5E-04	33%
Bromoforme	0,0E+00	19500	1,8E-03	1,8E-03	68%
Hydrazine	0,0E+00	14	2,0E-06	2,0E-06	12%
Morpholine	0,0E+00	840	1,2E-04	1,2E-04	33%
Ethanolamine	0,0E+00	460	6,5E-05	6,5E-05	33%

Tableau E-III.1.4-v : Concentrations cumulées des rejets maximums d'EPR seul (rejets chroniques)

Les concentrations cumulées dans la Manche après mélange dues aux rejets maximums de la seule tranche EPR sont toujours inférieures aux concentrations considérées dans le **paragraphe III.1.4.4.1.5**. En effet les concentrations initiales considérées sont identiques, et les concentrations ajoutées liées aux rejets d'EPR seuls représentent au maximum 68% (cas du bromoforme) des scénarios de concentrations ajoutées considérées.

Pour les substances potentiellement toxiques bénéficiant d'une PNEC, le calcul de risque aboutit aux valeurs données dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs sont inférieures à celles du cas enveloppe et donc inférieures à 1. Les rejets maximums en bromoforme, morpholine et éthanolamine de la tranche EPR seule ne présentent donc pas de risque pour l'environnement.

	Concentration initiale dans le milieu (mg/L)	Flux annuel EPR (kg)	Concentration ajoutée (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange (mg/L)	PNEC chronique (mg/L)	PEC/PNEC
Bromoforme	0,0E+00	19500	1,8E-03	1,8E-03	9,6E-03	1,9E-01
Morpholine	0,0E+00	840	1,2E-04	1,2E-04	0,0256	4,6E-03
Ethanolamine	0,0E+00	460	6,5E-05	6,5E-05	0,0035	1,9E-02

Tableau E-III.1.4-w : Quantification du risque en bromoforme, morpholine et éthanolamine pour les rejets maximums d'EPR seul

Ainsi, les conclusions obtenues au **paragraphe III.1.4.4.1.5** sont valables pour le fonctionnement de la tranche EPR seule aux rejets maximums. Les rejets chimiques maximums de la nouvelle tranche EPR seront sans impact perceptible sur l'environnement marin.

III.1.4.4.1.6.2 Performances attendues

Sont présentées dans le tableau ci-dessous les concentrations ajoutées et cumulées après mélange dues aux performances attendues de la seule tranche EPR.

	Concentration initiale dans le milieu (mg/L)	Flux annuel « réaliste » EPR (kg)	Concentration ajoutée EPR (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange (mg/L)	% de la concentration ajoutée EPR seul / Concentration ajoutée (scénario enveloppe)
Nitrates	5,1E-01	11204	1,58E-03	5,12E-01	9%
Ammonium	1,3E-02	3253	4,58E-04	1,35E-02	9%
Phosphates	5,5E-02	155	2,18E-05	5,50E-02	7%
Détergents	0,0E+00	630	8,88E-05	8,88E-05	11%
Aluminium	5,5E-04	1,4	1,97E-07	5,50E-04	20%
Bromoforme	0,0E+00	5650	5,34E-04	5,34E-04	20%
Hydrazine	0,0E+00	7	9,87E-07	9,87E-07	6%
Morpholine	0,0E+00	345	4,86E-05	4,86E-05	14%
Ethanolamine	0,0E+00	250	3,52E-05	3,52E-05	18%

Les concentrations cumulées dans la Manche après mélange dues aux performances attendues de la seule tranche EPR sont toujours inférieures aux concentrations considérées dans le **paragraphe III.1.4.4.1.5**.

Le calcul d'un indice de risque en chronique pour les rejets « réalistes » (performance attendue) de la nouvelle tranche EPR en bromoforme, morpholine et éthanolamine est réalisé dans le tableau ci-dessous.

	Concentration initiale dans le milieu (mg/L)	Flux annuel "réaliste" EPR (kg)	Concentration ajoutée (mg/L)	Concentration cumulée dans la Manche après mélange (mg/L)	PNEC chronique (mg/L)	PEC/PNEC
Bromoforme	0,0E+00	5650	5,34E-04	5,34E-04	9,6E-03	5,6E-02
Morpholine	0,0E+00	345	4,9E-05	4,9E-05	0,0256	1,9E-03
Ethanolamine	0,0E+00	250	3,5E-05	3,5E-05	0,0035	1,0E-02

Tableau E-III.1.4-x : Quantification du risque en morpholine et éthanolamine pour les rejets d'EPR « performance attendue »

On obtient des indices de risques inférieurs à ceux obtenus dans le cas enveloppe et toujours inférieurs à 1. Les rejets « réalistes » en bromoforme, morpholine et éthanolamine de la tranche EPR seule ne présentent donc pas de risque pour l'environnement.

Ainsi, les conclusions obtenues au **paragraphe III.1.4.4.1.5** sont valables pour le fonctionnement de la tranche EPR seule aux rejets « réalistes ». Les rejets chimiques aux performances attendues de la nouvelle tranche EPR seront sans impact perceptible sur l'environnement marin.

III.1.4.4.2 Formation de mousse dans le bassin de rejet

A marée basse, une épaisse couche d'écume se forme aux rejets des tranches 1 et 2. Cette écume est générée dans les bassins de rejet lorsque l'eau de refroidissement s'y déverse en cascade au voisinage de la basse mer. Il se produit alors une émulsion d'air dans l'eau dont la stabilité s'explique par la présence dans l'eau de mer de substances tensioactives naturelles (hydrates de carbone et protéines). Les algues contribuent à la production de ces substances dans l'eau de mer à l'échelle régionale. Le même genre de phénomène se produira dans le bassin de rejet de la tranche EPR sans toutefois avoir un impact supplémentaire sur le milieu.

III.1.4.4.3 Devenir de la saumure issue de l'unité de dessalement

Lors du processus de dessalement d'eau de mer, les concentrats composés d'eau de mer à 70 g/L sont rejetés par l'intermédiaire du canal d'amenée (Cf. **pièce B, paragraphe IV.1.5.2.1**).

Il s'agit juste d'une solution d'eau de mer concentrée, et on vérifie que celle-ci est négligeable devant la teneur en sels du milieu (Tableau E-III.1.4-y). Celle-ci est issue des mesures réalisées dans le cadre du suivi hydrologique au point référence.

La concentration ajoutée en mer est calculée en considérant un rejet de 150 m³/h dans le canal d'amenée (Cf. **Pièce B, paragraphe IV.1.5.2.1**) et une aspiration et un rejet par la tranche 1 (débit de 22,4 m³/s et coefficient de dilution de 0,2).

Rejets	Concentration initiale dans le milieu (mg/L)	Concentration journalière ajoutée max après mélange dans le champ proche en Manche (mg/L)	Ratio entre la concentration ajoutée max et la concentration initiale dans le milieu (%)
Rejets de saumure	3,5E+04	2,6E+01	0,07%

Tableau E-III.1.4-y : Concentration journalière maximale ajoutée après mélange et comparaison au bruit de fond

L'accroissement de salinité dû aux rejets de saumure issus de l'unité de dessalement est effectivement négligeable (0,07%) devant la teneur naturelle du milieu, et seront donc sans impact sur l'environnement.

III.1.5 Impact sur la faune et la flore marines

Ce paragraphe présente l'impact sur la faune et la flore marines des rejets chimiques liés à la phase préparatoire et la phase de travaux du chantier ainsi qu'une synthèse des impacts des autres nuisances liées au chantier (rejets chimiques en phase essais, rejets de matériaux issus de la construction du puits en mer, vibrations) et des nuisances liées au fonctionnement de la centrale (rejets thermiques, radioactifs, chimiques, prélèvements d'eau).

III.1.5.1 Impact du chantier

L'état de référence du domaine benthique est établi sur la base de données anciennes datant de la fin des années 70. Il est prévu une campagne de reconnaissance et de collecte de nouvelles données au début du chantier dans la zone des émissaires principaux de rejet en mer, au niveau des émissaires de rejet à la côte et au niveau de la zone de clapage des matériaux déroctés. Avant le démarrage de l'exploitation de la tranche EPR, une nouvelle campagne sera effectuée pour mettre à jour ces données. Elle permettra d'établir un bilan à la fin du chantier de construction et servira de point zéro pour l'exploitation de la nouvelle tranche.

III.1.5.1.1 Impact des rejets d'effluents liquides

Les rejets d'effluents liquides s'effectueront :

- soit par l'intermédiaire du bassin de rejet de la tranche 2 (ou de la tranche 1, si la tranche 2 est en arrêt), dont le point de rejet en mer concerne le domaine pélagique et la zone benthique subtidale (cas des rejets des eaux de fouille et des eaux issues des essais de démarrage),
- soit par le biais de l'émissaire R15 qui débouche dans le canal d'amenée et dont les rejets aboutissent in fine au niveau des points de rejet en mer des tranches 1 et 2 voire de la tranche EPR en fin de chantier,
- soit au niveau du puits de rejet en mer de la tranche EPR (en fin de chantier) qui concerne également le domaine pélagique et la zone benthique subtidale,
- soit par le biais des exutoires R6 à R10 dont les points de rejet à la côte concernent le domaine pélagique et la zone benthique intertidale (cas des rejets des installations de chantier).

III.1.5.1.1.1 Incidence sur les espèces pélagiques et benthiques subtidales au droit des points de rejet en mer

Les travaux sur la plate-forme vont conduire au rejet d'une concentration en MES ajoutée dans le champ proche des rejets de 0,06 mg/L (Cf. **paragraphe III.1.4.3.1**) qui n'est pas à même de porter préjudice aux espèces pélagiques et benthiques subtidales présentes sur la zone de rejet puisque très inférieure aux fluctuations naturelles de la concentration en MES dans l'eau de mer. Pour la même raison, on notera que les concentrations ajoutées pour les autres paramètres définissant la qualité des eaux de la section amont du canal ne sont pas à même de porter préjudice aux espèces présentes au large du site de Flamanville (Cf. paragraphe III.1.4.3.1.2). Le rejet en mer des eaux de vidange de la section amont du canal d'amenée et d'exhaure des fouilles n'est donc pas de nature à porter atteinte à l'équilibre biologique du milieu pélagique et benthique subtidal.

Les travaux de construction du puits en mer vont conduire au rejet de MES dans le champ proche des rejets à une concentration d'au plus 0,6 mg/L qui n'est pas non plus à même de porter préjudice aux espèces pélagiques et benthiques subtidales présentes sur la zone de rejet puisque très inférieure aux fluctuations naturelles de la concentration en MES dans l'eau de mer.

Les substances chimiques rejetées lors de la phase essais sont soit rejetées en quantité négligeable par rapport à la concentration déjà présente dans l'eau de mer, soit d'un impact faible pour l'écosystème étant donnée l'analyse réalisée au paragraphe III.1.4.3.2. En effet, la reprise des rejets dans le circuit CRF des tranches en fonctionnement permet de limiter les concentrations rejetées.

Ces conclusions seront confirmées par la réalisation de deux campagnes de reconnaissance du domaine benthique avant et après le chantier sur la zone des rejets et par la poursuite du suivi hydroécologique annuel sur le domaine pélagique.

III.1.5.1.1.2 Incidence sur les espèces de la zone intertidale au droit des émissaires de rejet secondaires à la côte

L'appréciation de l'incidence des rejets est rendue difficile dans la mesure où :

- les rejets pluviaux correspondant au lessivage des différentes plates-formes de chantier sont liés aux aléas climatiques. La concentration en MES des eaux rejetées est donc fonction de la masse de MES mobilisable (qui dépend de l'intervalle de temps entre deux pluies, du volume de pluie entraînant les MES et de son intensité...),
- suivant le moment (montant, étale, jusant) et le coefficient de marée pendant lesquels a lieu l'évènement pluvieux entraînant les MES, la zone intertidale est plus ou moins découverte et les courants pouvant disperser le « panache » des rejets plus ou moins importants.

En tout état de cause, on notera que les effets des rejets s'exerceront principalement sur les organismes fixés d'une part, ainsi que sur les mollusques bivalves et les animaux filtreurs qui sont particulièrement sensibles aux actions mécaniques abrasives des particules mises en suspension (irritation des tissus, obstructions branchiales).

Suivant la microtopographie (trous d'eau, zone de moindre turbulence...) et les conditions de courant, les rejets pourront donner lieu à une sédimentation localisée venant modifier très localement les substrats actuels et conduire à des changements quant aux espèces animales présentes. Ces modifications seront très localisées, de faible portée surfacique et temporaire ; le milieu retrouvera ses caractéristiques initiales à l'arrêt des travaux sous l'influence des conditions de houle, de courants, et la diminution des apports en matériaux fins (MES).

S'agissant des émissions d'hydrocarbures, on retiendra que les déshuileurs-débourbeurs imposés aux entreprises en sortie de leurs parcelles (notamment sur les parcelles disposant de parkings et/ou d'aires de remisage des engins de chantier) permettront d'assurer une rétention à même de limiter l'incidence du ressuyage par les eaux de pluie des surfaces imperméabilisées.

L'incidence de l'opération sur les espèces végétales et animales pélagiques et benthiques intertidales présentes dans la zone de cantonnement peut donc être considérée comme faible et temporaire.

Ces conclusions seront confirmées par la réalisation de deux campagnes de reconnaissance du domaine benthique avant et après le chantier sur la zone des rejets et par la poursuite du suivi hydroécologique annuel sur le domaine pélagique.

III.1.5.1.2 Impact de la construction du puits en mer

Pour le clapage en mer des matériaux issus de la construction du puits, concernant l'option de creusement par déroctage, le clapage des blocs rocheux va former un récif artificiel (Cf. **paragraphe III.1.1.1.2.1**) offrant des zones d'abri pouvant servir de pépinières de petits individus. Le choix de ce type de méthode a une incidence positive (après repeuplement) sur la faune et la flore marine.

Concernant l'option de creusement par forage, la zone de clapage est située autour du point de forage. Ceci permet de circonscrire l'impact à la zone du chantier en mer, déjà perturbée par la présence des travaux. A ce niveau, les fonds récepteurs sont essentiellement du sable sur roche ; les biocénoses associées à ce type de substrat sont généralement pauvres. Ainsi, l'impact du clapage ne devrait pas être notable sur cette zone.

Ces conclusions seront confirmées par la réalisation de deux campagnes de reconnaissance du domaine benthique sur la zone de clapage avant et après le chantier.

Pour la mise en place de la tête du puits de rejet (diffuseur et enrochements de protection), il aura un impact sur les biocénoses présentes (benthos subtidal local). Cependant, cet impact sera limité compte-tenu des faibles dimensions de l'ouvrage. On notera par ailleurs que l'ouvrage constituera à terme un support tout aussi intéressant pour la faune et la flore que les roches naturelles affleurantes dans la zone.

III.1.5.1.3 Impact des vibrations

La détonation d'explosifs en zone aquatique et/ou à proximité provoque des ondes de choc de compression postérieurement à la détonation. Des études (réalisées par Wright en 1982) révèlent qu'une surpression supérieure à 1000 hPa peut entraîner des effets sur la faune aquatique.

Dans le cas du chantier en mer de l'EPR, la construction du puits en mer par forage pourra nécessiter l'emploi de charges explosives. Néanmoins, elle ne nécessitera pas l'emploi et la mise en œuvre de charges unitaires instantanées importantes (valeurs unitaires inférieures à 5 kg d'explosif). De ce fait, une première estimation montre que :

- d'une part, à une distance de 30 mètres du tir, l'impact vibratoire sur le fond marin en terme de vitesse particulière zéro-crête sera inférieur à 13 mm/s,
- d'autre part, dès que la charge sera enfouie à plus de 5 mètres de profondeur dans le rocher, la surpression à l'interface du substratum avec l'eau (transfert de l'onde de choc) sera limitée à moins de 1000 hPa, protégeant de fait la faune aquatique.

Dans ces conditions les impacts environnementaux liés à l'emploi des explosifs en milieu confiné sous-marin, seront très réduits.

III.1.5.2 Impact de la centrale en fonctionnement

III.1.5.2.1 Impact des rejets

La surveillance de l'impact des rejets chimiques et thermiques des tranches 1&2 de Flamanville est réalisée par l'IFREMER dans le cadre d'un programme de surveillance défini suite aux études initiales. Depuis la mise en service des tranches (1986), les différents domaines suivis sont :

- le domaine pélagique (paramètres physico-chimiques, microbiologie, phytoplancton et zooplancton) en plusieurs points du domaine dont un point au rejet, un point à l'entrée du canal d'amenée et un point dit de référence en dehors de l'influence des rejets ;
- le domaine benthique intertidal (phytobenthos (population de *Fucus serratus*) et zoobenthos) sur plusieurs points de la côte ;
- le domaine halieutique (suivi des larves de homards et d'araignées en plusieurs points du domaine pélagique et surveillance des pêches côtières de crustacés en plusieurs zones de dépôt des casiers).

Les points d'échantillonnages de cette surveillance sont présentés dans la **Pièce C, paragraphe I.4.2.**

Cette surveillance est centrée sur des paramètres et organismes jugés sensibles. Elle a pour objectif de suivre l'évolution naturelle du milieu marin grâce à des stations de référence situées hors de la zone d'influence de la centrale et de détecter toute évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement de la centrale.

Évolution naturelle du milieu marin

Les études de surveillance montrent que le milieu naturel est relativement stable et ne présente pas de tendance majeure d'évolution pluriannuelle. Les paramètres étudiés suivent un cycle classique observé en Manche et sont caractéristiques d'une eau océanique à fort hydrodynamisme. Les différents peuplements animaux et végétaux ont conservé au cours des années les mêmes cycles biologiques annuels et les mêmes niveaux d'abondance. Les seules tendances observées sont :

- pour les paramètres physico-chimiques, une diminution de la salinité et une augmentation des nutriments (excepté pour les nitrates). Il est cependant difficile de savoir si cette tendance est liée à une évolution climatique globale, à des apports terrigènes ou si elle n'est que l'effet d'un décalage temporel des phénomènes biologiques ;
- pour les paramètres biologiques suivis, une précocité de l'éclosion des larves de crustacés et des fluctuations d'abondance des cirripèdes (zoobenthos) en lien avec des printemps plus doux ces dernières années.

Zone influencée par les rejets des tranches 1&2

Le suivi des paramètres physico-chimiques et des peuplements aquatiques dans la zone influencée par les rejets des tranches 1&2 (en comparaison avec la zone non influencée) ne montre pas d'évolution anormale du milieu. Les variations inter annuelles d'abondance des espèces suivies se maintiennent dans les limites des fluctuations naturelles établies avant la mise en service des tranches 1&2 et, depuis lors, aux stations de référence.

Le suivi du phytoplancton montre que les concentrations en *chlorophylle a* mesurées sont relativement modestes (mettant en évidence le caractère océanique de la masse d'eau) et que le phytoplancton suit un cycle classique lié aux paramètres hydrologiques et météorologiques (ensoleillement, hydrodynamisme permettant parfois le mélange avec les eaux profondes, etc).

Le zooplancton dans la zone est relativement diversifié et composé majoritairement de copépodes et d'espèces temporaires du zooplancton comme les larves de crustacés. La succession des espèces au cours des cycles saisonniers est stable d'une année sur l'autre. Aucune tendance particulière ne peut être dégagée de l'évolution pluri-annuelle de l'abondance zooplanctonique, malgré une augmentation du niveau moyen des effectifs qui semble cependant être décelée.

Le seul fait notable observé au cours des années réside dans la mise en évidence de fortes variations du stock de *Fucus Serratus*. Cependant il est difficile de conclure sur l'influence éventuelle des rejets des tranches 1&2 sur ce paramètre du fait de l'influence probable d'autres facteurs (agrandissement du Port de Diélette, pêches à pied, etc).

Les populations de crustacés présentes sur les zones rocheuses restent stables et la tendance notée en 1998 sur la diminution de la taille des homards capturés du fait probable de l'effort de pêche soutenu, a disparu et s'est même inversée suite à la création d'un cantonnement dans la zone proche du CNPE en 2000.

Aucune tendance nette d'évolution des peuplements animaux et végétaux ne met en évidence d'impact lié au fonctionnement des tranches 1&2 du CNPE de Flamanville.

Zone influencée par les rejets de la tranche EPR

Après son rejet dans le milieu récepteur, l'eau de refroidissement pour chaque tranche se dilue progressivement en constituant autour du point de rejet une tache échauffée.

La tache thermique de la nouvelle tranche EPR est, du fait de la puissance thermique plus importante à évacuer, plus étendue que les taches thermiques des tranches 1&2. Cependant elle n'entraîne pas vis à vis du milieu marin un échauffement plus significatif au rejet et sur la côte.

Par ailleurs, dans le **paragraphe III.1.4.4.1**, l'analyse de l'impact sur l'environnement des rejets chimiques, du site de Flamanville (tranches 1&2 et EPR cumulé) et d'EPR seule, a montré que ces rejets sont sans effet sur l'écosystème marin.

Le plancton et les crustacés peuvent être affectés par les rejets chimiques du site de Flamanville avant leur dilution mais dans une zone réduite et principalement en surface, le rejet échauffé montant directement à la surface (**paragraphe III.1.2.2**).

La surveillance hydro-écologique effectuée avant et après la mise en service des tranches 1&2 (soit depuis 1976), n'a pas montré d'impact sur les différents compartiments étudiés lié au rejet thermique et chimique des tranches (**paragraphe III.1.5.2.1**). De plus, on peut s'appuyer, pour évaluer l'impact de l'implantation d'une nouvelle tranche, sur la surveillance du site de Paluel (au cours de la mise en service progressive des tranches 1 à 4) qui n'a pas montré d'évolution de la faune et la flore marine.

La surveillance du milieu après la mise en service de la nouvelle tranche EPR permettra de confirmer l'absence d'impact sur la faune et la flore.

III.1.5.2.2 Impact des prélèvements d'eau

Le secteur de Flamanville n'est pas une zone importante de reproduction pour les poissons (Cf. **Pièce C, paragraphe I.5**). De plus, du fait de son fort hydrodynamisme, la région n'est pas une zone d'espèces grégaires (sardines). Peu d'organismes, en quantité, sont donc entraînés dans le canal d'amenée.

Ceci a été vérifié par des observations au niveau des stations de pompage des tranches 1&2 ayant permis d'identifier les espèces entraînées :

- lors des grandes marées, du fait de l'augmentation importante des courants d'aspiration, on constate un entraînement d'organismes sédentaires de petite taille tels que des crustacés amphipodes (gammare), des crustacés décapodes (crevettes, juvéniles de crabes..), des poissons de fond (blennies, gobies..) ;
- lors des tempêtes, ce sont plutôt des algues qui sont entraînées après avoir été transportées par les vents violents et la houle ;
- lors de leur migration à la côte, on constate épisodiquement l'entraînement d'espèces à capacité de nage restreinte comme des poissons (*Cyclopterus lumpus* (lompe)) au printemps, des mollusques (*Sepia officinalis* (seiche)) en période nocturne, des crustacés (quelques individus de *Maia brachydactyla* *Balss* (araignée)) en périodes de fort marnage, et des cnidaires (*Aurelia aurita*, *Rhizostoma pulmo* (méduses)) en période estivale.

Ce constat restera valable après la mise en service de la tranche EPR.

Ainsi, les entraînements dépendent de phénomènes physiques, météorologiques ou biologiques ponctuels et les individus concernés sont en nombre limité. Il est important de noter que la station de pompage de la nouvelle tranche EPR est dimensionnée pour limiter les entraînements d'algues et les risques de colmatage associés.

D'après les résultats de la surveillance effectuée depuis leur mise en service, l'impact actuel du transit n'est d'ailleurs pas significatif pour les tranches 1&2. La poursuite du programme de surveillance suite à la mise en service de la tranche EPR permettra de continuer à suivre ce point.

III.1.6 Impact du dragage et du rejet des sédiments prélevés

Les sédiments issus du dragage du canal d'amenée peuvent être rejetés selon deux procédés (Cf. **Pièce B, paragraphe IV.4.1.5**) :

- rejet des sédiments par les bassins de rejet d'une des tranches en fonctionnement ;
- rejet des sédiments par clapage en mer.

III.1.6.1 Qualité des sédiments dragués

Six prélèvements ont été réalisés le 12 février 2004 sur la longueur du canal d'amenée, au moyen d'une benne preneuse.

Ces prélèvements ont fait l'objet d'analyses : recherche d'éléments traces métalliques, recherche de Polychlorobiphényles (PCB), d'Hydrocarbures polyaromatiques (HAP), recherche de composés organoétains, de nutriments et détermination des propriétés radiologiques des sédiments.

Les résultats montrent que :

- Pour l'ensemble des éléments métalliques, les concentrations mesurées sont nettement en deçà des valeurs de référence N1 et N2 définies par la réglementation (arrêté du 14 juin 2000 relatif aux niveaux de référence à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire).
- Concernant les PCB, les niveaux de présence sont très faibles (inférieurs au seuil de détection analytique) et ne révèlent pas de contamination particulière du milieu.
- les HAP totaux restent en dessous du seuil de 1,5 mg/kg sec pour N1 proposé par Ifremer au groupe Géode (Groupe d'étude pour les opérations de dragage et environnement).
- Aucune trace de composés organoétains n'a été mesurée.
- Les sédiments ne renferment pas d'éléments nutritifs en concentration suffisante pour générer un risque en matière d'eutrophisation après déversement dans le milieu naturel.
- Enfin, les sédiments présents dans le canal d'amenée renferment des radionucléides artificiels qui restent à hauteur du bruit de fond observé sur la zone.

III.1.6.2 Impact des sédiments rejetés par les bassins de rejet sur le milieu marin

Ce type d'intervention est mis en place pour éliminer les buttes localisées et vider les zones de pièges à sable. L'utilisation des bassins de rejets pour l'évacuation des produits de dragage ne peut concerner que des sédiments fins (sables de diamètre de 150 µm en moyenne). En effet, ceux-ci transitent à partir des bassins par des conduites sous-marines d'un diamètre de 4 à 5 mètres. Il convient donc de limiter l'introduction de sédiments de grandes tailles pour limiter les risques de colmatage des conduites. Les sédiments sont amenés à être rejetés en mer à 500-700 mètres au large du site de Flamanville.

III.1.6.2.1 Modélisation

L'incidence des rejets sur la sédimentologie au droit des points de rejet en mer a été appréciée sur la base d'études réalisées par EDF-R&D à partir d'hypothèses enveloppes. Ces études ont abouti aux résultats suivants :

- au niveau des points de rejets, le fond est constitué d'un substrat rocheux. La nature de ce substrat reflète l'intensité des actions hydrodynamiques : le sédiment naturel qui transite le long du littoral est constamment en mouvement, sous l'action conjuguée de la houle et des courants de marée ;
- le sable constitutif du dépôt de la zone à draguer présente un diamètre moyen de 150 µm caractérisé par une vitesse critique d'entraînement de 1cm/s. La contrainte de frottement provoquant la mise en mouvement des matériaux doit donc être de 0,1 N/m². Cette contrainte est respectée à Flamanville, quelles que soient les conditions de houle ou de marée. Le risque de formation de dépôt est donc faible ;
- le risque de recirculation des sédiments dans le canal d'amenée est au maximum en vive-eau au cours de la marée de l'ordre de 1% du volume total rejeté, ce qui apparaît négligeable ;
- le scénario majorant étudié, qui envisage un rejet avec des courants portant vers Diélette, montre que les valeurs maximales en MES seraient de 20 mg/L pour le calcul en marée de vive-eau moyenne à l'entrée du port de Diélette. Les valeurs maximales sont de l'ordre de grandeur de la turbidité naturelle à l'entrée du port de Diélette (7 à 25 mg/L) ce qui est donc acceptable. Les rejets vers le port de Diélette ne sont donc pas d'une importance notable.

III.1.6.2.2 Incidence sur la nature des fonds marins

On rappellera que le fond marin naturel initial, au droit des rejets des tranches 1-2, a été recouvert par des enrochements mis en place autour des têtes de rejet (environ 750 m² de surface unitaire) afin de protéger les ouvrages contre l'affouillement. Les abords proches de ces ouvrages sont donc artificialisés.

Il a été montré par les études de modélisation que le dépôt éventuel de sédiments sera temporaire et que les sédiments seront progressivement remobilisés par la houle et les courants. L'opération de rejet n'est donc pas à même de créer de dépôts sédimentaires qui viendraient modifier localement la nature des fonds marins.

III.1.6.2.3 Incidence sur la qualité des eaux marines

Les incidences potentielles à considérer, concernant la qualité des eaux marines, portent sur les points suivants :

- émission de matières en suspension créant un panache turbide ;
- relargage en mer de métaux ou autres composants présents dans les sédiments.

III.1.6.2.3.1 Incidence liée à l'émission de MES

Les phénomènes les plus visibles lors d'une opération de dragage sont l'augmentation de la turbidité et celle de la demande en oxygène au voisinage de la drague ou des points de rejet, qui peuvent avoir des effets négatifs sur la qualité des eaux.

La valeur maximale²⁷ de concentration en MES atteinte au cours du flot est estimée à 20 mg/L à l'entrée du port de Diélette pour un calcul en vive-eau moyenne. Le panache, s'il est visible, ne conduira pas à une augmentation en MES susceptible de conduire à une réduction d'oxygène dissous de l'eau de mer préjudiciable aux espèces marines.

Par contre, on peut s'attendre à ce que les MES au niveau des points de rejets augmentent de façon importante. Néanmoins cette situation reste localisée et limitée dans le temps.

D'un point de vue microbiologique, le dragage provoque la remise en suspension d'agents pathogènes associés aux sédiments. Il existe en effet une corrélation significative entre la turbidité et les concentrations en germes tests : coliformes thermotolérants et streptocoques fécaux. Dans le cas présent, on notera que le canal d'amenée ne reçoit pas d'eaux vannes ou usées non traitées à même de contaminer les sédiments. L'incidence du rejet en mer des matériaux peut être considérée comme nulle sur ce point particulier.

III.1.6.2.3.2 Incidence liée à l'émission de métaux et autres composants présents dans les sédiments

La remise en suspension des sédiments issus du canal d'amenée ne présente pas de risque de pollution avéré. En effet, les analyses réalisées sur les sédiments (Cf. **paragraphe III.1.6.1**) révèlent des contaminations faibles, nettement inférieures aux seuils de référence N1 ou dont le niveau de présence n'engendre pas d'effets toxiques dans le milieu récepteur. D'après la circulaire relative aux conditions d'utilisation de ce référentiel de qualité, « au-dessous du niveau N1, l'impact potentiel est en principe jugé d'emblée neutre ou négligeable, les teneurs étant « normales » ou comparables au bruit de fond environnemental ».

A l'avenir, les sédiments du canal d'amenée feront également l'objet d'analyses similaires avant rejet.

III.1.6.2.4 *Incidence sur la biologie marine*

III.1.6.2.4.1 Incidence sur la faune et la flore présentes dans le canal d'amenée

Les travaux de dragage du canal d'amenée entraîneront la disparition des organismes benthiques associés aux sédiments à évacuer. On notera que ces organismes possèdent un potentiel de régénération très important et devraient reconstituer leurs populations rapidement sur les sédiments qui viendront avec le temps se redéposer dans le canal. Une fois que la faune et la flore auront recolonisé le site, peu de conséquences sont à prévoir. Localement, la nature du substrat aura été changée, certaines espèces pourront être favorisées au profit d'autres sans que l'équilibre général ne soit profondément modifié. Cette incidence est à prévoir pour les formes fixées ou peu mobiles.

S'agissant des formes libres (poissons, crustacés...), les travaux conduiront à leur éloignement temporaire (fuite) ; les espèces fréquenteront de nouveau le canal une fois le dragage terminé (poissons notamment).

III.1.6.2.4.2 Incidence sur la faune et la flore aux abords des points de rejets en mer

Des observations réalisées sur les zones de rejets des sédiments de dragage montrent que les organismes benthiques qui vivent en étroite liaison avec le fond sont particulièrement exposés aux effets directs consécutifs au rejet des déblais. Les organismes sont enfouis sous une masse plus ou moins importante de sédiments.

²⁷ déterminée par modélisation dans un cas pénalisant

Les plus petits individus de la macrofaune endogée²⁸ sont les plus vulnérables lorsque les conditions deviennent anoxiques (manque d'oxygène), du fait de leur inaptitude à regagner la surface du sédiment.

Parmi les crustacés et chez quelques bivalves, diverses adaptations métaboliques leur permettent de supporter des conditions d'hypoxie²⁹ prononcée et accroissent ainsi le temps dont ils disposent pour s'échapper. D'autres organismes, comme les polychètes et les mollusques sont suffisamment agiles pour échapper à l'enfouissement.

Il est généralement admis que la plupart des espèces mobiles résistent à l'enfouissement quand l'épaisseur du sédiment déversé est inférieure à une vingtaine de centimètres. Les espèces les plus résistantes sont les suspensivores qui peuvent survivre à un recouvrement de plus de 50 cm.

Dans le cas présent, les rejets des sédiments ne conduiront pas à un recouvrement important des fonds, et les conditions hydrodynamiques de la zone seront à même de disperser rapidement les matériaux qui pourraient s'être déposés.

L'incidence de l'opération sur les espèces végétales et animales benthiques, due au dépôt de matériaux sur les fonds marins, peut être considérée comme faible.

Les phénomènes naturels (remises en suspension par les courants et les houles par exemple) ont des effets plus importants que ceux provoqués par les rejets de dragage.

On note qu'il n'est pas observé lors d'opérations de rejet de dommages sur les poissons. D'une façon générale, ces derniers évitent les zones où la turbidité est trop importante. Cependant, on peut constater des abondances temporaires, à l'issue des rejets de sédiments, les poissons venant se nourrir des vers ou autres invertébrés rejetés avec les déblais.

On rappellera enfin que la valeur maximale de concentration en MES atteintes au cours du flot est estimée à 20 mg/L à l'entrée du port de Diélette pour le calcul en vive-eau. De fait, les populations de poissons ne devraient pas être impactées par les rejets issus des travaux de dragage du canal d'amenée. Le niveau de MES atteint au niveau des points de rejet reste limité dans le temps et dans l'espace et ne devrait pas avoir d'impact notable sur la ressource piscicole.

III.1.6.3 Impact du clapage en mer

L'intervention par clapage est mise en place pour des opérations de dragage de volumes importants et pour tous les types de sédiments, des vases (<63 µm) aux graviers (>2 mm).

Les rejets de sédiments clapés peuvent se faire sur 2 zones situées au large du Cap de Flamanville (voir **Pièce B, paragraphe IV.4.1.5**)

Ces 2 zones présentent les mêmes caractéristiques hydro-morphologiques et écologiques. En effet, les 2 sites se situent à une profondeur similaire, avec les mêmes caractéristiques au niveau des fonds (substrat rocheux avec une faible couche sédimentaire constamment en mouvement) et sont soumis à des contraintes hydro-dynamiques très proches.

L'impact du clapage des sédiments du canal d'amenée sur ces 2 zones est donc traité indifféremment.

²⁸ Qui colonise le sédiment.

²⁹ Situation de faible teneur en oxygène dissous.

III.1.6.3.1 Incidence sur la sédimentologie et la nature des fonds

La composition sédimentologique et le contexte hydro-morphologique des zones de clapage est proche de celle de la zone au niveau des rejets des galeries souterraines. Elle est dominée par des sables déposés sur un substrat rocheux constamment en mouvement sous l'action conjuguée de la houle et des courants de marée.

Les matériaux rejetés vont subir les phénomènes de tassement et de consolidation. L'érosion et la mise en mouvement du dépôt sédimentaire ont lieu lorsqu'un agent hydrodynamique communique une force d'intensité supérieure à la force de cohésion du matériau. Dans le contexte de Flamanville les courants de marée devraient conduire à une remobilisation rapide de la masse clapée.

III.1.6.3.2 Incidence sur la qualité des eaux marines

III.1.6.3.2.1 Incidence liée à l'émission de MES

Le clapage des sédiments conduit à une augmentation significative du taux de MES sur la zone de rejets. Ce phénomène conduit à une augmentation de la turbidité et à une possible diminution du taux d'oxygène dissous. Néanmoins, comme cela a été montré au paragraphe précédent, les conditions hydro-dynamiques sur les zones de clapage devraient conduire à une dispersion rapide des sédiments issus du dragage. L'influence de l'opération sur le taux de MES sera donc limitée à une courte période suivant le clapage des sédiments.

III.1.6.3.2.2 Incidence liée à l'émission de métaux et autres composants présents dans les sédiments

Les conclusions sur l'incidence liée à l'émission de métaux et autres composants présents dans les sédiments rejetés sont identiques à celles développées au **paragraphe III.1.6.2.3.2** dans la mesure où la nature des sédiments reste la même.

La remise en suspension des sédiments ne présente donc pas de risque de pollution avéré au regard des analyses effectuées.

III.1.6.3.3 Incidence sur la faune et la flore marines

III.1.6.3.3.1 Incidence sur les organismes planctoniques

Compte tenu des prévisions quant aux effets du projet sur la qualité des eaux et vu les résultats d'analyses des sédiments, le projet n'aura pas d'impact sur les organismes vivants de pleine eau (plancton et espèces nectoniques³⁰ qui se nourrissent de plancton).

III.1.6.3.3.2 Incidences sur les organismes benthiques

La composition spécifique des peuplements benthiques est étroitement liée à la diversité du substrat et à la granulométrie du sédiment et peut être altérée par des déversements de déblais de dragage.

Des travaux ont montré que de nombreuses espèces, surtout les bivalves, peuvent supporter des taux élevés de turbidité, jusqu'à 700 mg/L. Néanmoins, les particules fines en suspension peuvent affecter le développement des œufs et la croissance des juvéniles, plus sensibles que les adultes. Toutefois, l'augmentation de turbidité est temporaire, les effets directs sur les organismes sont donc limités.

Des études expérimentales³¹ ont montré que les crustacés sont plus fragiles vis-à-vis de l'augmentation de la turbidité. Cependant, celle-ci sera plus limitée en durée dans le cas des opérations de clapage que lors des expositions expérimentales.

³⁰ Nectonique : qualifie un être vivant aquatique qui nage pour se déplacer.

Pour les espèces nectoniques, il ne devrait pas y avoir de risque de contamination à partir de la phase aqueuse ; les possibilités de relargage dans l'eau de contaminants, déjà à des teneurs extrêmement faibles dans les sédiments, sont nulles.

III.1.6.3.3.3 Incidences sur les organismes halieutiques

Un effet direct entraînant un risque de blessure, d'enfouissement et de mortalité d'organismes halieutiques présents sur le site par simple effet de chute et de dépôt des déblais à chaque clapage est possible. Un effet indirect de perte d'intérêt trophique du site d'immersion pour les espèces prédatrices du benthos est envisageable de manière transitoire.

Les effets direct et indirect seront limités dans le temps. Par ailleurs les zones de clapage représentent un espace géographique réduit au regard des dimensions du milieu maritime côtier. Le dépôt de sédiments sur la zone de dépôts aura de ce fait un effet imperceptible sur les ressources halieutiques.

III.1.6.4 Conclusion

Il apparaît donc que quelle que soit la solution retenue pour le rejet des sédiments issus du dragage du canal d'amenée (bassins de rejet ou clapage en mer), l'impact sera faible.

En effet, aucun impact à moyen et long terme n'est envisagé sur la nature des fonds, la qualité des eaux marines et la biologie marine. Un impact localisé sur les zones de dépôt des sédiments est possible mais se limitera à une période restreinte.

Il convient d'ajouter que les opérations de rejets seront uniquement mises en place lorsque les conditions les moins favorables au phénomène de recirculation vers le canal d'amenée seront garanties. Une surveillance de la granulométrie et de la composition physico-chimique du sédiment sera également effectuée en amont de toutes les opérations de dragage. Ce contrôle vise à s'assurer que les rejets n'ont pas d'impact sur la qualité des sédiments marins et favorisent une bonne circulation dans les conduites sous-marines.

³¹ Mackin J.G., 1956. Studies of the effects of suspension of mud in sea water on oysters. Report n°19. Texas A & M University. Research foundation project 23. College Station, Texas.

III.1.7 Synthèse de l'impact sur l'écosystème marin

III.1.7.1 Impact du chantier

La plate-forme et le canal d'aménée ayant été conçus à l'origine pour quatre tranches, les impacts des travaux sur l'hydrologie et la sédimentologie marines seront très limités. En mer, les travaux de creusement de la galerie de rejet se passeront sous-terre ce qui préservera le milieu récepteur. Seule la construction du puits de rejet en mer pourra perturber de façon très locale l'hydrologie, la sédimentologie marine et le domaine benthique. Par ailleurs, le clapage des matériaux issus du creusement du puits en mer sera susceptible d'impacter le domaine benthique. Cependant, en cas de fonçage du puits, la zone de clapage des graviers extraits correspond à la zone du puits en mer pour limiter l'étendue de l'impact sur les fonds marins. En cas de déroctage, la zone proposée se situe plus au large. Elle crée une nouvelle zone d'impact sur les fonds marins mais permettrait de créer un récif propice au développement des crustacés.

Le chantier n'est pas à l'origine de rejets thermiques et radioactifs.

Concernant les rejets chimiques, quelle que soit la phase du chantier, ils sont sans impact sur l'écosystème marin, soit parce que les substances sont rejetées en très faible quantité par rapport aux quantités présentes dans l'eau de mer si bien que les espèces sont habituées à leur présence, soit parce que l'étude de risque effectuée (calcul du rapport PEC/PNEC) ou la comparaison à des données écotoxicologiques permettent de conclure à une absence d'impact dans le champ proche du rejet et donc a fortiori dans des zones plus éloignées.

III.1.7.2 Impact de la centrale en fonctionnement

Le fonctionnement conjoint de l'EPR et des tranches 1 et 2 de Flamanville se manifeste par :

- un prélèvement d'eau total de 157 m³/s, dont l'impact potentiel associé est l'aspiration d'organismes marins (algues, invertébrés, poissons) ;
- un réchauffement de l'eau dans une zone centrée sur les orifices de rejets ;
- un rejet de composés radioactifs et chimiques en mer.

Concernant les prélèvements d'eau, la mise en service de la tranche EPR conduira à la mise en place d'un nouvel équilibre morpho-sédimentaire dans le canal d'aménée. L'impact des tranches actuelles sur les entraînements d'organismes étant faible (observations en stations de pompage), il en sera de même avec la nouvelle tranche EPR.

Les rejets thermiques de la nouvelle tranche ne modifieront pas les échauffements résiduels en mer. Ceux-ci seront diminués de moitié à 50 m des rejets. La surface impactée par les échauffements sera un peu plus étendue mais aucun impact supplémentaire n'est attendu étant donné le retour d'expérience du fonctionnement de centrales à 4 tranches en bord de mer et le fait que les échauffements maximaux sont localisés en surface ce qui limite l'impact sur la colonne d'eau.

Les effluents radioactifs liquides rejetés dans la Manche par la tranche EPR s'ajouteront à ceux produits par les tranches 1 et 2 de Flamanville ainsi que par l'usine de retraitement du combustible usé de La Hague. Comme constaté dans le passé, ces effluents radioactifs seront probablement détectés ponctuellement dans le milieu marin, sans que l'on puisse clairement identifier la part attribuable aux uns et aux autres. Quoi qu'il en soit, l'activité massique des radionucléides produits artificiellement par les installations nucléaires implantées sur la façade atlantique restera très faible au regard de la composante radioactive naturelle des échantillons environnementaux.

L'analyse des campagnes de suivi depuis la mise en service du site montre que les rejets chimiques liquides effectués par le CNPE de Flamanville n'ont pas occasionné de perturbation observable de l'écosystème marin au droit du site. Quels que soient les produits rejetés par les installations, les concentrations maximales susceptibles d'être rejetées n'occasionneront pas d'impact notable sur l'écosystème marin, soit en raison du faible pourcentage qu'elles représentent au regard du bruit de fond naturel, soit parce qu'elles sont inférieures aux valeurs de référence (écotoxicologiques ou autres).

Quelle que soit la solution retenue pour le rejet des sédiments issus du dragage du canal d'amenée (galeries de rejet ou clapage en mer), aucun impact à moyen et long terme n'est attendu sur la nature des fonds, la qualité des eaux marines et la biologie marine. Un impact localisé sur les zones de dépôt des sédiments pourra être perçu mais il sera temporaire étant donnée la fréquence envisagée des dragages.

Les modifications physiques ou chimiques locales des paramètres du milieu engendrées par le fonctionnement des tranches 1&2 et de la nouvelle tranche EPR seront minimes et de faible importance en comparaison des fluctuations naturelles des paramètres du milieu.

PIECE E

CHAPITRE III.2

Impact sur l'écosystème terrestre

SOMMAIRE Chapitre III.2

III.2	IMPACT SUR L'ECOSYSTEME TERRESTRE	3
III.2.1	Impact du chantier sur l'écosystème terrestre	3
III.2.1.1	Impact du chantier sur la topographie	3
III.2.1.2	Impact du chantier sur la géologie	3
III.2.1.3	Impact du chantier sur l'hydrogéologie	3
III.2.1.4	Impact du chantier sur l'hydrologie terrestre	4
III.2.1.5	Impact du chantier sur le climat	5
III.2.1.6	Impact du chantier sur la qualité de l'air et les odeurs	5
III.2.1.7	Impact du chantier sur le plan sonore	6
III.2.1.7.1	<i>Phase de travaux préparatoires</i>	7
III.2.1.7.2	<i>Construction de la tranche EPR</i>	8
III.2.1.8	Impact du chantier sur la faune et la flore terrestre.....	9
III.2.1.8.1	<i>Impacts directs</i>	9
III.2.1.8.2	<i>Impacts indirects</i>	9
III.2.1.8.3	<i>Impact sur les ZNIEFF</i>	9
III.2.1.9	Impact des déchets de chantier	10
III.2.1.10	Synthèse de l'impact du chantier sur l'écosystème terrestre	10
III.2.2	Impact de la centrale sur l'écosystème terrestre.....	11
III.2.2.1	Impact de la centrale sur la topographie	11
III.2.2.2	Impact de la centrale sur l'hydrogéologie.....	11
III.2.2.3	Impact de la centrale sur l'hydrologie terrestre	11
III.2.2.4	Impact de la centrale sur le climat.....	12
III.2.2.5	Impact de la centrale sur la qualité de l'air et les odeurs	13
III.2.2.6	Impact de la centrale sur le plan sonore	14
III.2.2.7	Impact de la centrale sur la radioécologie terrestre	14
III.2.2.8	Impact de la centrale sur la faune et la flore terrestres	16
III.2.2.9	Impact du traitement et de l'entreposage des déchets de fonctionnement.....	16
III.2.2.9.1	<i>Déchets radioactifs</i>	16
III.2.2.9.2	<i>Déchets conventionnels</i>	16
III.2.2.10	Synthèse de l'impact de la centrale sur l'écosystème terrestre.....	17

SOMMAIRE Tableaux Chapitre III.2

Tableau E-III.2.2-a : Émergence modélisée autour du site de Flamanville due aux tranches 1-2 et à la tranche EPR	14
--	----

III.2 IMPACT SUR L'ECOSYSTEME TERRESTRE

III.2.1 Impact du chantier sur l'écosystème terrestre

III.2.1.1 Impact du chantier sur la topographie

Lors de la réalisation des tranches 1 et 2, le site a été aménagé pour recevoir quatre tranches. Par conséquent, les modifications apportées à la topographie actuelle par le chantier seront minimales.

Ces modifications consistent, d'une part, en la construction des bâtiments, et d'autre part, en la création d'un stockage de déblais sur la plate-forme « Guerfa ». Elles auront lieu majoritairement en pied de falaise, la seule création de bâtiment en haut de falaise étant la construction d'un bâtiment simulateur accolé au bâtiment existant.

III.2.1.2 Impact du chantier sur la géologie

Les impacts à envisager portent sur le fait que les terrassements et remblaiements, ainsi que la pose des ouvrages enterrés, constituent des points de fragilité pour les assises dans lesquelles ils s'inscrivent (déroctage par minages). Pour autant, cette hypothèse doit cependant être relativisée dans le cadre des travaux programmés, au regard des éléments suivants :

- la nature granitique et métamorphique des terrains concernés,
- l'âge des assises géologiques et des derniers mouvements tectoniques qui les ont affectées (âge primaire > 225 millions d'années),
- la surface relativement faible de l'emprise des travaux au regard de la masse du substratum,
- le fait que l'activité de la mine de Diélette a excavé pendant des décennies des milliers de tonnes de matériaux sans avoir provoqué de dommages périphériques indirects, mêmes modestes.

De ce constat, les travaux prévus n'auront donc pas d'impact significatif sur la géologie.

III.2.1.3 Impact du chantier sur l'hydrogéologie

Compte-tenu de la plate-forme déjà existante, les travaux de construction de la tranche EPR engendrent des mouvements de terrain limités.

Le principal effet des travaux sera d'intercepter au niveau des fouilles, les venues d'eau circulant à travers les discontinuités du massif rocheux (fissures, diaclases et failles). En tout état de cause, l'épuisement des fouilles en phase travaux conduira au rejet à la mer de ces eaux, ce qui constitue la destinée finale des eaux continentales.

Lors de la mise en eau du bassin d'alimentation de l'EPR, la configuration hydrogéologique de la tranche EPR deviendra similaire à celle qui règne aujourd'hui en tranches 1-2. Or, le massif de Flamanville ne possède aucun véritable aquifère en bas de falaise (qui plus est exploité pour la production d'eau potable).

On rappellera par ailleurs qu'il est prévu lors de la phase préparatoire de mettre en place un dispositif d'auscultation piézométrique constitué de 13 piézomètres posés en périphérie de la plate-forme de chantier (Cf. **Pièce B, paragraphe V.1**). Ces ouvrages seront réalisés dans les règles de l'art : le sommet des tubes est protégé de façon à éviter toute obstruction ou destruction, en particulier par roulement d'engins. Leur conception permet également de limiter les risques de contamination de la nappe. Ils sont scellés dans un bloc de béton et prolongés par un tube métallique sur une longueur de 40 cm environ. Ce tube métallique débouche dans un regard enterré, fermé par un capot étanche, et cadenassé à l'aide d'une serrure à clé. Le sommet du tube dépasse de quelques cm du fond du regard afin d'éviter l'alimentation du tube par l'accumulation de l'eau de pluie au fond du regard dans l'hypothèse d'une défaillance de l'étanchéité du capot.

Compte tenu de ces dispositions, le réseau de piézomètres disposé sur le pourtour de la plate-forme de chantier ne conduira pas à augmenter les risques de contamination de la nappe de fracturation présente sur la zone.

On notera par ailleurs, que la pose des piézomètres répondra aux attentes de l'arrêté du 11 septembre 2003¹. Certains de ces piézomètres seront démontés en fin de phase de travaux préparatoires, d'autres seront conservés pour être réutilisés dans la mesure du possible en phase d'exploitation.

Compte tenu de ces dispositions, les travaux seront sans incidence notable sur l'hydrogéologie locale.

III.2.1.4 Impact du chantier sur l'hydrologie terrestre

Pendant la phase de chantier les besoins en eau douce peuvent aller jusqu'à environ 610 m³/j lors de la phase préparatoire (Cf. **Pièce B, paragraphe V.2**). Ces besoins en eau s'additionnent à ceux des tranches 1-2 en fonctionnement (1 600 m³/j, Cf. **Pièce B, paragraphe IV.4**) ce qui donne un besoin global maximal de 2210 m³/j pour le site de Flamanville.

Cette eau pourra être prélevée dans la Diélette dont le débit moyen est de 45 800 m³ par jour (ou 0,53 m³/s, Cf. **Pièce C, paragraphe II.4**) ou dans les Petit et Grand Douet² d'autant plus que les stations de pompage utilisées pour le prélèvement en eau douce pour les tranches 1 et 2 ont été dimensionnées initialement pour répondre aux besoins en eau douce de quatre tranches. D'autre part, les besoins complets du site (chantier + tranches 1-2) sont inférieurs au prélèvement journalier maximal autorisé de 7 800 m³/j.

Les débits maximaux prélevés lors du chantier sont de l'ordre de (Cf. **Pièce C, paragraphe II.4**) :

- 6% du débit moyen annuel des Douet³;
- 3% du débit moyen annuel de la Diélette.

¹ Portant application du décret n°96-102 du 2 février 1996 et fixant prescriptions générales applicables aux sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L214-1 à L214-6 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 modifié.

² On privilégiera l'alimentation par la Diélette qui présente une eau de moins bonne qualité cependant non préjudiciable pour les usages du chantier.

³ On somme les débits des Douet car le prélèvement se fait dans le petit Douet qui reçoit par dérivation une partie des eaux du Grand Douet.

Lors d'une année particulièrement sèche comme 2003, les débits maximaux prélevés pour le chantier sont de l'ordre de :

- 25% du débit minimal mensuel des Douet,
- 20% du débit minimal mensuel de la Diélette.

On rappellera que, conformément à l'arrêté du 11/05/2000 autorisant les prélèvements et rejets d'eau du CNPE de Flamanville, les mesures de débits réalisées au droit des stations de pompage sur les cours d'eau permettent de contrôler quotidiennement que les valeurs de débits réservés ont été respectées. Un compteur disposé entre les stations de pompage et la distribution d'eau sur le chantier permet de mesurer la consommation propre au chantier.

Par ailleurs, l'usine de dessalement de l'eau de mer prévue pour la production d'eau déminéralisée permettra, dès sa mise en service en 2008, de limiter les prélèvements d'eau dans les rivières ce qui permettra de préserver les ressources naturelles.

Le chantier n'aura donc pas d'impact notable sur l'hydrologie terrestre.

III.2.1.5 Impact du chantier sur le climat

Les travaux n'auront aucun impact d'ordre climatique, même à une très faible échelle d'observation.

III.2.1.6 Impact du chantier sur la qualité de l'air et les odeurs

Les travaux, comprenant des opérations de mouvement de terrain et générant une circulation importante sur les pistes de chantier et sur des zones précédemment remblayées, seront générateurs d'émissions de poussières dans l'atmosphère. D'autre part, certaines installations (concasseurs notamment) pourront générer des envols de poussières suivant les conditions météorologiques. Cependant, le climat relativement pluvieux et l'humidité de l'air en bord de mer limitent le risque d'envol des poussières. De plus, on constate que d'après les conditions anémométriques sur le site, les vents proviennent majoritairement du secteur sud-ouest. De fait, les envols de poussières devraient être limités par les barrières naturelles que constituent les falaises de Flamanville, situé à l'Est du site. Enfin, afin de limiter l'envol de poussière, les pistes seront régulièrement arrosées et les matériaux seront brumisés au niveau des convoyeurs des concasseurs.

Les camions et engins de chantier seront à l'origine de l'émission de gaz d'échappement. Afin d'en limiter la nuisance, ils respecteront la réglementation en vigueur et ne circuleront sur le site que de façon limitée.

La première montée en température dans le bâtiment réacteur de la tranche EPR occasionnera des émanations de formol issues du calorifuge mis en place sur les équipements et tuyauteries chaudes ainsi que des rejets de monoxyde de carbone.

L'évaluation de l'impact environnemental de ces rejets est effectuée sur la base des concentrations maximales ajoutées dans l'environnement calculées en **Pièce B** : $5,6 \cdot 10^{-3} \text{ mg/m}^3$ en formol et $5,2 \cdot 10^{-3} \text{ mg/m}^3$ en monoxyde de carbone.

Les valeurs retenues pour l'évaluation de l'impact environnemental sont celles recommandées par l'OMS dans le document "WHO Air Quality Guidelines - Second Édition 2000" pour la protection des personnes et des écosystèmes, et sont les suivantes :

- pour le formol : 0,1 mg/m³ pendant 30 minutes ;
- pour le monoxyde de carbone :
 - 10 mg/m³ en moyenne sur 8 h ;
 - 30 mg/m³ en moyenne sur 1 h ;
 - 60 mg/m³ en moyenne sur 30 minutes ;
 - 100 mg/m³ en moyenne sur 15 minutes.

Les très faibles concentrations obtenues restent en deçà des valeurs fixées par l'OMS pour la qualité de l'air. On peut donc en conclure que les rejets de formol et de monoxyde de carbone lors du premier démarrage de la tranche ne provoquent pas de nuisances particulières sur l'environnement du fait de leur durée temporaire et des faibles quantités de gaz rejetées.

Les seules odeurs générées par le chantier pourront éventuellement provenir des gaz d'échappement des engins de chantier et des émanations de formol. Cependant, du fait des très faibles quantités rejetées, les rejets de formol seront imperceptibles et les odeurs de gaz d'échappement ne seront perçues que localement sur la plate-forme de chantier et seront vite balayées par le vent et les odeurs marines.

III.2.1.7 Impact du chantier sur le plan sonore

On notera que l'emplacement des travaux en contrebas de la falaise est favorable à la limitation de la propagation du bruit vers les terres. De fait, les hameaux situés en haut de la falaise devraient percevoir les émissions sonores atténuées. Une légère augmentation de l'ambiance sonore (bruit de fond) sera cependant perceptible suivant les conditions atmosphériques.

Lors du chantier, la réglementation sera respectée et la limitation des nuisances sera assurée :

- d'une part par la limitation des émissions sonores des matériels utilisés : les engins et matériels de chantier utilisés respecteront les arrêtés de 12 mai 1997 (« *arrêté du 12 mai 1997 relatif aux émissions sonores des engins de chantiers* ») et du 18 mars 2002 (« *arrêté du 18 mars 2002 relatif aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments* ») réglementant leur émission sonore.
- d'autre part en prenant toutes les précautions utiles de manière à limiter le bruit (micro-charges d'explosifs, emplacement des concasseurs en pied de falaise, travail aux heures ouvrables dans la mesure du possible...)

III.2.1.7.1 Phase de travaux préparatoires

Les sources potentielles de bruit lors de cette phase de travaux préparatoires sont les suivantes :

- Pompage de l'eau des fouilles : le bruit généré par les pompes sera a priori peu significatif par rapport à d'autres travaux tels que les démolitions des bétons ou les terrassements.
- Démolition des bétons existants : elle se résume à la démolition des blocs en pieds de poteaux pour les modifications requises des clôtures existantes, soit une quantité négligeable vis à vis du chantier global.
- Réalisation des terrassements : il s'agira essentiellement de bruits générés par :
 - les tirs de mines pour le déroctage ;
Cependant, on utilisera des micro-charges d'explosifs à détonation séquentielle. Les vibrations engendrées seront suivies par des accéléromètres, le seuil d'accélération étant plafonné à 0,01g (soit 5 à 10 fois moins que les valeurs préconisées par le Ministère de l'Environnement et très largement inférieur aux valeurs admises par le Groupement Français de l'Énergie Explosive).
 - les engins de déblaiement et de transport (mouvements de terre) ;
Ces mouvements de terre seront limités à la plate-forme en bas de falaise, les déblais étant mis en dépôt sur le site en vue d'une réutilisation en tant que remblais autour des bâtiments nouveaux de l'EPR ou mis en dépôt dans les fouilles de la tranche 4 s'ils ne sont pas réutilisables en tant que remblais. Il n'y aura donc pas d'impact sonore lié au transport hors du site.
 - les engins de concassage pour adapter la granulométrie des blocs en vue de leur réutilisation en remblai ou granulats à béton ;
Lors de cette phase de travaux préparatoires, le volume de bétons à produire est cependant relativement faible, l'usage des engins de concassage engendrera donc un impact sonore limité dans le temps.
- Réalisation des galeries techniques et du début de l'ouvrage de rejet principal : les bétons utilisés proviendront d'une centrale construite sur le site et les agrégats seront dans la mesure du possible produits à partir des déblais rocheux extraits. Le trafic associé à l'acheminement des matériaux (nombre de camions d'approvisionnement) sera donc limité. L'utilisation des engins de concassage pour cette phase sera également réduite étant donné le volume de béton concerné (inférieur à 300 000 m³) et enfin les tirs de mine seront réalisés par micro-charges à détonation séquentielle. La nuisance sonore associée à cette phase sera donc faible.

En conclusion, les activités susceptibles de générer un impact sonore lors de la phase de travaux préparatoires sont le trafic des engins de terrassement, les tirs de mines, le fonctionnement de l'unité de concassage pour la production des agrégats, le fonctionnement de la centrale à béton et le fonctionnement des machines de forage. L'impact sonore associé sera d'une durée limitée à 18 mois et minimisé par la falaise qui constitue un écran protecteur efficace.

III.2.1.7.2 Construction de la tranche EPR

Cette construction comportera :

- La phase de réalisation du génie civil : les nuisances sonores proviendront principalement :
 - de l'acheminement des matières premières nécessaires à la fabrication des bétons ;
 - du fonctionnement d'une centrale à béton (en bas de falaise),
 - du fonctionnement des engins et matériels de chantier : compresseurs, pompes, grues, chariots élévateurs...en bas de falaise également.
- La mise en eau du canal d'amenée : les nuisances sonores limitées à moins d'un mois proviendront des engins de chantier, de l'évacuation des déblais, de la mise en place des remblais et de la réalisation d'un rideau d'étanchéité coté Nord de la tranche 3.
- La fin de la réalisation de l'ouvrage principal de rejet en mer :
 - la galerie de rejet est creusée à l'aide de tirs de mines séquentiels comme pour les travaux de terrassement (Cf. paragraphe précédent).
 - le creusement du puits de rejet aval sera réalisé à partir d'une plate-forme en mer ; du fait de son éloignement par rapport à la côte, il n'engendrera pas d'impact sonore significatif.
 - l'approvisionnement de la plate-forme maritime en matériaux et l'acheminement du personnel se feront préférentiellement par voie maritime. Un hélicoptère sera utilisé en complément (aléas climatiques, conditions de sûreté, etc...).
- Les montages électro-mécaniques : les nuisances sonores proviendront essentiellement de l'acheminement du matériel et des engins de chantier.

En conclusion, les activités susceptibles de générer un impact sonore lors de la construction proprement dite de la tranche EPR sont :

- l'acheminement du personnel et du matériel sur le site : il est prévu environ 80 poids lourds par jour pour le transport des matériaux et des matériels ;
- le fonctionnement de la centrale à béton et des engins de chantier (engins de creusement).

Concernant le fonctionnement des engins de chantier, les opérations auront lieu en bas de falaise, si bien que l'impact sonore sera limité dans l'espace.

Concernant l'acheminement du personnel et du matériel, il est à noter que le nombre de poids lourds prévus est du même ordre de grandeur que le nombre de poids lourds qui circulent actuellement sur la RD4 et 3 à 7 fois moins important que le nombre de poids lourds qui circulent sur la RD23 et la RD650 (Cf. **Pièce C, figure C-IV.2.4-a**). Ainsi, le nombre de poids lourds supplémentaires prévus est raisonnable étant donné l'ampleur du chantier et le trafic actuel. Les nuisances sonores associées seront donc limitées.

III.2.1.8 Impact du chantier sur la faune et la flore terrestre

Préalablement à envisager les incidences des travaux sur la biologie terrestre, on rappellera que :

- le chantier se situe essentiellement sur la plate-forme existante, celle-ci ayant été conçue à l'origine pour recevoir quatre tranches.
- la zone ne présente pas d'intérêt particulier pour les espèces animales et végétales inféodées aux zones humides (Cf. **Pièce C, paragraphe II.9.2**).

III.2.1.8.1 Impacts directs

Il peut y avoir deux sortes d'impacts directs : la disparition de biotopes et le morcellement des groupements de végétaux ainsi que la coupure d'axes de déplacement de la faune.

Sur la zone concernée par les travaux, le milieu naturel peut être qualifié de qualité médiocre en raison de l'artificialisation liée aux travaux réalisés notamment entre 1991 et 1993 (pour deux tranches supplémentaires). De fait, l'emprise du chantier ne générera pas d'impact direct sur la flore dans la mesure où les milieux concernés renferment une végétation qui peut être qualifiée de banale. Le projet n'aura donc pas d'incidence notable sur la disparition de biotopes particuliers.

L'artificialisation du site est un facteur qui réduit d'ores et déjà les espaces vitaux et la fréquentation des espèces faunistiques terrestres dans ce secteur, limitant sa biodiversité. De plus, le site qui s'inscrit entre la falaise de Flamanville et la mer, ne constitue pas à l'heure actuelle un milieu propice à la constitution d'un axe de déplacement de la faune, notamment du fait des clôtures qui entourent les installations. Le projet ne générera donc pas de morcellement supplémentaire des milieux ou de coupure des axes de migration.

III.2.1.8.2 Impacts indirects

Les impacts indirects sont de deux ordres : dérangement des populations animales et dépôt de poussières sur la végétation.

La période des travaux sera perturbatrice pour la faune terrestre aux alentours du site, en particulier la faune aviaire qui niche dans la digue de protection du CNPE : le niveau sonore et les vibrations engendrés par les tirs de mine ainsi que le trafic routier pourront déranger les espèces et les inciter à s'éloigner des secteurs les plus concernés. On notera cependant que les travaux s'inscriront dans un bruit de fond existant (installations industrielles diverses sur le site) et que leur impact sera réversible, les animaux revenant coloniser l'espace à la fin du chantier.

La poussière produite lors de la démolition de béton ou lors des mouvements de déblais pourra se déposer sur la végétation environnante. Cet éventuel dépôt, rapidement lessivé par la pluie ou par l'arrosage de la zone de chantier (en cas de période sèche) n'occasionnera aucune nuisance sur la densité ou sur la diversité de la flore.

III.2.1.8.3 Impact sur les ZNIEFF

Les travaux n'interfèrent avec aucun des périmètres délimitant ces zones. Cependant, on notera que la limite Nord du périmètre de la ZNIEFF n°0039 « Dunes et falaises de Flamanville au Rozel » comprend la section de digue de protection du canal d'aménée située devant les tranches 1 et 2. Cette délimitation est due à la présence d'oiseaux marins nicheurs dans l'ouvrage. Ce périmètre jouxte donc l'emprise des travaux.

Les travaux, s'ils peuvent temporairement constituer une gêne pour les espèces présentes (Cf. paragraphes précédents), ne remettront pas en cause l'intérêt de la digue pour l'avifaune, ni la délimitation du périmètre de la ZNIEFF.

III.2.1.9 Impact des déchets de chantier

Les déchets issus du chantier sont :

- les déblais de terrassement liés à la mise en œuvre du chantier,
- les déchets solides divers liés à la réalisation du génie civil d'une grande variété (coulis de ciment ou bétons, ferrailles, bois, « plastiques » divers, papiers et cartons, verres...).

Les déblais de terrassement sont stockés dans la mesure du possible pour être réutilisés en remblai. Le stockage a lieu soit sur la plate-forme Guerfa, soit à proximité de l'unité de concassage sur la plate-forme « pied de falaise ». Tous les moyens seront mis en œuvre pour limiter les impacts liés au lessivage de ce stockage en cas de pluie (par exemple : mise en place de fossés pour récolter et éventuellement re-router le flux de MES vers la plate-forme chantier). Les matières en suspension provenant du lessivage de ces zones par la pluie sont prises en compte dans l'étude d'impact des rejets issus du chantier (Cf. **paragraphe III.1.4.3**).

Les déchets solides sont soit gérés directement par les entreprises via l'aire de transit de déchets mise en place pour le chantier et sont ensuite évacués vers des filières d'élimination adaptées. L'aire de transit est installée sur une surface étanche avec un dispositif de récupération des eaux pluviales et un décanteur/déshuileur.

III.2.1.10 Synthèse de l'impact du chantier sur l'écosystème terrestre

Le site de Flamanville est déjà aménagé pour recevoir deux tranches supplémentaires de type N4 ; la construction d'un EPR n'occasionnera que de faibles modifications du bâti.

La situation géographique du chantier, en bord de mer et bas de falaise, permet de limiter son impact sur l'hydrogéologie locale aussi bien que sur le paysage et l'environnement sonore des populations voisines.

Les besoins en eau, essentiellement pour la fabrication du béton et le lavage des agrégats, seront assurés par des prélèvements dans la Diélette, le Petit Douet ou le Grand Douet, une usine de dessalement devant dès 2008 venir en renfort de ce prélèvement.

Les perturbations occasionnées (bruit, émission de poussières et de gaz d'échappement) seront susceptibles de repousser de façon ponctuelle mais réversible les animaux dont les habitats seraient très proches de la zone de chantier (dignes principalement).

Les déchets de chantier seront soit, autant que faire se peut, réutilisés en remblai sur le site, soit évacués en filière agréée.

Le chantier n'est donc susceptible d'engendrer que des perturbations ponctuelles et sans effet sur le long terme pour l'écosystème terrestre.

III.2.2 Impact de la centrale sur l'écosystème terrestre

III.2.2.1 Impact de la centrale sur la topographie

Le site de Flamanville était dès l'origine dimensionné pour recevoir 4 tranches. Les fondations des tranches 3 et 4 ont été réalisées dans le même temps que celles des tranches 1 et 2.

L'emprise au sol de la centrale ne sera pas modifiée par la construction de l'EPR.

III.2.2.2 Impact de la centrale sur l'hydrogéologie

Après mise en eau du canal d'amenée de la tranche EPR, la configuration hydrogéologique de cette tranche deviendra similaire à celle qui existe aujourd'hui en tranches 1-2. Le comportement futur de la nappe phréatique dans l'enceinte EPR peut donc être appréhendé à partir du comportement de la nappe dans l'enceinte des tranches 1-2. Les données concernant le comportement de la nappe dans l'enceinte des tranches 1-2 sont aujourd'hui limitées. Elles seront complétées par l'auscultation des piézomètres installés sur la plate-forme au début du chantier. Il est néanmoins possible de définir globalement l'allure et le comportement de la nappe, en établissant une analogie avec le site de Penly implanté sur une plate-forme en bord de mer.

En amont du site, dans le granite (partie de la plate-forme réalisée en déblai - zone de l'îlot nucléaire), la nappe sera vraisemblablement alimentée par les apports d'eau douce en provenance du plateau. Compte tenu des caractéristiques hydrodynamiques du massif rocheux (aucune source significative recensée, venues d'eau très faibles en provenance du plateau pendant les travaux), ces apports devraient être faibles.

Cette partie de la plate-forme en déblai est vraisemblablement drainée côté mer, par le remblai.

Etant donné le contraste de perméabilité entre le granite en place et le remblai, le niveau de la nappe chutera au niveau du passage déblai/remblai.

La partie aval du site, constituée de remblai (zone des salles des machines et des stations de pompage), est en contact avec la mer, via le canal d'amenée. La nappe est très probablement alimentée par le massif granitique situé en amont (de façon continue, mais avec un débit faible). Elle est également alternativement alimentée (à marée haute) et drainée (à marée basse) par la mer, via le canal d'amenée. La zone située à proximité du canal est donc le siège d'une inversion de gradient, celui-ci étant dirigé de la mer vers la terre à marée haute, et de la terre vers la mer à marée basse.

III.2.2.3 Impact de la centrale sur l'hydrologie terrestre

Ouvrages de prise d'eau

Les prises d'eau sur les trois rivières de prélèvements sont conçues de façon à ne pas faire saillie et ne pas entraver l'écoulement normal des eaux. Leur conception ne sera pas modifiée suite à la construction de la nouvelle tranche EPR. Par ailleurs, la configuration des seuils déversants situés à l'aval des prises d'eau permet la restitution du débit réservé en cas d'étiage. Les seuils présents sur la Diélette et le Petit Douet ne se gonflent qu'en cas d'étiage ; le reste du temps, l'écoulement dans les rivières est naturel. Les structures servant de support à ces seuils gonflables sont de dimensions limitées et ne font pas obstacle à l'écoulement (radier au niveau du lit de la rivière et bajoyers ne faisant pas saillie).

L'impact des ouvrages de prélèvements d'eau douce sur l'écoulement et la vie aquatique reste donc limité.

Débits de pompage autorisés

Le débit de pompage total autorisé pour la station de Siouville (sur le Petit Douet) est de 45 L/s (dont 31 L/s maximum de prélèvement par dérivation sur le Grand Douet) et de 83 L/s en régime exceptionnel (indisponibilité de la station de pompage de Diélette). Le débit réservé sur le Grand Douet est de 23 L/s et sur le Petit Douet de 16 L/s.

Le débit de pompage autorisé sur la Diélette est de 45 L/s et exceptionnellement de 68 L/s (indisponibilité de la station de Siouville). Le débit réservé sur la Diélette est de 53 L/s.

Les débits prélevés maximaux (hors régime exceptionnel) sont de l'ordre de (Cf. **Pièce C, paragraphe II.4**) :

- 15% du débit moyen annuel du Grand Douet ;
- 10% du débit moyen annuel du Petit Douet ;
- 10% du débit moyen annuel de la Diélette.

Lors d'une année particulièrement sèche comme 2003, les débits prélevés maximaux (hors régime exceptionnel) sont de l'ordre de :

- 62% du débit minimal mensuel du Grand Douet ;
- 28% du débit minimal mensuel du Petit Douet ;
- 37,5% du débit minimal mensuel de la Diélette.

Cependant, les périodes d'étiage sont limitées dans le temps et l'existence de trois points de prélèvements permet d'effectuer le pompage dans la rivière présentant la ressource en eau la plus importante.

Par ailleurs, les prélèvements sont limités de façon à respecter le débit réservé des rivières, qui permet de « garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces dans les cours d'eau ». En effet, le site réalise un contrôle quotidien des débits à l'amont de la prise d'eau et des débits pompés afin de vérifier que les débits en aval des prises d'eau respectent bien les débits réservés des rivières.

Le prélèvement annuel d'eau douce brute pour le fonctionnement des tranches 1&2 est d'environ 590 000 m³. Pour limiter les prélèvements d'eau sur les cours d'eau, une usine de dessalement de l'eau de mer sera installée sur le site et mise en service à partir de 2008. Elle permettra de limiter le besoin en prélèvement d'eau douce brute (pour les tranches 1&2 et la tranche EPR) à 430 000 m³/an au total et de s'affranchir des débits irréguliers des cours d'eau et de leur qualité d'eau. Ainsi, une réduction d'environ 160 000 m³ par an de la consommation en eau douce sera réalisée.

Les besoins en eau douce de la nouvelle tranche EPR n'auront donc pas d'impact puisque les besoins du site vont diminuer grâce à l'usine de dessalement de l'eau de mer.

III.2.2.4 Impact de la centrale sur le climat

La centrale est équipée d'un système de refroidissement en circuit ouvert, elle est donc exempte d'aéroréfrigérant, et ne dégage pas de panache de vapeur d'eau.

En conséquence l'impact de la centrale sur le climat est sans objet.

III.2.2.5 Impact de la centrale sur la qualité de l'air et les odeurs

Les rejets gazeux non radioactifs de la tranche EPR sont constitués des gaz d'échappement (oxydes de soufre et oxydes d'azote) des moteurs des différents groupes électrogènes de secours, des rejets en formol et en monoxyde de carbone suite au changement du calorifuge dans les bâtiments réacteur lors des opérations de maintenance, ainsi que des rejets d'ammoniac en phase de redémarrage liés à la dégradation thermique de l'hydrazine utilisée pour le conditionnement humide des Générateurs de Vapeurs en arrêt de tranche.

Les caractéristiques de ces rejets sont décrites en **Pièce B, chapitre IV.2.5.2**.

Les groupes électrogènes de secours ne fonctionnent que quelques dizaines d'heures par an lors des essais périodiques. Ces matériels ne provoquent pas de nuisance particulière sur l'environnement du fait de leur durée de fonctionnement réduite et donc des faibles quantités de gaz rejetées annuellement. Il est à noter que ces équipements respectent une teneur en soufre dans le combustible utilisé conforme à la réglementation en vigueur.

L'évaluation de l'impact environnemental des rejets en formol et en monoxyde de carbone est effectuée sur la base des concentrations maximales ajoutées dans l'environnement calculées en **Pièce B** : $3,2 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en formol et $3 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en monoxyde de carbone pour les rejets de la tranche EPR.

Les valeurs retenues pour l'évaluation de l'impact environnemental sont celles recommandées par l'OMS dans le document "WHO Air Quality Guidelines - Second Edition 2000" pour la protection des personnes et des écosystèmes, et sont les suivantes :

- pour le formol : 0,1 mg/m³ pendant 30 minutes ;
- pour le monoxyde de carbone :
 - 10 mg/m³ en moyenne sur 8 h ;
 - 30 mg/m³ en moyenne sur 1 h ;
 - 60 mg/m³ en moyenne sur 30 minutes ;
 - 100 mg/m³ en moyenne sur 15 minutes.

Les très faibles concentrations obtenues restent en deçà des valeurs fixées par l'OMS pour la qualité de l'air. On peut donc en conclure que les rejets de formol et de monoxyde de carbone lors du changement de calorifuge dans les bâtiments réacteur ne provoquent pas de nuisances particulières sur l'environnement du fait de leur durée temporaire et des faibles quantités de gaz rejetées.

Les rejets d'ammoniac en phase de redémarrage sont évacués par les soupapes GCTatmosphère qui se trouvent sur le Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) à environ 30 m du sol de la plate-forme. La dispersion de ces rejets est complexe compte tenu de la présence des autres bâtiments (bâtiment réacteur, salle des machines...) et de l'orographie particulière du site de Flamanville (site falaise). Cependant, la qualité ponctuelle de ces rejets, leur durée temporaire et les faibles quantités de substances rejetées laissent supposer le caractère négligeable de leur impact sur l'environnement. Pour confirmer ce point, des travaux de modélisation ont donc été lancés afin de déterminer la dispersion de tels rejets.

Les substances chimiques rejetées par la tranche EPR et susceptibles de générer un impact olfactif sont les gaz d'échappements, le formol et l'ammoniac. Cependant, du fait des très faibles quantités rejetées, ces rejets seront sans odeur perceptible à l'extérieur du site comme c'est déjà le cas des rejets des tranches 1-2 actuellement en fonctionnement, l'odeur éventuelle étant rapidement balayée par les vents et les embruns.

Les conclusions de ce paragraphe peuvent être généralisées à l'ensemble du site. En effet, il est très peu probable que les essais périodiques des groupes électrogènes ou le redémarrage des tranches Flamanville 1-2 et EPR se fassent de manière simultanée. D'autre part, les quantités rejetées par chacune des tranches et les modalités de rejet sont équivalentes.

III.2.2.6 Impact de la centrale sur le plan sonore

La modélisation de la tranche EPR et des tranches 1-2 à l'aide du logiciel TYMPAN 3 (code de modélisation acoustique développé par EDF/R&D) a permis d'évaluer l'impact sonore des installations dans les Zones à Émergence Réglementée.

Pour la tranche EPR, la modélisation de l'impact acoustique prévisionnel dans les ZER a été réalisée à partir des hypothèses présentées en **Pièce B, paragraphe IV.2.7**.

Sur la base des puissances acoustiques attribuées aux sources sonores listées en **Pièce B, paragraphe IV.2.7** et des mesures faites dans l'environnement du CNPE (cf. **Pièce C, paragraphe II.8**), les principaux résultats de la modélisation montrent que l'émergence obtenue dans les ZER après l'ajout d'une tranche EPR est peu différente de l'émergence due aux tranches 1-2 seules.

Point de mesure	Émergence dB(A) tranches 1-2	Émergence dB(A) tranches 1-2 + tranche EPR
Point A : cité Ste Barbe	Non définie (bruit < 35 dB(A))	Non définie (bruit < 35 dB(A))
Point B : La Berquerie	1,2	1,6
Point C : hameau Guérard	0,7	0,8
Point D : Marcanville	2	2,2
Point E : La Coquaise	2	2,2

Nota : l'émergence étant une différence entre deux niveaux de pression acoustique (valeurs logarithmiques), il n'est pas pertinent de faire un ratio de l'émergence calculée par rapport à l'émergence réglementaire.

Tableau E-III.2.2-a : Émergence modélisée autour du site de Flamanville due aux tranches 1-2 et à la tranche EPR

L'implantation de la tranche EPR fait passer l'émergence de 2 dB(A) à 2,2 dB(A) au point le plus pénalisant, ie au niveau des lieux-dits Marcanville et La Coquaise. L'évolution de la valeur de l'émergence maximale est donc très faible ; la valeur obtenue reste bien en-deçà de la limite de 3 dB(A) correspondant à la perception d'une source sonore par l'homme.

Ainsi, l'installation de la tranche EPR sur le site de Flamanville modifie peu la situation acoustique du site et la conformité réglementaire est maintenue (émergence inférieure à 4dB(A)).

III.2.2.7 Impact de la centrale sur la radioécologie terrestre

L'impact environnemental des futurs rejets radioactifs gazeux est réalisé sur la base des mesures radiologiques effectuées dans le passé, dans l'environnement du site de Flamanville. Il s'agit donc d'une étude qualitative.

La quasi-totalité de la radioactivité contenue dans l'écosystème terrestre provient de radionucléides produits naturellement dans la géosphère et dans l'atmosphère.

Les radionucléides produits artificiellement mis en évidence dans l'environnement terrestre du site de Flamanville proviennent majoritairement d'un dépôt d'aérosols produits lors des essais atmosphériques d'armes nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. Actuellement, ces événements sont à l'origine de la détection de traces de ^{137}Cs , ^{90}Sr , de transuraniens, du ^3H et du ^{14}C . Ces deux derniers radionucléides sont, par ailleurs, produits majoritairement par voie naturelle.

A ces retombées atmosphériques s'ajoute un apport ponctuel de radionucléides artificiels rejetés sous forme liquide dans la Manche (^{137}Cs , ^{60}Co , ^{238}Pu , ...) et déposés par l'intermédiaire des embruns et de l'utilisation agricole d'algues comme fertilisant sur la frange littorale. A titre d'information, depuis 1996, l'activité massique du ^{137}Cs n'a pas dépassé 30 Bq/kg sec, celle du ^{60}Co , 5 Bq/kg sec et celle des transuraniens, 0,2 Bq/kg sec. Ces radionucléides peuvent provenir aussi bien de l'installation de Flamanville que d'autres industries comme La Hague. La contribution des effluents radioactifs liquides des tranches 1-2 à cet apport ponctuel ne peut cependant pas être quantifiée. Il en sera de même pour les rejets futurs de la tranche EPR, de même nature et dont l'activité restera du même ordre de grandeur.

La surveillance radioécologique de l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville n'a pas permis, à ce jour, de déceler d'accroissement de la radioactivité lié aux effluents radioactifs gazeux produits par les tranches 1-2.

L'ajout d'une nouvelle tranche EPR va augmenter les activités rejetées dans le milieu récepteur en tritium, carbone 14, produits d'activation et de fission et en gaz rares. Les niveaux rejetés resteront cependant du même ordre de grandeur que ceux des tranches 1-2. La mise en service d'EPR ne se traduira pas par une augmentation globale du débit d'activité qui restera équivalent au débit d'activité actuel, permettant ainsi de maintenir l'activité volumique dans le milieu récepteur à un niveau constant.

Compte tenu des résultats obtenus dans le cadre des études radioécologiques réalisées à ce jour, des conditions locales de dispersion et de la similitude des rejets, l'installation d'une nouvelle tranche ne sera pas de nature à modifier significativement l'état radioécologique de l'environnement terrestre au voisinage du CNPE.

Le retour d'expérience acquis sur les sites composés de quatre tranches REP, implantés sur la façade atlantique renforce la conclusion selon laquelle il n'y a pas d'impact lié à la multiplication des tranches sur un seul site. En effet, aucune contribution des effluents radioactifs gazeux de ces installations à l'apport de radionucléides artificiels dans l'écosystème terrestre n'a pu être mise en évidence.

La stratégie d'étude adoptée dans l'environnement des CNPE, et plus particulièrement autour du site de Flamanville, a permis dans le passé de caractériser précisément la composition radioactive de l'écosystème terrestre. Cette surveillance radioécologique composée de campagnes de prélèvements annuelles et de bilans radioécologiques décennaux sera maintenue dans l'avenir. En 2006 sera réalisé le second bilan radioécologique décennal du CNPE de Flamanville. Cette étude permettra d'actualiser les résultats obtenus à ce jour et constituera un état de référence détaillé de l'environnement, avant la mise en service de la tranche EPR, ce qui permettra, dans l'avenir de caractériser plus précisément l'impact potentiel de cette tranche.

III.2.2.8 Impact de la centrale sur la faune et la flore terrestres

Il n'y a pas d'impact direct de la centrale sur la faune et la flore terrestres.

Des impacts indirects éventuels peuvent être engendrés par :

- la modification des habitats suite à l'implantation de l'EPR,
- les rejets gazeux de la centrale.

La construction de l'EPR n'engendre pas de modification de l'emprise au sol du site. Le terrain utilisé, prévu dans un premier temps pour accueillir les tranches 3 et 4 du CNPE de Flamanville, a pu au fil du temps accueillir ponctuellement quelques espèces d'oiseaux ou autres petits mammifères. Ces derniers se verront obligés de déplacer leur habitat sur une zone non construite voisine de la centrale. Leur faible effectif allié à leur connaissance de l'écosystème régional rendent ces animaux adaptables ; l'impact de la centrale à leur rencontre sera donc très limité.

Concernant les rejets gazeux, il a été vu au **paragraphe III.2.2.5** et au **paragraphe III.2.2.7** qu'aucun impact n'était attendu sur l'écosystème terrestre étant données les faibles quantités rejetées (cas des rejets non radioactifs) et les mesures faites dans l'environnement qui ne détectent pas ou peu de radionucléides artificiels (cas des rejets radioactifs).

III.2.2.9 Impact du traitement et de l'entreposage des déchets de fonctionnement

III.2.2.9.1 Déchets radioactifs

Les déchets radioactifs issus de la tranche EPR sont traités par l'installation de Traitement des Effluents Solides (TES) décrite en **Pièce B, Chapitre II**.

Le confinement des déchets radioactifs est assuré à tous les stades du traitement. Le Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE) est accolé au BAN et un système de convoyage en souterrain entre les deux bâtiments a été conçu de façon à permettre le transfert de coques non bloquées sans sortie de zone contrôlée.

En cas de problème d'évacuation, les déchets très faiblement actifs sont stockés de manière temporaire sur l'aire TFA du site dont la conception, décrite en **Pièce B, Chapitre I**, garantit l'absence de contamination de l'environnement.

Par ailleurs, le BTE a été conçu de sorte à limiter le rayonnement (ouvrage semi-enterré, épaisseur des voiles, toiture, etc.).

Ainsi, il n'y a pas, en fonctionnement normal, de risque de contamination extérieure due au traitement et à l'entreposage des déchets radioactifs.

III.2.2.9.2 Déchets conventionnels

Les déchets conventionnels sont triés et entreposés sur l'aire de transit des déchets commune aux trois tranches avant évacuation vers les filières agréées.

L'installation est composée de zones séparées physiquement les unes des autres, chacune concernant une activité et/ou des déchets particuliers. Les déchets devant être abrités des intempéries sont stockés dans des bâtiments conçus spécifiquement pour assurer cette protection.

Toutes les eaux pluviales issues de la plate-forme de l'aire de transit sont dirigées vers le réseau SEH du site. Il est raccordé à un déshuileur-débourbeur. Ce réseau SEH collecte également les eaux d'incendie de toute la zone de transit excepté celles du bâtiment contenant le hall de manutention (fosse de 10 m³) et les boxes d'entreposage avec rétention, la vidange de ces capacités se faisant à l'aide de moyens mobiles.

Ainsi, la conception de l'aire de transit des déchets conventionnels est telle qu'aucune pollution du milieu récepteur n'est possible.

Les déchets non admis sur l'aire sont soit entreposés dans des bennes lorsqu'ils ne présentent pas de risque de pollution (cas des déchets verts, des algues, etc.), soit entreposés dans des bungalows sur rétentions (déchets imprégnés d'huile ou de fyrquel). Les rétentions évitent toute pollution du milieu récepteur.

III.2.2.10 Synthèse de l'impact de la centrale sur l'écosystème terrestre

La mise en service de la tranche EPR n'aura pas d'impact sur l'hydrogéologie, la plate-forme et le canal d'amenée ayant été conçus à l'origine pour quatre tranches.

L'implantation d'une usine de dessalement d'eau de mer mise en service avant le démarrage de la tranche EPR permettra de préserver la ressource en eau douce.

Les très faibles rejets gazeux non radioactifs ne viendront pas détériorer la qualité de l'air.

L'exploitation de la tranche EPR ne sera pas de nature à modifier de façon significative la situation acoustique du site ni l'état radioécologique actuel.

Les déchets radioactifs seront traités et entreposés dans un bâtiment attenant au BAN ce qui évitera aux colis de sortir de la zone contrôlée. Les déchets conventionnels seront triés et entreposés sur l'aire de transit du site de Flamanville qui est conçue de façon à limiter les pollutions du milieu récepteur.

Ainsi, le fonctionnement d'une nouvelle tranche augmentera de fait la pression anthropique sur le milieu naturel mais ne se manifestera pas par un impact environnemental supplémentaire sur le milieu terrestre.

PIECE E

CHAPITRE III.3

Impact sur les zones naturelles

SOMMAIRE Chapitre III.3

III.3	IMPACT SUR LES ZONES NATURELLES	3
III.3.1	Sites susceptibles d'être classés ou classés Natura 2000.....	3
III.3.2	Analyse des effets du projet.....	5
III.3.2.1	Impact du chantier	5
III.3.2.2	Impact de la centrale en fonctionnement	6
III.3.3	Conclusion	7

SOMMAIRE Tableaux Chapitre III.3

Tableau E-III.3.1-a :	Habitats d'intérêt communautaire et prioritaire sur les sites FR2500082 et FR 25000834	
Tableau E-III.3.1-b :	Espèces d'intérêt communautaire et prioritaire sur les sites FR 2500082 et FR 2500083	5

III.3 IMPACT SUR LES ZONES NATURELLES

Le présent chapitre porte sur les zones naturelles relevant des dispositions de la directive « Habitats » 92/43/CEE du 21 mai 1992 et de la directive « Oiseaux » 79/409/CEE du 2 avril 1979. La transposition en droit français de ces directives a été achevée par les articles L.414-1 à 7 et les articles R.214-15 à 39 du Code de l'Environnement.

III.3.1 Sites susceptibles d'être classés ou classés Natura 2000

Les sites susceptibles d'être concernés par le projet sont :

- deux SIC (Sites d'intérêts communautaires),
- une ZPS (Zone de protection spéciale).

Leur présentation est détaillée au *chapitre III* de la *pièce C*.

Les sites suivants se situent à environ 5 km du site de Flamanville :

- FR2500083 : « Massif dunaire de Héauville à Vauville » (SIC),
- FR2512002 « Landes et dunes de la Hague » (ZPS).

Le site FR2500082 : « Littoral ouest du cotentin de Saint-Germain-sur-Ay au Rozel » (SIC) se situe à environ 7 km du CNPE.

Rappelons que 16 habitats d'intérêt communautaire (dont un prioritaire) et trois espèces (dont une prioritaire) ont été identifiés (voir Tableau E-III.3.1-a et Tableau E-III.3.1-b) sur les SIC.

Type d'habitat	Code N2000	Intitulé de l'habitat sur le site	Intérêt	FR2500082		FR2500083	
				(1)	(2)	(1)	(2)
Dunes maritimes et intérieures	2130	dunes côtières fixées à végétation herbacée	P	32%	C	67%	A
	2120	dunes mobiles du cordon littoral	ic	5%	C	14%	B
	2190	dépansions humides intra-dunales	ic	3%	C	9%	B
	2170	dunes à saules rampants	ic	1%	C	5%	B
	2110	dunes mobiles embryonnaires	ic	2%	C	1%	C
	2160	Dunes à hippophaë rhamnoides	ic	1%	C		
Eaux douces	3150	lacs eutrophes ¹ naturels	ic			1%	C
	3140	eaux oligo-mésotrophes ² calcaires avec végétation benthique à Characées	ic			1%	C
Habitats côtiers et végétations halophytiques	1140	replats boueux ou sableux exondés à marée basse	ic			1 %	C
	1210	végétations annuelles des laissés de mer	ic	1%	C	1 %	C
	1130	estuaires	ic	15%	C		
	1330	Prés salés atlantiques	ic	5%	C		
	1320	Prés à Spartina	ic	3%	C		
	1230	Falaises avec végétation des côtes atlantiques et baltiques	ic	2%	C		
	1310	Végétations pionnières à Salicornia et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses	ic	2%	C		
Landes et fourrés tempérés	4030	Landes sèches européennes	ic	1%	C		

P = prioritaire ; ic = intérêt communautaire

(1) = surface

(2) = superficie relative = superficie du site couverte par le type d'habitat naturel par rapport à la superficie totale couverte par ce type d'habitat naturel sur le territoire national (en %). A = site remarquable pour cet habitat (15 à 100%) ; B = site très important pour cet habitat (2 à 15%) ; C = site important pour cet habitat (inférieur à 2%)

Tableau E-III.3.1-a : Habitats d'intérêt communautaire et prioritaire sur les sites FR2500082 et FR 2500083

¹ Terme attribué aux eaux riches en éléments organiques.

² Lacs et mares avec des eaux relativement riches en bases dissoutes ou avec des eaux bleu verdâtre, très claires et pauvres à moyennement riches en éléments minéraux nutritifs, riches en bases.

Classe	Nom vernaculaire	Non scientifique	Code Natura 2000	Intérêt	Population relative	
					FR2500082	FR2500083
Amphibien	Triton crêté	<i>Triturus cristatus</i>	1166	ic	C	C
Invertébrés	Ecaille chinée	<i>Callimorpha quadripunctaria</i>	1078	P	C	
Plantes	Liparis de Loesel	<i>Liparis loeselii</i>	1903	ic	C	

P = prioritaire ; ic = intérêt communautaire C = site important pour cette espèce (inférieur à 2%)

Tableau E-III.3.1-b : Espèces d'intérêt communautaire et prioritaire sur les sites FR 2500082 et FR 2500083

La ZPS abrite quelques 21 espèces d'oiseaux citées à l'annexe 1 de la Directive « Oiseaux ». Elles sont listées en **Pièce C, chapitre III**. Parmi celles-ci, une seule est une espèce résidente, la Fauvette pitchou, et plusieurs présentent un régime alimentaire marin.

III.3.2 Analyse des effets du projet

L'article R214-34.2 du code de l'environnement dispose que les programmes ou projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements mentionnés à l'article L414-4 du code de l'environnement précité font l'objet d'une évaluation de leurs incidences éventuelles au regard des objectifs de conservation des sites Natura 2000 qu'ils sont susceptibles d'affecter de façon notable. Ces dispositions, conformément à l'article R214-34.2 du même code s'appliquent dans le cadre de programmes ou projets situés en dehors du périmètre d'un site Natura 2000 ou d'un site destiné à être classé comme tel. Pour autant, cette évaluation d'incidence, n'est requise que dans le cas où le dit-programme ou projet est susceptible d'affecter de façon notable un ou plusieurs des sites Natura 2000 considérés, compte-tenu de la distance, de la topographie, de l'hydrographie, du fonctionnement des écosystèmes, de la nature et de l'importance du programme ou du projet, des caractéristiques du ou des sites et de leurs objectifs de conservation.

Le chantier, ainsi que le fonctionnement de la centrale, ne sont pas susceptibles d'affecter de façon notable les sites considérés, comme le montrent les chapitres suivants.

III.3.2.1 Impact du chantier

L'emprise des travaux n'interfère pas avec le périmètre définissant les trois zones susceptibles d'être classées ou classées Natura 2000. L'impact direct de l'opération vis-à-vis de ces sites est considéré comme nul. Les rejets gazeux (gaz d'échappement) et les émissions de poussières n'impacteront pas ces zones du fait de la faible importance des rejets, de la présence de la falaise, de la direction des vents dominants et de la pluviométrie.

Par ailleurs, on notera que les modalités de réalisation des travaux ne génèrent pas des impacts indirects préjudiciables à la conservation des habitats, espèces et habitats d'espèces définis pour ces sites. S'agissant de ce dernier point, on rappellera que les prélèvements d'eau (effectués dans le Grand Douet et le Petit Douet traversant le site susceptible d'être classé Natura FR2500083) ne portent pas préjudice aux habitats et espèces et habitats d'espèces présents.

En effet :

- les prélèvements d'eau nécessaires aux besoins du chantier seront sans impact sur l'hydrologie des cours d'eau (Cf. **chapitre III.2.1.4**) et respecteront les débits réservés,
- l'habitat « Eaux douces » (code 3140) présent au sein de la zone susceptible d'être classée Natura 2000 concernée correspond à des lacs et des mares et non pas à des cours d'eau,
- le Triton crêté, espèce d'intérêt communautaire, se reproduit dans les plans d'eau stagnants et ne fréquente pas les cours d'eau.

Les travaux sont donc sans impact sur les zones susceptibles d'être classées Natura 2000.

III.3.2.2 Impact de la centrale en fonctionnement

L'analyse est effectuée sur les trois sites d'intérêt communautaire identifiés.

Habitats naturels

Les quatre grands types d'habitats identifiés sont les « dunes maritimes et d'intérieurs », les « eaux douces », les « habitats côtiers et végétations halophytiques » et les « landes et fourrés tempérés ».

- les dunes, landes et habitats d'eau douce ici répertoriés ne sont pas en contact direct avec la mer, et ne sont pas impactés par les rejets liquides, hors embruns. De plus, le **chapitre III.2.2** a montré que les rejets gazeux (radioactifs ou non) n'impactent pas l'environnement terrestre du site de Flamanville ;
- les habitats du type « habitats côtiers et végétations halophytiques » sont susceptibles d'être impactés par les rejets en mer. Le **chapitre III.1.3** a montré que la contribution des rejets radioactifs liquides du site de Flamanville au marquage radioactif global de l'écosystème marin sera, comme par le passé, difficilement dissociable du bruit de fond, mais que ces rejets n'entraîneront pas de modification sur les espaces et les habitats. D'autre part, ce type d'habitat n'est pas sous l'influence des rejets thermiques (**chapitre III.1.2**). Enfin, les **chapitres III.1.4 et III.2.2** ont montré que les rejets chimiques liquides et que les rejets gazeux (radioactifs ou non) sont sans impact sur l'environnement. De même les rejets de sédiments issus du dragage du canal d'aménée sont sans impact (Cf. **paragraphe III.1.5**) ;
- de plus, la présente demande n'a pas d'impact physique sur ces habitats (pas de constructions ni de modifications des ouvrages, des fonds des rivières, de leurs berges, etc.) ;
- le **chapitre III.2.2.2.7** montre que des radionucléides artificiels d'origines diverses sont déposés via les embruns sur la frange littorale, sans qu'on puisse en dissocier l'origine. Ces radionucléides ont été détectés ponctuellement à l'état de traces et n'ont donc pas d'impact notable sur les « dunes maritimes et intérieures » et « habitats côtiers et végétations halophytiques » ;

- deux rivières (Le Petit et Le Grand Douet) dans lesquelles sont effectués des prélèvements d'eau douce traversent une des zones identifiées (FR2500083). Ces rivières ne sont pas répertoriées comme habitat prioritaire ou d'intérêt communautaire. L'impact des prélèvements sur ces rivières n'est pas étudié dans ce paragraphe, mais dans le **chapitre III.2.2.3**.

Habitats d'espèces

Le triton crêté, recensé sur les deux sites identifiés, n'est pas une espèce maritime ; on le trouve généralement dans les zones bocagères avec prairies et plus occasionnellement dans des zones marécageuses ou des mares dunaires. Il n'est donc pas soumis aux rejets liquides, mais il est susceptible d'être soumis aux rejets gazeux. Or, le **chapitre III.2.2** a montré que l'environnement terrestre du site de Flamanville ne sera pas impacté par les rejets gazeux radioactifs ni par les rejets chimiques gazeux. Le triton crêté ne sera pas impacté par les rejets du CNPE car il n'est pas directement exposé aux rejets.

Pour les mêmes raisons, le Liparis de Loësel et l'écaille chinée ne sont pas impactés par les prélèvements et rejets du CNPE.

Les espèces d'oiseaux passagères (étape migratoire) et/ou n'ayant pas un régime alimentaire qui les expose ne sont pas impactés par les rejets liquides. Elles ne sont soumises qu'aux rejets gazeux, et il a été montré au **paragraphe III.2.2** que ceux-ci étaient sans impact sur l'environnement.

Concernant les oiseaux se nourrissant d'espèces marines (poissons, mollusques, annélides ...), l'étude de l'impact des rejets, réalisée au **chapitre III.1**, montre que l'impact de ces rejets sur la faune marine n'est pas notable.

III.3.3 Conclusion

Au regard des analyses effectuées, la création d'une troisième unité de production nucléaire sur le site de Flamanville n'affecte pas de façon notable les sites susceptibles d'être classés ou classés Natura 2000 : FR 2500082, FR 2512002 et FR 2500083.

PIECE E

CHAPITRE III.4

Impact sur le paysage et la socio-économie

SOMMAIRE Chapitre III.4

III.4	IMPACT SUR LE PAYSAGE ET LA SOCIO-ECONOMIE	3
III.4.1	Impact sur l'architecture et le paysage.....	3
III.4.1.1	Impact du chantier sur le paysage	3
III.4.1.2	Impact de la centrale sur l'architecture et le paysage	3
III.4.2	Impact sur la socio-économie	4
III.4.2.1	Impact du chantier sur la socioéconomie.....	4
III.4.2.1.1	<i>Impact du chantier sur les activités socio-économiques</i>	4
III.4.2.1.1.1	Traduction économique de l'afflux démographique	4
III.4.2.1.1.2	Participation des entreprises implantées régionalement et localement.....	5
III.4.2.1.2	<i>Impact du chantier sur l'agriculture</i>	6
III.4.2.1.3	<i>Impact du chantier lié à l'accueil du personnel</i>	6
III.4.2.1.4	<i>Impact du chantier lié au transport</i>	8
III.4.2.2	Accompagnement local du projet.....	8
III.4.2.2.1	<i>Accompagnement du chantier</i>	8
III.4.2.2.2	<i>Accompagnement de l'apport démographique</i>	9
III.4.2.2.3	<i>Accompagnement de l'emploi local</i>	9
III.4.2.2.4	<i>Accompagnement économique de l'après-chantier</i>	10
III.4.2.2.5	<i>Devenir des équipements de chantier à la fin du chantier</i>	11
III.4.2.3	Impact de la Centrale sur la socioéconomie	12
III.4.2.3.1	<i>Prévision d'effectifs pour l'installation</i>	12
III.4.2.3.2	<i>Répercussion sur les activités socio-économiques locales</i>	12
III.4.2.3.3	<i>Opportunités spécifiques à la nouvelle installation nucléaire</i>	12
III.4.2.3.4	<i>Ressources fiscales</i>	14

III.4 IMPACT SUR LE PAYSAGE ET LA SOCIO-ECONOMIE

III.4.1 Impact sur l'architecture et le paysage

III.4.1.1 Impact du chantier sur le paysage

Les travaux ne changeront guère la physionomie du paysage visible pendant toute la durée du chantier. Ce dernier sera centré sur la plate-forme en pied de falaise, ainsi qu'une petite zone maritime au droit du puits de rejet en mer.

Les accès routiers existents depuis la réalisation des deux premières tranches ne nécessitant pas de travaux d'aménagement routier au-delà de l'emprise EDF.

Le chantier ne sera guère vu que depuis la mer et aussi depuis l'entrée Nord du site.

Il sera pratiquement invisible depuis l'avant-port et le château de Diélette. Il n'aura de ce fait pas d'impact notable sur le patrimoine culturel local.

III.4.1.2 Impact de la centrale sur l'architecture et le paysage

Comme pour les deux tranches existantes, la construction de la tranche EPR fait l'objet d'une étude architecturale afin de garantir une homogénéité visuelle de l'ensemble des bâtiments (tranches existantes et tranche EPR), ainsi que des études d'insertion du site dans le paysage.

La construction de la tranche 3 constitue l'extension de la centrale actuelle. L'implantation de cette unité est en conformité avec le plan masse d'origine qui prévoyait également une future 4^{ème} tranche.

Cette nouvelle tranche nucléaire a fait l'objet de recherches architecturales spécifiques et détaillées permettant de pouvoir définir une image contemporaine à l'ensemble des nouveaux espaces bâtis tout en respectant le plan masse d'origine, les bâtiments existants et surtout l'ensemble du site naturel. Elle sera pratiquement invisible depuis l'avant-port et le château de Diélette. Elle n'aura de ce fait pas d'impact notable sur le patrimoine culturel local.

Ce programme ne perturbe aucune surface supplémentaire de plage ou de rivage marin en dehors du site EDF, prévu pour quatre unités dès l'origine.

Bien qu'il s'agisse de bâtiments importants, les volumes construits sont à proximité immédiate de la falaise et ne seront essentiellement visibles que depuis la mer.

La volumétrie de la nouvelle tranche nucléaire reste sensiblement la même que celle des tranches précédentes. La nouvelle salle des machines, vaste bâtiment de 120 mètres de long et de 45 mètres de hauteur se distingue néanmoins par une toiture aux pentes contrariées ainsi que par une façade inclinée vers la mer. Cette géométrie crée une dynamique que l'on retrouve dans la volumétrie du bâtiment POE qui abrite entre autre 4 niveaux de bureaux disposés en 3 unités. Cet immeuble qui jouxte la salle des machines a été étudié pour apporter un maximum de lumière à l'intérieur des bureaux. La ligne tendue de la toiture rappelle celle de la salle des machines et contribue à générer une image dynamique et contemporaine symbole de la nouvelle technologie EPR. Une image est présentée en **Pièce B, paragraphe IV.2.8**.

Le noyau nucléaire et ses bâtiments contiguës garderont une finition en béton brut comme sur les tranches précédentes. Les deux salles de machines des tranches précédentes seront entièrement revêtues en aluminium de couleur brun foncé, identique à celui des nouvelles constructions afin de pouvoir trouver également une harmonie, par la couleur et les matériaux, à l'ensemble du bâti.

III.4.2 Impact sur la socio-économie

III.4.2.1 Impact du chantier sur la socioéconomie

La présence d'un chantier de cette importance apporte des modifications à la situation socioéconomique locale de par :

- la présence d'une main-d'œuvre importante et diversifiée,
- l'apport démographique induit par la main-d'œuvre déplacée,
- l'accroissement de l'activité des entreprises locales.

Globalement ces modifications ont des répercussions notamment dans les domaines suivants :

- hébergements et équipements d'accueil,
- transports et voies de communication,
- activités économiques locales et régionales.

L'analyse de ces répercussions est menée, en fonction d'hypothèses résultant de l'expérience d'EDF acquise au cours de chantiers antérieurs. Un examen des conséquences du chantier sur l'agriculture complète ce chapitre. Toutefois, les incidences de la construction de la troisième tranche de la centrale de Flamanville sont limitées du fait de l'exploitation existante des deux premières tranches.

L'approche faite dans ce chapitre de l'influence du chantier sur la démographie et les conséquences qui en résulteront pour la capacité d'accueil et les équipements, repose sur des hypothèses orientées vers une utilisation la plus large possible de la main-d'œuvre locale.

Celles-ci pourront être notablement conditionnées par la situation économique nationale ou régionale du moment, les résultats donnés ici ne peuvent donc avoir qu'une valeur indicative, mais la réalité en sera d'autant plus proche que :

- les entreprises qui travailleront sur le chantier tiendront compte des incitations d'EDF à employer la main-d'œuvre locale,
- les possibilités d'accueil de la région encourageront certaines formes d'implantation, même temporaires.

III.4.2.1.1 Impact du chantier sur les activités socio-économiques

Sur le plan économique, deux points doivent être mis en évidence :

- la traduction économique de l'afflux démographique,
- la participation des entreprises locales et régionales.

III.4.2.1.1.1 Traduction économique de l'afflux démographique

Pour la phase de construction, l'expérience de la construction de Flamanville 1-2 et des dernières unités réalisées en France (type N4) permet d'estimer que le chantier occuperait jusqu'à 2400 personnes en fonction des différentes étapes d'avancement de la construction.

Les effectifs de chantier sont encore difficiles à chiffrer avec précision car ils sont fonction des particularités du chantier, de l'organisation adoptée par les entreprises et de leur adaptation aux contraintes du planning. Ces prévisions seront consolidées au fur et à mesure du choix des entreprises en intégrant leurs propositions d'organisation retenues par EDF.

La pointe d'effectif du chantier EPR est prévue entre juillet 2009 et janvier 2011, période où les effectifs de génie civil, encore importants, s'ajoutent à ceux de l'électromécanique, tel que présenté en **pièce B, Chapitre V** Figure **B-V.3-b**. Le pic d'effectifs travaillant sur le site devrait ainsi être comparable à celui qu'a connu le chantier de construction de Flamanville 1 et 2, avec un maximum de l'ordre de 2400 personnes.

Le déroulement, pendant environ 6 ans, d'un chantier qui, à son maximum, comptera plus de 2000 travailleurs, conduisant à un accroissement de population importante, peut contribuer à transformer progressivement l'économie de la région et de ses environs. Il est à noter que l'évolution des effectifs de chantier est très progressive lors des premières années permettant ainsi d'accompagner localement cette évolution.

Ainsi, les effectifs attendus sur le chantier sont de :

- 100 personnes environ en janvier 2007,
- 500 personnes environ en janvier 2008,
- 1100 personnes environ en janvier 2009,
- 2000 personnes environ en juillet 2009.

La répartition indicative au pic d'activité est de 800 personnes pour le génie-civil, 1200 pour le secteur électromécanique et le solde pour les services et les personnel EDF en charge du suivi de la construction et de la mise en service.

Si le bilan des différentes retombées économiques n'est pas directement estimable, du moins est-il possible de fournir quelques indications partielles permettant de prévoir les conséquences probables.

Une partie non négligeable des dépenses des travailleurs et des ménages profite directement à la région d'accueil. On peut estimer en ce qui concerne un agent EDF du chantier que 70 % de ce salaire est dépensé localement. Les retombées économiques locales de ceux-ci sont donc de l'ordre de plusieurs millions d'euros durant la période de chantier.

Pour les travailleurs des entreprises participant au chantier de construction de l'installation, les retombées économiques des salaires versés par les entreprises sont estimés à plusieurs dizaines de millions d'euros, compte tenu des variations des coefficients de dépenses locales (selon les employés locaux, déplacés ou étrangers).

Les secteurs commerciaux satisfaisant aux besoins des ménages et l'hôtellerie-restauration apparaissent, de loin, comme les premiers bénéficiaires des retombées économiques de l'implantation de la nouvelle unité.

III.4.2.1.1.2 Participation des entreprises implantées régionalement et localement

La fabrication et le montage d'une grande partie des matériels qui constituent l'équipement de l'installation sont en dehors de la capacité technique des entreprises locales. Leur spécificité et leur haute technicité font qu'ils ne peuvent être confiés, le plus souvent, qu'à des entreprises de taille nationale qui ont pu se doter de moyens spéciaux adaptés aux réalisations demandées.

Néanmoins, les premières études effectuées sur ce sujet font apparaître qu'une participation certaine des entreprises implantées régionalement ou localement pourra être obtenue, soit au titre de contrats directs passés avec EDF, en association ou non avec des firmes nationales, soit au titre de prestations de sous-traitance.

Les principaux domaines dans lesquels les entreprises locales peuvent être intéressées sont :

- la construction pour le compte d'EDF ou non, de logements et d'équipements divers d'infrastructure,
- l'aménagement du site (bâtiments annexes, voirie et réseaux divers),
- le génie civil : transport de matériaux de construction, travaux de construction annexe, travaux de finition,
- l'électromécanique : chaudronneries diverses, éclairage du site, électricité de chantier et de bâtiment,
- les commerces et services : transport collectif, réparation automobile, gardiennage, nettoyage.

Au titre de contrats passés avec EDF ou en sous-traitance avec des entreprises d'envergure nationale, les entreprises implantées régionalement et localement peuvent donc bénéficier de commandes liées directement ou indirectement au chantier de construction.

III.4.2.1.2 Impact du chantier sur l'agriculture

Le site de Flamanville a été conçu dès l'origine pour recevoir quatre tranches nucléaires. L'implantation de la tranche EPR ne nécessite donc pas l'acquisition de nouveaux terrains.

Le choix d'origine d'implantation des tranches (en avancée sur la mer) a permis de réduire considérablement l'emprise de la centrale sur les terrains à vocation agricole.

III.4.2.1.3 Impact du chantier lié à l'accueil du personnel

Pour estimer les moyens d'accueil nécessaires, il faut chiffrer l'apport démographique proprement dit. Les constatations faites sur plusieurs chantiers de centrales nucléaires et l'expérience acquise permettent d'avancer les chiffres repères suivants.

◆ Personnel de génie civil

70 % des travailleurs déplacés vivent seuls et 30 % en famille. Leur répartition par type de logement est approximativement la suivante :

- foyers : 30 %,
- caravanes : 20 %,
- appartements – pavillons – logements familiaux : 30 %,
- chambres d'hôtels et chambres meublées et/ou studios : 20 %.

◆ Personnel d'électromécanique

30 % de ce personnel vit seul et 70 % en famille. Leur répartition par type de logement est approximativement la suivante :

- foyers : 30 %,
- caravanes : 20 %,
- appartements – pavillons : 30 %,
- chambres d'hôtels et chambres meublées et/ou studios : 20 %.

◆ **Agents d'Electricité de France**

Environ 10 % séjournent en célibataires et 90 % en famille.

◆ **Familles**

Le nombre moyen d'enfants présents par famille est estimé à 1,3 pour le personnel de génie civil et 1,4 pour celui d'EDF et d'électromécanique. Statistiquement les enfants des personnels travaillant sur le chantier sont plus jeunes que la moyenne nationale correspondant à une même population.

◆ **Besoins en logements**

Les chiffres ci-dessus conjugués aux effectifs prévisionnels du chantier permettent d'évaluer l'apport démographique total.

Sous réserve de la validité des hypothèses admises (durée du chantier, niveau d'embauche locale, comportement des travailleurs...), l'ensemble de ces besoins pourra être satisfait grâce aux logements libres de la région d'une part, et par la réalisation d'équipements nouveaux d'autre part.

Les possibilités d'utilisation des logements libres doivent être analysées avec précaution en tenant compte notamment de deux facteurs :

- le confort qui doit être adapté à une utilisation permanente (chauffage, isolation),
- la nécessité de ne pas affecter les possibilités d'accueil touristique.

◆ **Besoins en équipements scolaires**

La proportion d'enfants attendus en âge scolaire est évaluée à 82 %. La répartition prévisionnelle s'établit comme suit :

- 40 % en école maternelle,
- 45 % dans l'enseignement primaire,
- 15 % dans l'enseignement secondaire.

Compte tenu de cette population nouvelle à scolariser, la nouvelle unité devrait entraîner dans la zone d'accueil, la création de classes. Les classes qui subsisteront après achèvement du chantier seront déterminées par les besoins permanents complémentaires liés à l'exploitation et par le degré d'activité économique que connaîtra la région.

◆ **Besoins en autres équipements**

L'afflux démographique et sa répartition au voisinage du chantier de la centrale nucléaire engendrent des besoins nouveaux :

- dans le domaine des équipements techniques, il faut effectuer un certain nombre d'extensions des équipements de types suivants :
 - réseau d'évacuation des eaux usées,
 - épuration des eaux usées,
 - réseaux d'électricité,
 - réseaux téléphoniques.

- dans le domaine des équipements commerciaux et des services, les besoins nouveaux dus au chantier, puis liés à la centrale se traduisent par une activation du commerce local, la création de nouveaux commerces et services.
- dans le domaine des loisirs, il est un fait que l'arrivée d'une population nouvelle, le plus souvent jeune, nécessite la création d'équipements sportifs culturels et de loisirs supplémentaires.

III.4.2.1.4 Impact du chantier lié au transport

Pendant le chantier, l'activité due aux transports est importante dans la région environnant le site. Il est notamment nécessaire d'y acheminer par camion certains des matériaux nécessaires à la fabrication du béton, ainsi que plusieurs milliers de tonnes de matériels en tout genre. Le trafic moyen de camions est estimé à 80 par jour. Il est à noter que le nombre de poids lourds prévus est du même ordre de grandeur que le nombre de poids lourds qui circulent actuellement sur la RD4 et 3 à 7 fois moins important que le nombre de poids lourds qui circulent sur la RD23 et la RD650 (Cf. **Pièce C, figure C-IV.2.4-a**). Ainsi, le nombre de poids lourds supplémentaires prévus est raisonnable étant donné l'ampleur du chantier et le trafic actuel.

A ce trafic, il convient d'ajouter celui liés aux déplacements quotidiens du personnel dont les effectifs approcheront 2400 personnes en année de pointe. L'expérience des grands chantiers montre que les entreprises, le maître d'ouvrage ou les collectivités affrètent des moyens de transport collectif pour acheminer quotidiennement le personnel et limiter le trafic des véhicules personnels entre le site et les principales villes voisines.

III.4.2.2 Accompagnement local du projet

III.4.2.2.1 Accompagnement du chantier

L'aménagement et la construction des tranches 1-2 du site de Flamanville a fait l'objet à l'époque d'un accompagnement socioéconomique encadré par la procédure dite « Grand Chantier » (mise en place en 1975, elle a évolué à travers les décisions successives du Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire - C.I.A.T.) qui poursuit trois objectifs essentiels :

- favoriser l'intégration du chantier dans la zone géographique concernée en permettant :
 - d'assurer aux travailleurs du chantier des conditions d'existence aussi proches que possible de celles du reste de la population,
 - de faciliter l'intégration de ces travailleurs au sein de la population locale par la création des structures d'accueil et des équipements collectifs indispensables,
 - de favoriser, à l'occasion de la réalisation des équipements nécessaires au chantier, l'adaptation de l'équipement collectif général du secteur en vue de son utilisation future par les populations permanentes ;
- développer l'emploi local par embauche de la main-d'œuvre recrutée sur place et par mise en place d'actions d'information et de formation professionnelle adaptées ;
- concourir au développement économique de la zone concernée pendant le chantier et après le chantier.

Ces finalités conservent toute leur pertinence dans le cadre du nouveau chantier Flamanville 3. La décision de leur mise en œuvre relève du Comité Interministériel d'Aménagement et de Développement du Territoire.

Les dispositions prises en ce sens lors de la création du site (notamment en matière d'équipements d'hébergement et d'équipements collectifs) et qui ont été pérennisées serviront bien-sûr dans le cadre de ce nouveau chantier.

III.4.2.2 Accompagnement de l'apport démographique

L'apport démographique au niveau régional est également fonction de critères qualitatifs concernant l'origine géographique du personnel du chantier et les emplois induits. L'apport démographique total est bien sûr fonction du nombre de personnes déplacées et de la présence ou non d'un entourage familial.

Les infrastructures et équipements d'accueil doivent permettre d'assurer une vie normale autour du chantier. Les éléments essentiels de la qualité de vie dépendront ainsi de l'offre de logements, sous diverses formes, mais aussi des équipements scolaires, sportifs et culturels ainsi que d'une mise à disposition de voiries et réseaux divers adaptés.

En concertation avec les élus et les collectivités locales, des dispositions particulières seront recherchées dès l'annonce de la décision afin de répondre aux besoins et veiller en particulier à ne pas saturer les structures destinées à l'accueil des touristes.

III.4.2.3 Accompagnement de l'emploi local

Le Nord Cotentin se distingue par l'homogénéité du secteur économique autour de l'industrie nucléaire et de la construction navale (AREVA, DCN, CNPE de Flamanville). S'est greffé autour, un tissu local d'entreprises sous-traitantes qui confèrent une certaine homogénéité à ce bassin d'emploi de 200 000 personnes, qui connaît actuellement un taux de chômage supérieur à la moyenne du Département et de la Région. Le nucléaire civil et militaire a permis aux entreprises locales d'acquérir des savoir-faire spécifiques pour concevoir, construire, maintenir et démanteler des unités industrielles complexes (maîtrise de la chaîne de la mesure et de l'instrumentation, élaboration d'ensembles chaudronnés, génie climatique...).

L'impact économique local du chantier est important. L'organisation du projet au sein d'EDF définit 4 volets pour les contrats :

- les études détaillées et la fourniture des équipements,
- les travaux de construction de la tranche,
- la logistique de site,
- les activités induites.

Ce lotissement aboutit à environ 150 contrats au total dont EDF assurera directement la coordination en tant qu'architecte de ses centrales. La gestion des achats prend en compte les clauses de la mise en concurrence des fournisseurs au niveau européen (définies dans la Directive européenne 93038).

Sur la base de ce marché potentiel, les mesures qui seront prises viseront à :

- inciter les entreprises à employer la main d'œuvre locale ou à la sous-traitance locale,
- privilégier les entreprises locales pour les contrats non soumis à la clause de mise en concurrence au niveau européen.

Sur ces 150 contrats définis pour la construction et la fourniture des équipements, un travail sera mené pour favoriser la mise en relation, par le biais des acteurs locaux (Chambre de Commerce et d'Industrie et ANPE notamment), avec les entreprises locales et régionales. Celles-ci pourront être consultées directement sur certains appels d'offre ou sur de la sous-traitance par les entreprises titulaires des contrats. Cette sous-traitance se manifestera sur les services associés (hébergement, locaux industriels, transports, logistique de chantier...), ou dans les corps de métier principaux (génie civil, fabrication locale d'équipements, travaux électro-mécaniques...).

Un travail en commun avec les CCI sera fait pour présenter le lotissement détaillé et identifier les entreprises locales pouvant répondre en direct ou en sous-traitance. Les lettres de consultation inciteront à la sous-traitance locale avec 2 points de contact indiqués : les CCI et l'ANPE.

III.4.2.2.4 Accompagnement économique de l'après-chantier

Il s'agit d'éviter que l'activité économique importante suscitée par la phase du chantier ne subisse un ralentissement brutal et de faire en sorte que l'activité créée par le chantier constitue le point de départ et soit l'élément moteur du développement économique et de l'emploi dans la région.

Dans ce but, un programme de développement économique est établi en concertation entre les partenaires concernés : communes, département, région, Etat et Maître d'Ouvrage. Il vise « l'optimisation de l'impact du chantier sur l'économie locale et régionale d'une part, la création et le développement d'activités destinées à prendre le relais du chantier après la fin des travaux d'autre part ». Un des principaux éléments de ce programme est la création d'emplois destinés à relayer ceux du chantier dans une zone dite « d'action économique locale » déterminée en fonction des points d'hébergement et de recrutement local du chantier.

La principale disposition financière de « l'après-chantier » est l'apport exceptionnel par le Maître d'Ouvrage de « dotations spécifiques », au plus égales à la moitié des participations financières des collectivités locales aux créations d'emplois. Il faut souligner qu'en matière de développement économique, le rôle de pilote appartient à ces collectivités.

Sur la base des pratiques antérieures, ces dotations seraient limitées :

- à la zone géographique concernée : il s'agit du bassin de recrutement local et d'accueil du chantier, éventuellement élargi aux zones de redéploiement de la main-d'œuvre de ce chantier,
- à un nombre d'emplois aidés, calculé en déduisant de l'effectif maximal des travailleurs locaux du chantier le nombre d'emplois créés à leur intention pour l'exploitation de la centrale,
- à la période commençant lorsque le chantier atteint son maximum d'effectifs et s'achevant 3 ans après la mise en service complète de la centrale, soit une durée d'environ 7 ans.

L'Etat, quant à lui, devrait s'engager à attribuer aux collectivités locales, à titre spécial et hors dotations ordinaires, les subventions et financements de son ressort, dans le cadre du programme d'accueil. D'autre part, l'Etat devrait prendre en charge les frais de fonctionnement de la mission de coordination qui se consacre à l'organisation de « l'Après-Chantier » en concertation avec les collectivités locales et le Maître de l'Ouvrage.

III.4.2.2.5 Devenir des équipements de chantier à la fin du chantier

Les équipements d'accompagnement du chantier sont définis et réalisés en tenant compte non seulement des besoins immédiats auxquels ils répondent mais aussi de la nécessité du passage harmonieux à « l'Après-Chantier ». Les solutions concrètes sont adoptées au cas par cas et ne peuvent donc pas être énumérées ici. L'expérience des autres chantiers permet néanmoins de présenter les principes de cette démarche :

- Les équipements ou partie d'équipements (équipements scolaires définitifs, voies d'accès, etc.) qui répondent aux besoins de la population permanente restent en place. Leur gestion est assurée, selon le type d'équipements, soit par les collectivités locales, soit par les Services Publics concernés.
- De même, restent en place les constructions édifiées pour les logements des agents EDF d'exploitation. Quant aux logements occupés par les agents EDF de la Division Ingénierie Nucléaire pendant le chantier, une partie serait transférée aux agents d'exploitation, le reste étant offert à la vente ou à la location.
- Les autres équipements, liés directement au chantier et le plus souvent provisoires, peuvent être démontés et transférés sur d'autres chantiers (classes mobiles par exemple). Les terrains viabilisés sur lesquels ont été implantés les équipements spécifiques peuvent, à l'issue du chantier, être adaptés pour d'autres usages et rétrocédés aux collectivités locales.
- Seuls les logements en dur édifiés pour les besoins du personnel de chantier peuvent poser un problème. Pour éviter qu'ils ne restent inoccupés, on veille, dès l'origine, à réaliser des constructions de qualité, localisées dans des communes d'accueil où existe une demande de logements locatifs, y compris à des fins touristiques.

III.4.2.3 Impact de la Centrale sur la socioéconomie

A la période de chantier succède la période d'exploitation de la tranche EPR. Cette tranche est conçue pour être exploitée pendant une durée de 60 ans. Elle est construite sur un site comportant déjà des équipements de production électronucléaire et elle fait partie d'un parc existant. Elle profitera de moyens mutualisés soit au niveau local soit au niveau national.

III.4.2.3.1 Prévision d'effectifs pour l'installation

Le gréement des effectifs d'exploitation sur le site de Flamanville se fait progressivement. L'effectif d'exploitation devrait augmenter localement d'environ 240 personnes un peu après la mise en service.

Les équipes sont constituées en procédant principalement à des mutations au sein du groupe EDF à cause du haut niveau de qualification nécessaire à l'exploitation d'une tranche nucléaire. Une partie du personnel est d'origine locale.

Les emplois de sous-traitants qui atteignent plusieurs milliers pendant la période de chantier diminuent après le couplage. En ordre de grandeur, Flamanville 3 pourrait générer quelques dizaines d'emplois de sous-traitants quasi-permanents. Il s'agit de personnel des services d'exploitation du lieu de vie et de maintenance de l'outil de production.

Pour les arrêts de tranche qui ont lieu tous les 12 à 24 mois, la tranche EPR doit faire appel à 500 personnes supplémentaires voire 1000 en période de pointe. Ces personnels viennent de toute la France ou d'entreprises locales qui pourront plus facilement justifier la création d'emplois permanents du fait du foisonnement des activités sur 3 unités.

III.4.2.3.2 Répercussion sur les activités socio-économiques locales

On constate que les personnels travaillant au centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) s'intègrent bien à la population locale.

Ces personnels dépensent sur place une partie importante de la masse salariale distribuée (Cf. **paragraphe III.4.2.1.1.1**). L'incidence est sensible au niveau des commerces et services liés à la vie quotidienne (alimentation, équipement domestique, transports, loisirs, éducation, etc...)

Les pointes d'activité lors des arrêts pour rechargement et maintenance de la nouvelle tranche s'ajoutent aux arrêts des tranches existantes.

A ces perspectives d'emplois nouveaux sur le site s'ajoutent également des perspectives de marchés nouveaux. Comme pendant la phase de chantier, la participation des entreprises locales à l'exploitation de la centrale est favorisée dans la mesure du possible.

Les travaux qui offrent ainsi le plus de perspectives aux entreprises locales sont les travaux d'entretien et de maintenance. Bien que le volume de ces commandes ne soit pas comparable à celui de la phase de chantier, il n'est pas négligeable. Il s'y ajoute l'entretien des équipements d'accueil.

III.4.2.3.3 Opportunités spécifiques à la nouvelle installation nucléaire

L'implantation du nouveau réacteur nucléaire apporte au-delà de ses besoins propres de nouvelles opportunités à la région Basse-Normandie axée sur le développement de l'innovation technique et scientifique.

◆ *Le développement de l'innovation technique et scientifique au service des industries de basse-Normandie*

Un comité régional d'études sur la maîtrise d'ambiance (CREMA) a été créé le 1^{er} mars 2002 dans le cadre du Contrat de Plan Etat/Région de la Basse-Normandie (2000-2006).

EDF participe activement à ce comité, présidé actuellement par le Directeur du CNPE.

La thématique « maîtrise d'ambiance » a été retenue comme l'un des pôles scientifiques et technologiques. Cet axe est animé par le CREMA, dont la mission est notamment de favoriser l'émergence de projets alliant recherche et industrie.

Les applications industrielles sont généralement des activités à très haute valeur ajoutée et la Basse-Normandie dispose déjà de nombreuses références industrielles dans différents secteurs d'application : salles blanches des industries de la micro-électronique, salles propres des industries agroalimentaires, de l'industrie de la cosmétique, de la santé, les interventions de maintenance dans les blocs opératoires, la propreté radiologique des industries nucléaires et les laboratoires de contrôle... .

Le CREMA constitue un réseau pour fédérer les savoir-faire et favoriser le développement économique régional.

◆ *L'utilisation de la chaleur*

Les installations nucléaires d'EDF peuvent fournir de la chaleur à deux niveaux :

- par prélèvements de vapeur haute température,
- par utilisation de la chaleur (à basse température) issue du condenseur, pour diverses productions biologiques.

L'expérience acquise sur différents sites nucléaires (Bugey, Gravelines, Dampierre, Saint Laurent...) montre que l'utilisation d'eau tiède ou de vapeur venant de la centrale peut créer un pôle très attractif de développement horticole, maraîcher, aquacole ou industriel.

EDF est ouvert à toute proposition qui pourrait lui être faite dans ce sens. Notons toutefois que son rôle n'est pas de proposer lui-même des projets.

- La loi du 15 juillet 1980 modifiée,
Relative aux économies d'énergie et à l'utilisation de la chaleur, la loi n° 80-531 du 15 juillet 1980 définit le rôle des collectivités locales dans la promotion et le développement des réseaux de chaleur.

Les exploitants des unités thermiques de production d'électricité doivent favoriser, en accord avec les collectivités locales, la création et le développement des réseaux de distribution de chaleur.

La fourniture de la chaleur peut être distinguée en :

- rejets thermiques intéressant la fourniture d'eau chaude, prélevée sur les circuits de refroidissement des condenseurs,
- prélèvements de vapeur sur les unités de production d'électricité intéressant, par l'intermédiaire de matériels annexes, échangeurs ou turbines auxiliaires, la fourniture de vapeur ou d'eau surchauffée. Cette production par prélèvement de vapeur entraîne une diminution de la production d'électricité.

- Le décret du 13 mai 1981 modifié
Pris pour application de la loi du 15 juillet 1980, le décret n° 81.542 précise notamment que :
 - le coût des installations de prélèvements de vapeur soutirée et de récupération des rejets thermiques, sur des unités thermiques de production d'Electricité de France, et de leur raccordement à un réseau de distribution de chaleur ainsi que les dépenses d'exploitation, d'entretien et de renouvellement de ces installations sont à la charge de l'acheteur de chaleur,
 - la chaleur provenant des rejets thermiques est gratuite,
 - le prix de vente de la chaleur fournie par EDF par prélèvement sur une unité de production qui fonctionne normalement pour alimenter le réseau électrique national ne peut excéder le prix de cession de l'énergie électrique que cette chaleur aurait permis de produire au même moment et au même endroit.

III.4.2.3.4 Ressources fiscales

La construction d'une tranche nucléaire et son exploitation sont à l'origine de ressources nouvelles pour les collectivités locales. Dans le cadre de la fiscalité directe actuelle, la tranche EPR supporterait une charge de fiscalité locale évaluée à plus de 30 millions d'euros soit plus de 10% de la valeur de l'électricité produite.

◆ **Taxe foncière sur les propriétés bâties**

En l'état actuel de la législation (articles 1381 -2 -3 du Code Général des Impôts), les centrales sont soumises à la taxe foncière sur les propriétés bâties.

En outre les logements des personnels employés sont imposés à ce titre et la taxe d'habitation est perçue dans les conditions habituelles.

En vertu d'une exonération de portée générale, toutes les constructions nouvelles, les reconstructions et les additions de construction sont imposables seulement à compter du 1^{er} janvier de la 3^{ème} année suivant celle de leur achèvement, c'est -à -dire pour les tranches de production des centrales, de la 3^{ème} année suivant la date de couplage au réseau.

◆ **Taxe professionnelle**

En l'état actuel de la législation, (articles 1447 et suivants, 1647 bis et suivants, 1679 quinquies et suivants, 1681 quater du Code Général des Impôts), la base d'imposition de la taxe professionnelle est constituée de la valeur locative de toutes les immobilisations corporelles dont l'entreprise exploitante a disposé au cours de l'année précédente (terrains, bâtiments, installations, matériel fixe ou mobile de production et de transformation, matériel de transport, matériel de bureau, emballages) à l'exclusion, toutefois des lignes, câbles ou canalisations situés à l'extérieur du site ou n'appartenant pas à l'entreprise exploitante.

La part de ce montant qui revient directement à la commune d'implantation¹ (base d'imposition multipliée par le taux communal) est limitée par le jeu de l'écrêtement auquel est soumise la base d'imposition. Le niveau au-dessus duquel joue l'écrêtement est en 2003 de l'ordre de 2 800 €/ habitant et par tranche. La commune touchera donc pour la tranche supplémentaire un montant de l'ordre de

$$1 \times 2\,800 \text{ €} \times [\text{nombre d'habitants}] \times [\text{taux communal}].$$

¹ on entend par communes d'implantation celles sur le territoire desquelles sont installés les ouvrages

La part de la taxe professionnelle qui ne revient pas directement à la commune d'implantation est versée au fonds départemental de péréquation de la taxe professionnelle et répartie d'une part entre les communes d'accueil² et d'autre part les communes à faibles ressources.

Le différé total dont bénéficient les collectivités endettées du fait de leurs équipements anticipés s'achève à compter de la perception de cette taxe professionnelle. C'est alors qu'elles supportent la charge de remboursement de leurs annuités.

La taxe professionnelle est également perçue par le département, la région, les chambres de commerces et d'industrie sur la base de leurs taux propres, ainsi que par les communautés de communes à fiscalité propre.

◆ Autres taxes

Une imposition forfaitaire sur les pylônes supportant les lignes dont la tension est supérieure ou égale à 200 kV est prévue par la loi n° 80.10 du 10 janvier 1980 en son article 28. Son montant révisable annuellement, est en 2003 de l'ordre de 1 400 € par pylône haute tension.

² on entend par communes d'accueil celles ayant engagé des équipements pour l'accueil des personnes du chantier et de l'exploitation

PIECE E

CHAPITRE IV

IMPACT SUR LA SANTE

SOMMAIRE Chapitre IV

IV IMPACT SUR LA SANTE

IV.1 IMPACT SANITAIRE DES REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX ET LIQUIDES
RADIOACTIFS

IV.2 IMPACT SANITAIRE DES REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX ET LIQUIDES NON
RADIOACTIFS

PIECE E

CHAPITRE IV.1

**Impact sanitaire des rejets des effluents liquides et gazeux
radioactifs**

SOMMAIRE Chapitre IV.1

IV.1	IMPACT SANITAIRE DES REJETS DES EFFLUENTS LIQUIDES ET GAZEUX RADIOACTIFS	3
IV.1.1	Impact sanitaire des rejets radioactifs liquides.....	4
IV.1.1.1	Méthode d'évaluation et hypothèses de calcul	4
IV.1.1.1.1	<i>Voies d'exposition prises en compte</i>	4
IV.1.1.1.2	<i>Durée de fonctionnement des installations</i>	4
IV.1.1.1.3	<i>Ration alimentaire</i>	4
IV.1.1.1.4	<i>Évaluation des transferts par les différents vecteurs</i>	4
IV.1.1.1.4.1	Activité volumique de l'eau de mer	5
IV.1.1.1.4.2	Exposition interne par ingestion de produits de la pêche	5
IV.1.1.1.4.3	Exposition interne par ingestion d'eau de mer et de sable	5
IV.1.1.1.4.4	Exposition externe due aux séjours sur les plages et à la baignade	5
IV.1.1.1.4.5	Cas particulier du tritium	6
IV.1.1.1.4.6	Cas particulier du carbone 14	6
IV.1.1.1.5	<i>Évaluation de la dose efficace annuelle</i>	6
IV.1.1.2	Calcul aux rejets réalistes	7
IV.1.1.2.1	<i>Activités rejetées</i>	7
IV.1.1.2.2	<i>Résultats</i>	7
IV.1.1.2.2.1	Tranche EPR seule.....	7
IV.1.1.2.2.2	Site de Flamanville	8
IV.1.1.3	Calcul aux rejets maximums	9
IV.1.1.3.1	<i>Activités rejetées</i>	9
IV.1.1.3.2	<i>Résultats</i>	9
IV.1.1.3.2.1	Tranche EPR seule.....	9
IV.1.1.3.2.2	Site de Flamanville	10
IV.1.2	Impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux	11
IV.1.2.1	Méthode d'évaluation et hypothèses de calcul	11
IV.1.2.1.1	<i>Voies d'exposition prises en compte</i>	11
IV.1.2.1.2	<i>Durée de fonctionnement des installations</i>	11
IV.1.2.1.3	<i>Évaluation des transferts par les différents vecteurs</i>	11
IV.1.2.1.3.1	Dispersion atmosphérique	11
IV.1.2.1.3.2	Dépôt au sol.....	12
IV.1.2.1.3.3	Transfert le long des chaînes alimentaires	12
IV.1.2.1.4	<i>Évaluation de la dose efficace annuelle</i>	13
IV.1.2.2	Calcul aux rejets réalistes	14
IV.1.2.2.1	<i>Activités rejetées</i>	14
IV.1.2.2.2	<i>Résultats</i>	15
IV.1.2.2.2.1	Tranche EPR seule.....	15
IV.1.2.2.2.2	Site de Flamanville	16
IV.1.2.3	Calcul aux rejets maximums	17
IV.1.2.3.1	<i>Activités rejetées</i>	17
IV.1.2.3.2	<i>Résultats</i>	17
IV.1.2.3.2.1	Tranche EPR seule.....	17
IV.1.2.3.2.2	Site de Flamanville	18
IV.1.3	Évaluation de la dose efficace totale due aux rejets radioactifs gazeux et liquides.....	20

SOMMAIRE Tableaux Chapitre IV.1

Tableau E-IV.1.1-a :	Activités rejetées prises en compte dans les calculs (moyenne des rejets réels liquides 2002-2004 pour les tranches 1-2 et performance attendue pour EPR)	7
Tableau E-IV.1.1-b :	Dose efficace par voie d'exposition (Sv/an) pour les rejets liquides « réalistes » de la tranche EPR	8
Tableau E-IV.1.1-c :	Activités rejetées prises en compte dans les calculs (rejets liquides maximums)	9
Tableau E-IV.1.1-d :	Dose efficace par voie d'exposition (Sv/an) pour les rejets liquides maximums de la tranche EPR	10
Tableau E-IV.1.2-a :	Activités rejetées prises en compte dans les calculs (moyenne des rejets réels gazeux 2002-2004 pour les tranches 1-2 et performance attendue pour EPR)	14
Tableau E-IV.1.2-b :	Dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs gazeux aux rejets réalistes	15
Tableau E-IV.1.2-c :	Dose efficace par voie d'exposition (Sv/an) pour les rejets gazeux « réalistes » de la tranche EPR	15
Tableau E-IV.1.2-d :	Dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs gazeux aux rejets réalistes	16
Tableau E-IV.1.2-e :	Activités rejetées prises en compte dans les calculs (rejets gazeux maximums)	17
Tableau E-IV.1.2-f :	Dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs gazeux maximums	17
Tableau E-IV.1.2-g :	Dose efficace par voie d'exposition (Sv/an) pour les rejets gazeux maximums de la tranche EPR	18
Tableau E-IV.1.2-h :	Dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs gazeux maximums	18

SOMMAIRE Figures Chapitre IV.1

Figure E-IV.1.1-a :	Répartition par voie d'exposition de la dose efficace totale due aux rejets liquides « réalistes » de la tranche EPR	8
Figure E-IV.1.1-b :	Répartition par voie d'exposition de la dose efficace totale due aux rejets liquides maximums de la tranche EPR	10
Figure E-IV.1.2-a :	Répartition par voie d'exposition de la dose efficace totale due aux rejets gazeux « réalistes » de la tranche EPR	16
Figure E-IV.1.2-b :	Répartition par voie d'exposition de la dose efficace totale due aux rejets gazeux maximums de la tranche EPR	18

IV.1 IMPACT SANITAIRE DES REJETS DES EFFLUENTS LIQUIDES ET GAZEUX RADIOACTIFS

Ce chapitre présente les conséquences radiologiques des rejets d'effluents radioactifs liquides et gazeux de la tranche EPR et de l'ensemble du site de Flamanville incluant les tranches Flamanville 1-2 et la tranche EPR sur la santé des populations riveraines.

La méthodologie et les hypothèses de calcul, ainsi que les différents résultats, sont présentés de façon détaillée en **annexe E-1**, **annexe E-2** et **annexe E-3**.

L'évaluation des conséquences sanitaires des rejets radioactifs liquides et gazeux est faite au moyen de codes de calculs EDF qui déterminent, à partir des activités rejetées annuellement et des différentes voies d'exposition (voie interne comme l'ingestion ou voie externe comme l'exposition sur les plages), la dose efficace annuelle reçue par les personnes du public vivant au voisinage du site dans la zone la plus impactée par les rejets gazeux et ayant des activités qui les exposent plus particulièrement aux rejets liquides ; ces personnes sont appelées « groupe de référence ». Cette modélisation s'appuie sur un ensemble d'hypothèses simplificatrices et conservatives, qui donne un ordre de grandeur de l'exposition maximale du groupe de référence. L'absence d'impact est vérifiée par comparaison de la dose efficace totale à la dose limite de 1 mSv¹ figurant dans le code de la santé publique (article R1333.8).

Les activités rejetées prises en compte dans les calculs correspondent :

- d'une part à la moyenne des rejets réels des tranches 1-2 du CNPE de Flamanville mesurés sur la période 2002-2004 et aux rejets de la tranche EPR correspondants aux performances attendues (aucun retour d'expérience n'étant disponible pour cette tranche),
- d'autre part aux rejets maximums définis pour les trois tranches, Cf. **Pièce B**, **paragraphe IV.4**.

Deux calculs sont donc menés : un calcul dit « aux rejets réalistes » et un calcul dit « aux rejets maximums ». Dans les deux cas, on distingue la dose attribuable à la tranche EPR et celle attribuable aux tranches 1-2.

La répartition des radionucléides rejetés (ou *spectre*) est très variable et dépend du fonctionnement des installations (état du gainage des éléments combustibles, temps de stockage des effluents pour décroissance radioactive...). Le spectre retenu pour effectuer le calcul des conséquences radiologiques aux rejets maximums pour les trois tranches est fondé sur une analyse du retour d'expérience des rejets réels de l'ensemble des centrales du parc nucléaire du palier 1300 MWe sur la période 2002-2004. Les radionucléides rejetés sous forme de traces non décelables et qui ne sont donc pas pris en compte dans ce spectre, ont une contribution négligeable à la dose efficace totale calculée.

Pour le calcul aux rejets réalistes, le spectre retenu pour les tranches 1-2 correspond à la moyenne des rejets de ces tranches sur la période 2002-2004 ; par contre, pour la tranche EPR, le spectre retenu est le même que le spectre du calcul aux rejets maximums (aucun retour d'expérience ne permettant de déterminer a priori le spectre des rejets réalistes de la tranche EPR).

¹ Cette valeur limite doit cependant tenir compte également des doses dues aux rejets radioactifs des autres installations nucléaires de la région.

Seules deux classes d'âge sont considérées dans les calculs : l'adulte et l'enfant de moins de 1 an (nourrisson). Une étude de sensibilité à des classes d'âges intermédiaires confirme que les doses présentées dans ce dossier sont représentatives de l'impact sanitaire des rejets radioactifs : la dose calculée pour le nourrisson est du même ordre de grandeur que celle calculée pour les classes d'âge intermédiaires.

IV.1.1 Impact sanitaire des rejets radioactifs liquides

IV.1.1.1 Méthode d'évaluation et hypothèses de calcul

Les valeurs des principaux paramètres utilisés dans les calculs sont rappelées en **annexe E-1**.

IV.1.1.1.1 Voies d'exposition prises en compte

Le site de Flamanville est situé en bord de mer. Les voies d'exposition prises en compte sont les suivantes :

- exposition externe due à des séjours sur les plages,
- exposition externe due à la baignade en mer,
- exposition interne par ingestion de produits de la mer tels que les poissons, les mollusques et les crustacés,
- exposition interne due à l'ingestion d'eau de mer lors d'une baignade et à l'ingestion de sable lors du séjour sur la plage.

Compte tenu des voies d'exposition, le nourrisson n'est pas concerné par l'impact des rejets liquides radioactifs, il n'est donc pas pris en compte dans les calculs.

Le groupe de référence (supposé être le plus impacté par les rejets) est constitué des habitants adultes des communes proches de la centrale, susceptibles de fréquenter les plages proches du site, de se baigner à proximité, de pratiquer la pêche près de la côte et de consommer exclusivement des produits de la « pêche locale », pêchés à proximité des ouvrages de rejet.

IV.1.1.1.2 Durée de fonctionnement des installations

Compte-tenu des voies d'exposition considérées, la durée de fonctionnement n'intervient pas dans les calculs.

IV.1.1.1.3 Ration alimentaire

On retient, pour le groupe de référence, la ration alimentaire donnée en **Pièce C, paragraphe IV.2.3** pour l'ensemble de la population.

Une étude de sensibilité est réalisée sur la base d'une consommation plus importante en produits de la mer, l'ingestion constituant la voie d'exposition prépondérante pour les rejets radioactifs liquides. Il a été montré que les quantités de produits de la mer ingérées pouvaient être plus élevées pour certains groupes socioprofessionnels comme les pêcheurs. Les calculs sont donc également effectués pour ce groupe nommé « groupe pêcheur ». Les résultats sont donnés à titre indicatif.

IV.1.1.1.4 Évaluation des transferts par les différents vecteurs

Le rejet des effluents radioactifs liquides des tranches 1-2 se fait par l'intermédiaire du bassin de rejet de la tranche 1 préférentiellement (ou de la tranche 2 si la tranche 1 est à l'arrêt). Dans le bassin de rejet, les effluents se mélangent aux eaux de refroidissement de la centrale (circuits CRF, SEC, débit nominal de 45 m³/s). Les eaux du bassin de rejet se rejettent ensuite en mer via une galerie sous-marine de 600 m se terminant par un diffuseur. Les eaux de

refroidissement de la centrale assurent donc une prédilution des rejets liquides avant rejet en mer.

Le rejet des effluents radioactifs liquides de la tranche EPR se fait par la même voie de rejet que ceux des tranches 1-2.

IV.1.1.1.4.1 Activité volumique de l'eau de mer

Les effluents radioactifs liquides rejetés en mer subissent une première dilution dans les eaux de refroidissement, et une deuxième dilution en mer en formant un panache au sein duquel la concentration en radionucléides décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point de rejet.

En ce qui concerne la première dilution dans les eaux de refroidissement, on considère un débit de rejet de 45 m³/s qui correspond au débit moyen en fonctionnement normal sur deux pompes. Il s'agit en effet d'évaluer une exposition chronique, les calculs sont donc réalisés à partir des quantités annuelles rejetées pendant le fonctionnement normal de l'installation.

En ce qui concerne la deuxième dilution en mer, le facteur de dilution des rejets dans l'eau de mer est déterminé de la façon suivante (Cf. **Pièce E, paragraphe III.1.4.1**) :

- Pour l'activité transférée à l'homme par ingestion de produits de la mer, on retient un facteur de dilution de 0,2 correspondant au champ proche des rejets. Les poissons, mollusques et coquillages sont donc supposés vivre en permanence près des rejets et l'équilibre entre les poissons et l'eau est instantané.
- Pour l'exposition externe due aux séjours sur la plage et à la baignade, ainsi que pour l'exposition interne par ingestion d'eau de mer lors d'une baignade, la concentration de l'eau de mer au niveau de la plage considérée est calculée avec un facteur de dilution de 0,07.

IV.1.1.1.4.2 Exposition interne par ingestion de produits de la pêche

Les poissons, les crustacés et les mollusques sont supposés vivre en permanence dans la zone de pêche considérée avant capture.

Les radionucléides rejetés par la centrale dans la mer se concentrent dans les organismes marins plus ou moins vite. Ce phénomène de concentration est évalué à l'aide d'un facteur de concentration qui exprime, pour un radionucléide donné, hors tritium et hors carbone 14, le rapport entre l'activité massique des produits de la pêche et l'activité volumique de l'eau de mer.

IV.1.1.1.4.3 Exposition interne par ingestion d'eau de mer et de sable

Au cours de la baignade, un individu peut boire de l'eau de mer. On considère qu'une personne ingère 0,1 litre d'eau au cours de l'année. De même, lors de son séjour sur la plage, l'individu est susceptible d'ingérer du sable par inadvertance. On considère qu'une personne ingère 0,5 g de sable par an. Ces hypothèses sont issues des travaux du Groupe Radioécologie Nord Cotentin (GRNC) pour la classe d'âge des adultes.

IV.1.1.1.4.4 Exposition externe due aux séjours sur les plages et à la baignade

L'individu présent sur les plages contaminées (pour les activités de pêche à pied, de promenade...), subit une irradiation externe due au sable. L'activité du sable se déduit de l'activité de l'eau de mer par l'intermédiaire du coefficient de partage eau/sable. Ce facteur traduit l'état d'équilibre entre l'adsorption et la désorption des radionucléides sur le sable.

De même, au cours de la baignade, l'individu immergé dans l'eau de mer contaminée subit une irradiation externe.

Le temps de présence annuel sur les plages est pris égal à 100 h/an. Cette valeur est utilisée par le Groupe Radioécologie Nord Cotentin (GRNC) pour toutes les classes d'âge et inclut le temps passé à la pêche à pied.

Le temps annuel de baignade est pris égal à 20 h/an. Cette valeur est utilisée par le Groupe Radioécologie Nord Cotentin (GRNC) pour toutes les classes d'âge à partir de 5 ans.

IV.1.1.1.4.5 Cas particulier du tritium

Le comportement du tritium est particulier car il ne s'accumule pas comme les autres radionucléides mais se met en équilibre entre les différents compartiments contenant de l'eau ou de la vapeur.

Pour le tritium, l'activité massique des produits de la pêche tient compte de l'activité volumique de l'eau en tritium, de la teneur en eau des organismes marins et du coefficient de fixation du tritium sur la matière organique de l'aliment. Dans les calculs, on dissocie la partie « eau tritiée » et la partie « tritium organique » car les facteurs de dose due à l'ingestion sont différents. L'activité massique du tritium correspond alors à la somme des deux contributions.

IV.1.1.1.4.6 Cas particulier du carbone 14

Le carbone 14 est supposé se comporter comme le carbone stable quelle que soit la forme physico-chimique. Le rapport isotopique entre l'isotope 12 et l'isotope 14 reste constant lors des transferts entre les différents constituants de l'écosystème.

Le carbone 14 est incorporé à la matière organique du phytoplancton au cours de la photosynthèse. A l'équilibre, l'activité spécifique du carbone végétal est égale à l'activité spécifique du carbone dans l'eau. Les maillons supérieurs de la chaîne trophique absorbent le carbone 14 essentiellement à partir de la nourriture : l'activité spécifique d'un organisme est égale, à l'équilibre, à celle de sa source de nourriture.

Dans les calculs, le carbone 14 rejeté dans les effluents liquides est supposé être à 100% sous forme minérale. La concentration en carbone stable sous forme dissoute est prise égale à 25,2 g/m³².

IV.1.1.1.5 *Évaluation de la dose efficace annuelle*

Les facteurs de dose efficace utilisés pour calculer la dose reçue par le groupe de référence sont extraits :

- pour la voie d'exposition par ingestion : de l'arrêté du 1^{er} septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.
- pour la voie d'exposition externe à un milieu d'épaisseur infinie : du Federal Guidance n°12.
- pour la voie d'exposition externe par immersion : du Federal Guidance n°12.

Les valeurs des facteurs de dose utilisées tiennent compte des produits de filiation des radionucléides étudiés.

² Valeur issue de l'ouvrage "Marine Ecology" [KINNE - 1970]

IV.1.1.2 Calcul aux rejets réalistes

IV.1.1.2.1 Activités rejetées

Les radionucléides et activités rejetés, pris en compte dans les calculs, sont donnés dans le tableau suivant :

radionucléides	Rejets « réalistes » pour le site de Flamanville : tranches 1-2 + tranche EPR	performance attendue tranche EPR	Rejets réels 2002-2004 tranches 1-2
Ag 110m	0,1202 GBq	0,0342 GBq	0,086 GBq
Co 58	0,3782 GBq	0,1242 GBq	0,254 GBq
Co 60	0,861 GBq	0,18 GBq	0,681 GBq
Cs 134	0,0536 GBq	0,0336 GBq	0,020 GBq
Cs 137	0,1317 GBq	0,0567 GBq	0,075 GBq
Mn 54	0,0472 GBq	0,0162 GBq	0,031 GBq
Sb 124	0,0794 GBq	0,0294 GBq	0,050 GBq
Te123m	0,0256 GBq	0,0156 GBq	0,010 GBq
Ni 63	0,8016 GBq	0,0576 GBq	0,744 GBq
Sb 125	0,1809 GBq	0,0489 GBq	0,132 GBq
Cr 51	0,0036 GBq	0,0036 GBq	0 GBq
<i>Total</i>	<i>2,683 GBq</i>	<i>0,6 GBq</i>	<i>2,083 GBq</i>
I 131	23,3 MBq	7 MBq	16,3 MBq
H3	111 TBq	52 TBq	59 TBq
C14	54 GBq	23 GBq	31 GBq ³

Tableau E-IV.1.1-a : Activités rejetées prises en compte dans les calculs (moyenne des rejets réels liquides 2002-2004 pour les tranches 1-2 et performance attendue pour EPR)

IV.1.1.2.2 Résultats

Tous les résultats intermédiaires (activités volumiques ajoutées dans l'eau, activités massiques des produits de l'alimentation, activités ingérées, activités des sédiments...) sont donnés en **annexe E-1**.

IV.1.1.2.2.1 Tranche EPR seule

Pour le groupe de référence, la dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs liquides « réalistes » de la tranche EPR, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à moins de 0,2 µSv/an, ce qui représente moins de 2/10 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

NOTA : à titre indicatif, pour le groupe « pêcheur », la dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs liquides « réalistes » de la tranche EPR, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à environ 0,5 µSv/an, ce qui représente environ 5/10 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

Le tableau et la figure en page suivante donnent la dose calculée par voie d'exposition.

³ En l'absence de mesure, le rejet de carbone 14 est calculé avec le coefficient suivant : 15 GBq/GWe.an (énergie brute)

ADULTE (groupe de référence)	Dose (Sv/an)
Dose efficace due à l'ingestion de produits de la mer	1,91E-07
Dose efficace due à l'ingestion d'eau de mer par inadvertance lors d'une baignade et de sable lors d'un séjour sur la plage	1,09E-11
Dose efficace due à l'exposition externe (baignade et séjours sur la plage)	3,36E-11
Dose efficace totale	1,91E-07

Tableau E-IV.1.1-b : Dose efficace par voie d'exposition (Sv/an) pour les rejets liquides « réalistes » de la tranche EPR

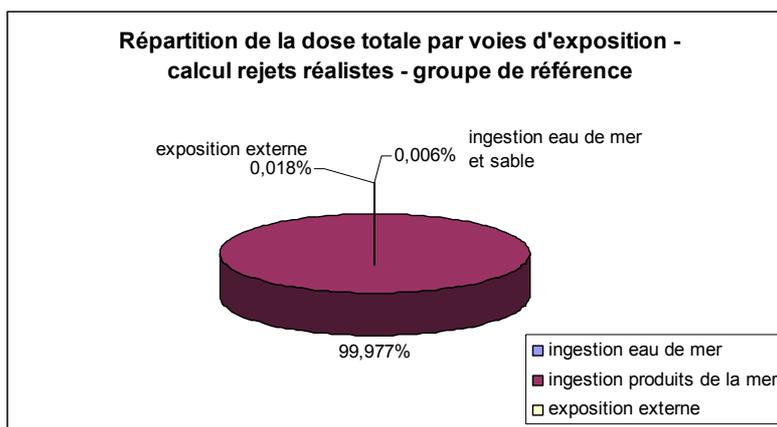


Figure E-IV.1.1-a : Répartition par voie d'exposition de la dose efficace totale due aux rejets liquides « réalistes » de la tranche EPR

IV.1.1.2.2 Site de Flamanville

Pour le groupe de référence, la dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs liquides « réalistes » du site de Flamanville, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à moins de 0,5 µSv/an, ce qui représente moins de 5/10 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique. Cette dose provient pour 60% des rejets de Flamanville 1-2 et pour 40% des rejets de la tranche EPR.

NOTA : à titre indicatif, pour le groupe « pêcheur », la dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs liquides « réalistes » du site de Flamanville, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à moins de 1,5 µSv/an, ce qui représente moins de 15/10 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

La répartition par voie d'exposition de la dose efficace totale due aux rejets liquides « réalistes » du site est de l'ordre de celle affichée sur la Figure **E-IV.1.1-a**.

IV.1.1.3 Calcul aux rejets maximums

IV.1.1.3.1 Activités rejetées

Les radionucléides et activités rejetés, pris en compte dans les calculs, sont donnés dans le tableau suivant :

radionucléides	Activités rejetées par le site de Flamanville : tranches 1-2 + tranche EPR (spectre ⁴)	Part attribuable à la tranche EPR	Part attribuable aux tranches 1-2
Ag 110m	1,995 GBq (5,7%)	0,57 GBq	1,425 GBq
Co 58	7,245 GBq (20,7%)	2,07 GBq	5,175 GBq
Co 60	10,5 GBq (30%)	3 GBq	7,5 GBq
Cs 134	1,96 GBq (5,6%)	0,56 GBq	1,4 GBq
Cs 137	3,3075 GBq (9,45%)	0,945 GBq	2,3625 GBq
Mn 54	0,945 GBq (2,7%)	0,27 GBq	0,675 GBq
Sb 124	1,715 GBq (4,9%)	0,49 GBq	1,225 GBq
Sb 125	2,8525 GBq (8,15%)	0,815 GBq	2,0375 GBq
Ni 63	3,36 GBq (9,6%)	0,96 GBq	2,4 GBq
Te 123m	0,91 GBq (2,6%)	0,26 GBq	0,65 GBq
Autres ⁵	0,21 GBq (0,6%)	0,06 GBq	0,15 GBq
<i>Total</i>	<i>35 GBq</i>	<i>10 GBq</i>	<i>25 GBq</i>
I 131	150 MBq	50 MBq	100 MBq
H3 ⁶	185 TBq	75 TBq	110 TBq
C14	285 GBq	95 GBq	190 GBq

Tableau E-IV.1.1-c : Activités rejetées prises en compte dans les calculs (rejets liquides maximums)

IV.1.1.3.2 Résultats

IV.1.1.3.2.1 Tranche EPR seule

Pour le groupe de référence, la dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs liquides « maximums » de la tranche EPR, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à environ 1 µSv/an, ce qui représente environ 1/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

NOTA : à titre indicatif, pour le groupe « pêcheur », la dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs liquides « maximums » de la tranche EPR, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à moins de 3 µSv/an, ce qui représente moins de 3/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

Le tableau et la figure en page suivante donnent la dose calculée par voie d'exposition.

⁴ Le spectre retenu est établi à partir de la moyenne des rejets de toutes les tranches 1300 MWe calculée sur la période 2002-2004. Il est supposé identique pour les tranches 1-2 et la tranche EPR, aucun retour d'expérience n'étant disponible pour la tranche EPR.

⁵ Ensemble de différents radionucléides pouvant être détectés de façon épisodique. Sur le palier 1300 MWe, la catégorie « autres » est représentée par le Cr51.

⁶ La production de tritium est fonction, notamment, du mode de gestion du combustible. Actuellement, les tranches 1-2 de Flamanville sont en mode GEMMES (enrichissement UO₂ à 4%). Il est envisagé de passer à un mode de gestion du combustible à HTC (Haut Taux de Combustion : 4,5% puis 4,95%). Les valeurs présentées ici correspondent au mode HTC dans la mesure où lorsque la tranche EPR sera mise en service, les tranches 1-2 seront passées au mode HTC. Pour la tranche EPR, il n'est pas fait de distinction entre les différents modes de gestion du combustible, les valeurs prises en compte étant enveloppes du mode de gestion qui sera mis en place au démarrage.

ADULTE (groupe de référence)	Dose (Sv/an)
Dose efficace due à l'ingestion de produits de la mer	9,32E-07
Dose efficace due à l'ingestion d'eau de mer par inadvertance lors d'une baignade et de sable lors d'un séjour sur la plage	1,63E-11
Dose efficace due à l'exposition externe (baignade et séjours sur la plage)	5,60E-10
Dose efficace totale	9,33E-07

Tableau E-IV.1.1-d : Dose efficace par voie d'exposition (Sv/an) pour les rejets liquides maximums de la tranche EPR

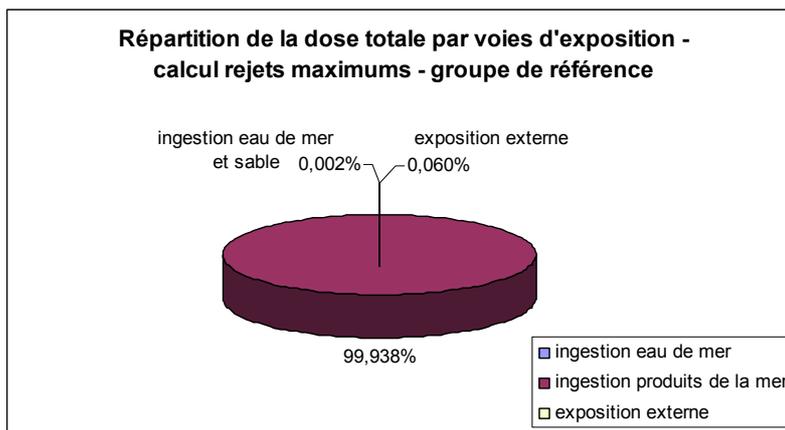


Figure E-IV.1.1-b : Répartition par voie d'exposition de la dose efficace totale due aux rejets liquides maximums de la tranche EPR

IV.1.1.3.2.2 Site de Flamanville

Pour le groupe de référence, la dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs liquides « maximums » du site de Flamanville, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à environ 3 µSv/an, ce qui représente environ 3/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique. Cette dose provient pour 70% des rejets de Flamanville 1-2 et pour 30% des rejets de la tranche EPR.

NOTA : à titre indicatif, pour le groupe « pêcheur », la dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs liquides « maximums » du site de Flamanville, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à moins de 8 µSv/an, ce qui représente moins de 8/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

La répartition par voie d'exposition de la dose efficace totale due aux rejets liquides « maximums » du site est de l'ordre de celle affichée sur la Figure **E-IV.1.1-b**.

IV.1.2 Impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux

IV.1.2.1 Méthode d'évaluation et hypothèses de calcul

IV.1.2.1.1 Voies d'exposition prises en compte

Les voies d'exposition prises en compte sont les suivantes :

- l'exposition externe au panache radioactif,
- l'exposition externe au dépôt radioactif au sol,
- l'exposition interne par inhalation du panache,
- l'exposition interne par ingestion d'aliments contaminés.

La dose efficace due à l'exposition externe pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due à l'exposition externe pour l'adulte (qui est supposé rester 100% du temps à l'extérieur), en considérant que le nourrisson passe 80 % du temps à l'intérieur des habitations et que l'habitat apporte un facteur de protection de 0,15 pour l'exposition externe au panache et de 0,05 pour l'exposition externe au dépôt au sol (valeurs utilisées dans le cadre des études réalisées par le Groupe Radioécologie Nord Cotentin).

En considérant un facteur de remise en suspension de 10^{-8} m^{-1} (valeur utilisée dans le cadre des études Nord-Cotentin correspondant à l'ambiance généralement rencontrée), l'impact dosimétrique dû à la remise en suspension dans l'air des dépôts au sol (vents, pratiques culturelles ...) est négligeable.

L'évaluation des conséquences radiologiques des rejets gazeux est établie pour les lieux suivants : Diélette, les Hougues, la Berquerie, Hameau Guérard, la Coquaise et Flamanville. Ces lieux donnent une vision représentative de l'ensemble des situations rencontrées autour du site.

IV.1.2.1.2 Durée de fonctionnement des installations

Pour les calculs d'impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux, la durée de fonctionnement des tranches 1-2 est prise égale à 40 ans, celle de la tranche EPR est prise égale à 60 ans.

IV.1.2.1.3 Évaluation des transferts par les différents vecteurs

Le site de Flamanville est situé en bord de mer. La diffusion atmosphérique à courte distance est fortement influencée par les particularités topographiques du site. Le calcul de la dispersion atmosphérique est spécifique à ce site.

Les effluents radioactifs gazeux de la tranche EPR sont rejetés par la cheminée de ventilation située sur le BAN. On considère que les rejets ont lieu à une trentaine de mètres au-dessus de la falaise, correspondant à la hauteur de la cheminée.

IV.1.2.1.3.1 Dispersion atmosphérique

Le transfert des éléments radioactifs rejetés avec les effluents gazeux fait intervenir, en premier lieu, la diffusion de ces effluents dans l'atmosphère qui permet d'évaluer l'activité volumique de l'air dans l'environnement.

Dans les calculs, les débits d'activité vers l'atmosphère sont considérés comme constants, sachant que sur l'ensemble de l'année, les irrégularités n'ont que très peu d'effet.

La concentration atmosphérique en un point est fonction d'une part du débit de rejet et d'autre part d'un coefficient de transfert atmosphérique (CTA) qui tient compte de la distance au point de rejet et des conditions météorologiques. Les données météorologiques utilisées pour les

calculs proviennent de mesures effectuées à 20 m au dessus de la falaise, ce qui correspond à peu près au niveau de rejets des cheminées des tranches 1-2 et de la tranche EPR.

Pour les sites en plaine, ce CTA est déterminé sur la base de modèles utilisant un grand nombre de données expérimentales (modèle IPSN- abaques "Le Quinio").

Pour les sites présentant une topographie irrégulière (comme les sites en falaise), l'analyse de la dispersion est complétée par des essais physiques :

- sur maquette en soufflerie
- par des expériences de traçage in situ (tranches 1-2 de Flamanville)

Ces essais ont été réalisés pour les tranches 1 et 2 du site de Flamanville et les résultats sont repris dans l'étude de la dispersion atmosphérique de la tranche EPR. En effet, le niveau supérieur de la cheminée de la tranche EPR sera du même ordre de grandeur que celui des deux tranches Flamanville 1-2, soit environ 110 m NGF.

Les coefficients obtenus sont ensuite pondérés par les données météorologiques locales ; ils tiennent compte notamment des proportions de temps sec et de temps de pluie, de la fréquence du vent dans la direction du lieu pour lequel le calcul est effectué, et de la probabilité d'être en conditions de diffusion "normale" ou "mauvaise" par temps sec et par temps de pluie. Les valeurs utilisées, spécifiques au site de Flamanville sur la période 1994-2003, sont issues d'un rapport de Météo France.

Les mesures issues de la campagne de traçage sur site permettent de valider les coefficients de diffusion atmosphérique déduits des essais en soufflerie.

Les CTA retenus pour les calculs de référence correspondent à ceux obtenus avec les essais en soufflerie. Ils sont au maximum de l'ordre de $3,5 \cdot 10^{-6}$ s/m³ pour la tranche EPR et pour les tranches 1-2.

IV.1.2.1.3.2 Dépôt au sol

Pour l'exposition externe due au dépôt au sol, le calcul ne prend pas en compte les gaz rares, chimiquement inertes, qui ne se déposent pas, ainsi que le tritium, présent sous forme d'eau tritiée, qui ne s'accumule pas à la surface du sol et le carbone 14, émetteur d'un rayonnement ionisant (β pur) à faible pouvoir de pénétration dans l'atmosphère.

Une partie de l'activité de l'air est transférée au sol par dépôt, selon des lois différentes en fonction du type de temps, sec ou pluvieux.

IV.1.2.1.3.3 Transfert le long des chaînes alimentaires

Les gaz rares ne sont pas considérés dans ces calculs car ils n'entrent pas dans la chaîne alimentaire du fait qu'ils ne sont pas métabolisés par les végétaux.

IV.1.2.1.3.3.1 Halogènes et aérosols

♦ Transfert dans les produits d'origine végétale

Les produits considérés dans la ration alimentaire de l'homme sont les légumes feuilles, légumes racines et légumes fruits. Pour les bovins, elle se compose d'herbe, de foin et de maïs ensilage.

Le transfert dans le milieu végétal se fait par le dépôt sec des radionucléides sur le végétal, les apports de radionucléides par l'eau de pluie et les apports dus à l'accumulation des radionucléides dans le sol.

◆ ***Transfert dans les produits d'origine animale***

Les produits considérés dans la ration alimentaire de l'homme sont le lait et la viande de bœuf.

Le transfert dans le milieu animal se fait par ingestion de végétaux contaminés, abreuvement d'eau contaminée (eau de pluie lessivant le panache) et inhalation de radionucléides présents dans l'atmosphère.

La ration alimentaire retenue pour le bovin est donnée en **Pièce C, paragraphe IV.2.2.1.3**.

La ration alimentaire de l'homme est extraite de l'enquête CREDOC réalisée en 1998. Elle regroupe, sous une même dénomination, l'ensemble des produits appartenant à une même catégorie d'aliments, elle est donnée en **Pièce C, paragraphe IV.2.3**. La ration alimentaire du nourrisson est de 255,5 L de lait par an.

On tient compte de la décroissance radioactive liée au stockage des produits de l'alimentation du bovin et de l'homme.

IV.1.2.1.3.3.2 Cas particulier du tritium

Le transfert du tritium dans les produits végétaux et animaux est traité séparément de la façon suivante : le tritium se retrouve dans les différents compartiments où l'eau est présente en phase vapeur ou liquide.

A l'échelle annuelle, le tritium présent dans le végétal ne se cumule pas, mais s'équilibre entre ces différents compartiments, et par exemple se trouve être relié à l'humidité moyenne de l'atmosphère ; l'hydrogène étant un constituant de la matière organique, le tritium se retrouvera également dans celle-ci par suite de la synthèse chlorophyllienne.

La concentration dans un produit animal tient compte de l'atmosphère tritiée inhalée par l'animal et de l'eau d'abreuvement tritiée consommée par l'animal.

IV.1.2.1.3.3.3 Cas particulier du carbone 14

Le ^{14}C sous forme de CO_2 est incorporé à la matière organique des végétaux au cours de la photosynthèse. A l'équilibre, l'activité spécifique du carbone végétal est égale à l'activité spécifique du carbone atmosphérique.

Les autres formes chimiques, monoxyde de carbone et hydrocarbures, n'entrent dans le cycle du carbone végétal et animal qu'après oxydation, par voie photochimique ou microbiologique, c'est-à-dire à plus long terme, quelques mois à quelques années après.

Par conséquent, pour les transferts par la chaîne alimentaire, les calculs sont effectués en ne tenant compte que du ^{14}C sous forme de $^{14}\text{CO}_2$ (forme minérale), soit 20 % du ^{14}C total rejeté.

IV.1.2.1.4 Évaluation de la dose efficace annuelle

Les facteurs de dose, pour l'exposition externe au panache et au dépôt au sol, sont extraits du Federal Guidance n°12. Le tritium et le carbone 14 ne sont pas concernés, l'exposition externe à ces deux radioéléments étant négligeable.

Les valeurs des facteurs de dose utilisées tiennent compte des produits de filiation des radionucléides étudiés.

Les facteurs de dose efficace pour les voies d'exposition par ingestion et par inhalation sont extraites de l'arrêté⁷ du 1^{er} septembre 2003, extrait du J.O. de la République Française du 13 novembre 2003.

⁷ Arrêté du 1er septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.

Pour la voie inhalation, les valeurs sont également extraites de l'arrêté du 1^{er} septembre 2003. Le type de clairance⁸ pulmonaire pris en compte est généralement celui recommandé par la CIPR 71 s'il existe, sinon la forme la plus pénalisante est considérée.

Le tritium est considéré sous forme d'eau tritiée et l'iode sous forme moléculaire.

Pour l'exposition par inhalation, la totalité du ¹⁴C rejeté est prise en compte, en supposant que 80 % sont rejetés sous forme organique (CH₄) et 20 % sous forme minérale (CO₂ principalement).

Les gaz rares n'entrent pas dans le calcul de l'exposition par inhalation. En effet, la dose par inhalation des gaz rares est négligée : « Pour la plupart des radionucléides du type gaz inerte, l'exposition interne résultant de gaz absorbés dans les tissus de l'organisme ou contenus dans les poumons est négligeable si on la compare à l'exposition externe de la peau et des autres organes lorsqu'une personne est immergée dans un gaz radioactif.» (extrait de l'arrêté du 1^{er} septembre 2003 du J.O. de la République Française du 13 novembre 2003).

Les calculs sont effectués au niveau des lieux suivants : Diélette, Hameau Guérard, Flamanville, la Coquaise, la Berquerie et les Hougues et à partir d'un coefficient de transfert atmosphérique⁹ (CTA) réaliste, représentatif des conditions de dispersion du site (présence de la falaise). Ces calculs serviront de référence.

IV.1.2.2 Calcul aux rejets réalistes

IV.1.2.2.1 Activités rejetées

Les radionucléides et activités rejetés, pris en compte dans les calculs, sont donnés dans le tableau suivant :

Catégorie de radionucléides	Rejets « réalistes » pour le site de Flamanville : tranches 1-2 + tranche EPR (GBq)	Performance attendue tranche EPR (GBq)	Rejets réels 2002-2004 tranches 1-2 (GBq)
Kr 85	245,1	111,2	133,9
Xe 133	1258,5	504,8	753,7
Xe 135	587,3	158,4	428,9
Ar 41	78,1	23,2	54,9
Xe 131m	8	2,4	5,6
<i>Total Gaz Rares</i>	<i>2177</i>	<i>800</i>	<i>1377</i>
I 131	0,0462	0,0228	0,0234
I 133	0,0938	0,0272	0,0666
<i>Total Iodes</i>	<i>0,14</i>	<i>0,05</i>	<i>0,09</i>
Co 58	0,001649	0,000102	0,001547
Co 60	0,0014574	0,0001204	0,001337
Cs 134	0,0011311	0,0000936	0,0010375
Cs 137	0,0012575	0,000084	0,0011735
<i>Total PF/PA*</i>	<i>0,005495</i>	<i>0,0004</i>	<i>0,005095</i>
H3	2 50	500	2 250
C 14	765	350	415

* PF/PA : produits de fission et d'activation

Tableau E-IV.1.2-a : Activités rejetées prises en compte dans les calculs (moyenne des rejets réels gazeux 2002-2004 pour les tranches 1-2 et performance attendue pour EPR)

⁸ La clairance est le coefficient d'épuration correspondant à l'aptitude d'un tissu, d'un organe, à éliminer une substance.

⁹ Le coefficient de transfert atmosphérique tient compte de la distance au point de rejet et des conditions météorologiques et permet ainsi de traduire l'importance de l'activité volumique en un point.

IV.1.2.2.2 Résultats

IV.1.2.2.2.1 Tranche EPR seule

Le tableau suivant présente la dose reçue par les habitants des six lieux étudiés pour le calcul de référence.

	Diélette	Hameau Guérard	La Coquaise	Flamanville	La Berquerie	Les Hougues
Dose adulte (Sv/an)	4,99E-07	1,66E-07	1,66E-07	2,51E-07	3,51E-07	5,96E-07
Dose nourrisson (Sv/an)	1,12E-06	3,71E-07	3,71E-07	5,62E-07	7,84E-07	1,33E-06

Tableau E-IV.1.2-b : Dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs gazeux aux rejets réalistes

L'analyse de ce tableau montre que le groupe de référence pour les rejets « réalistes » est constitué des habitants du hameau « Les Hougues ».

La dose efficace annuelle due aux rejets radioactifs gazeux « réalistes », toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à environ 0,6 µSv/an, au niveau du hameau « Les Hougues », ce qui représente environ 6/10 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

Concernant le nourrisson, la dose efficace annuelle, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, due aux rejets radioactifs gazeux « réalistes », est estimée à moins de 1,5 µSv/an, au niveau du hameau « Les Hougues ». Elle suppose une alimentation exclusive de lait produit localement dans la zone la plus exposée au panache des rejets gazeux.

Le tableau et la figure qui suivent détaillent la dose calculée par voie d'exposition.

Les Hougues	
ADULTE (groupe de référence)	Dose (Sv/an)
Dose efficace due au panache	1,50 E-08
Dose efficace due au dépôt au sol	1,55 E-09
Dose efficace due à l'inhalation	1,02 E-08
Dose efficace due à l'ingestion	5,69 E-07
Dose efficace Totale	5,96 E-07
NOURRISSON (groupe de référence)	Dose (Sv/an)
Dose efficace due au panache ¹⁰	4,78 E-09
Dose efficace due au dépôt au sol ¹¹	3,71 E-10
Dose efficace due à l'inhalation	4,99 E-09
Dose efficace due à l'ingestion	1,32 E-06
Dose efficace Totale	1,33 E-06

Tableau E-IV.1.2-c : Dose efficace par voie d'exposition (Sv/an) pour les rejets gazeux « réalistes » de la tranche EPR

¹⁰La dose efficace due au panache pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due au panache pour l'adulte (cf. § IV.1.2.1.1)

¹¹La dose efficace due au dépôt au sol pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due au dépôt au sol pour l'adulte (cf. § IV.1.2.1.1)

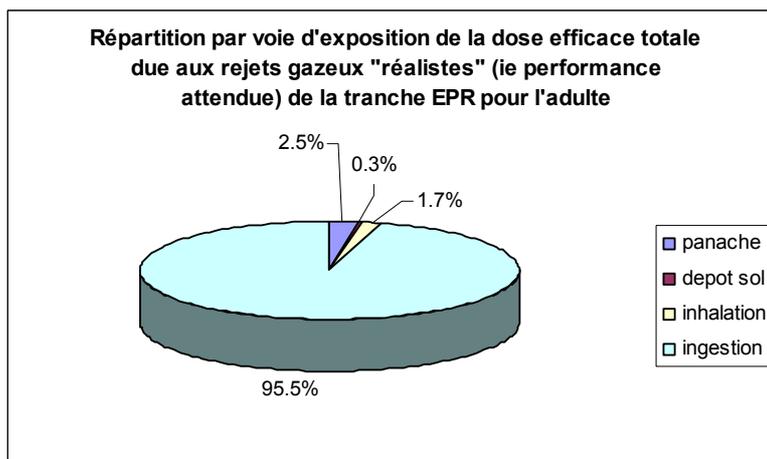


Figure E-IV.1.2-a : Répartition par voie d'exposition de la dose efficace totale due aux rejets gazeux « réalistes » de la tranche EPR

IV.1.2.2.2 Site de Flamanville

Le tableau suivant présente la dose reçue par les habitants des six lieux étudiés pour le calcul de référence.

	Diélette	Hameau Guérard	La Coquaise	Flamanville	La Berquerie	Les Hougues
Dose adulte (Sv/an)	1,19E-06	7,37E-07	5,16E-07	8,22E-07	1,18E-06	1,29E-06
Dose nourrisson (Sv/an)	2,70E-06	1,68E-06	1,17E-06	1,87E-06	2,68E-06	2,92E-06

Tableau E-IV.1.2-d : Dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs gazeux aux rejets réalistes

L'analyse de ce tableau montre que le groupe de référence pour les rejets « réalistes » est constitué des habitants du hameau « Les Hougues ».

La dose efficace annuelle due aux rejets radioactifs gazeux « réalistes », toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à moins de 1,5 µSv/an, au niveau du hameau « Les Hougues », ce qui représente moins de 15/10 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

Concernant le nourrisson, la dose efficace annuelle due aux rejets radioactifs gazeux « réalistes », toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée à environ 3 µSv/an, au niveau du hameau « Les Hougues ». Elle suppose une alimentation exclusive de lait produit localement dans la zone la plus exposée au panache des rejets gazeux.

La répartition par voie d'exposition de la dose efficace totale due aux rejets liquides « réalistes » du site est de l'ordre de celle affichée sur la Figure **E-IV.1.2-a**.

IV.1.2.3 Calcul aux rejets maximums

IV.1.2.3.1 Activités rejetées

Les radionucléides et activités rejetés, pris en compte dans les calculs, sont donnés dans le tableau suivant :

Catégorie de radionucléides	Activités rejetées par le site de Flamanville : tranches 1-2 + tranche EPR (GBq)	Part attribuable à la tranche EPR (GBq)	Part attribuable aux tranches 1-2 (GBq)
Kr 85	9 382,5	3 127,5	6 255
Xe 133	42 592,5	14 197,5	28 395
Xe 135	13 365	4 455	8 910
Ar 41	1 957,5	652,5	1 305
Xe 131m	202,5	67,5	135
<i>Total Gaz rares</i>	<i>67 500</i>	<i>22 500</i>	<i>45 000</i>
I 131	0,5472	0,1824	0,3648
I 133	0,6528	0,2176	0,4352
<i>Total Iodes</i>	<i>1,2</i>	<i>0,4</i>	<i>0,8</i>
Co 58	0,2907	0,0867	0,204
Co 60	0,34314	0,10234	0,2408
Cs 134	0,26676	0,07956	0,1872
Cs 137	0,2394	0,0714	0,168
<i>Total PF/PA*</i>	<i>1,14</i>	<i>0,340</i>	<i>0,8</i>
H3	11 000	3 000	8 000
C 14	2 300	900	1 400

* PF/PA : produits de fission et d'activation

Tableau E-IV.1.2-e : Activités rejetées prises en compte dans les calculs (rejets gazeux maximums)

IV.1.2.3.2 Résultats

IV.1.2.3.2.1 Tranche EPR seule

Le tableau suivant présente la dose reçue par les habitants des six lieux étudiés pour le calcul de référence.

	Diélette	Hameau Guérard	La Coquaise	Flamanville	La Berquerie	Les Hougues
Dose adulte (Sv/an)	2,59E-06	8,62E-07	8,62E-07	1,31E-06	1,82E-06	3,10E-06
Dose nourrisson (Sv/an)	4,68E-06	1,55E-06	1,55E-06	2,36E-06	3,29E-06	5,59E-06

Tableau E-IV.1.2-f : Dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs gazeux maximums

L'analyse de ce tableau montre que le groupe de référence pour les rejets maximums est constitué des habitants du hameau « Les Hougues ».

La dose efficace annuelle due aux rejets radioactifs gazeux « maximums », toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à environ 3°µSv/an au niveau du hameau « Les Hougues », ce qui représente environ 3/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

Concernant le nourrisson, la dose efficace annuelle due aux rejets radioactifs gazeux « maximums », toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée à moins de 6 µSv/an au niveau du hameau « Les Hougues ». Elle suppose une alimentation exclusive de lait produit localement dans la zone la plus exposée au panache des rejets gazeux.

Le tableau et la figure qui suivent détaillent la dose calculée par voie d'exposition.

Les Hougues	
ADULTE (groupe de référence)	Dose (Sv/an)
Dose efficace due au panache	4,21 E-07
Dose efficace due au dépôt au sol	7,40 E-07
Dose efficace due à l'inhalation	6,03 E-08
Dose efficace due à l'ingestion	1,88 E-06
Dose efficace Totale	3,10 E-06
NOURRISSON (groupe de référence)	
Dose efficace due au panache ¹²	1,35 E-07
Dose efficace due au dépôt au sol ¹³	1,78 E-07
Dose efficace due à l'inhalation	3,07 E-08
Dose efficace due à l'ingestion	5,24 E-06
Dose efficace Totale	5,59 E-06

Tableau E-IV.1.2-g : Dose efficace par voie d'exposition (Sv/an) pour les rejets gazeux maximums de la tranche EPR

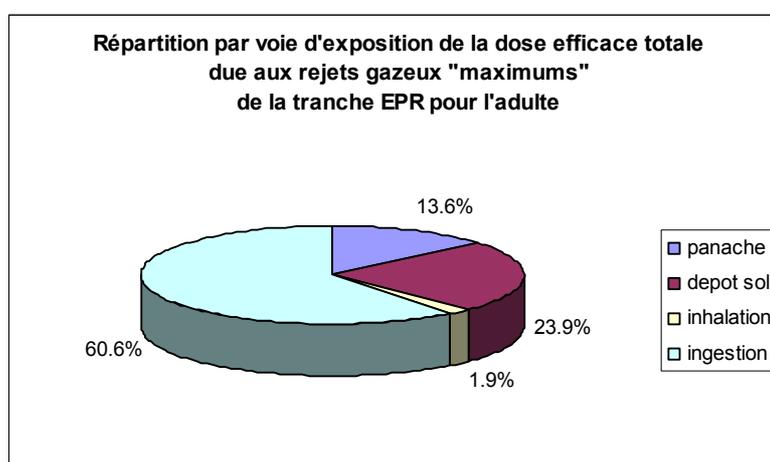


Figure E-IV.1.2-b : Répartition par voie d'exposition de la dose efficace totale due aux rejets gazeux maximums de la tranche EPR

IV.1.2.3.2.2 Site de Flamanville

Le tableau suivant présente la dose reçue par les habitants des six lieux étudiés pour le calcul de référence.

	Diélette	Hameau Guérard	La Coquaise	Flamanville	La Berquerie	Les Hougues
Dose adulte (Sv/an)	7,45E-06	4,87E-06	3,32E-06	5,31E-06	7,64E-06	7,97E-06
Dose nourrisson (Sv/an)	1,34E-05	8,76E-06	5,97E-06	9,56E-06	1,38E-05	1,44E-05

Tableau E-IV.1.2-h : Dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs gazeux maximums

¹²La dose efficace due au panache pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due au panache pour l'adulte (cf. § IV.1.2.1.1)

¹³La dose efficace due au dépôt au sol pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due au dépôt au sol pour l'adulte (cf. § IV.1.2.1.1)

L'analyse de ce tableau montre que le groupe de référence (population la plus impactée par les rejets gazeux du site de Flamanville) pour les rejets maximums est constitué des habitants du hameau « Les Hougues ».

La dose efficace annuelle due aux rejets radioactifs gazeux « maximums », toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à environ $8^{\circ}\mu\text{Sv}/\text{an}$ au niveau du hameau « Les Hougues », ce qui représente environ $8/1\ 000^{\text{ème}}$ de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

Concernant le nourrisson, la dose efficace annuelle due aux rejets radioactifs gazeux « maximums », toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée à moins de $15\ \mu\text{Sv}/\text{an}$ au niveau du hameau « Les Hougues ». Elle suppose une alimentation exclusive de lait produit localement dans la zone la plus exposée au panache des rejets gazeux.

La répartition par voie d'exposition de la dose efficace totale due aux rejets liquides « réalistes » du site est de l'ordre de celle affichée sur la Figure **E-IV.1.2-b**.

IV.1.3 Évaluation de la dose efficace totale due aux rejets radioactifs gazeux et liquides

Le groupe de référence pour la tranche EPR est constitué par les habitants du hameau « Les Hougues » qui pourraient cumuler l'effet des expositions aux rejets gazeux et aux rejets liquides par une consommation exclusive d'aliments produits localement ou pêchés au niveau des rejets et par des séjours réguliers sur les plages des anses de Vauville et Scioto.

Pour l'adulte habitant aux Hougues, la dose efficace annuelle totale due aux rejets radioactifs liquides et gazeux de la tranche EPR est estimée à environ 4 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les rejets maximums et moins de 1 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les rejets dits « réalistes », ce qui est bien inférieur à la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

Pour un adulte appartenant au groupe « pêcheur », la dose efficace annuelle totale est légèrement plus élevée mais du même ordre de grandeur (environ 6 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les rejets maximums et environ 1 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les rejets dits « réalistes »).

Concernant le nourrisson, la dose efficace annuelle totale, due uniquement aux rejets gazeux, est estimée à moins de 6 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les rejets maximums et à moins de 1,5 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les rejets dits « réalistes » ce qui reste encore bien inférieur à la limite de 1 mSv fixée par le Code de la Santé Publique.

En cumulant les rejets de la tranche EPR avec ceux des tranches 1-2, on obtient les résultats suivants :

- le groupe de référence reste le hameau « Les Hougues »,
- la dose efficace annuelle totale due aux rejets radioactifs liquides et gazeux du site de Flamanville est estimée à environ 11 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les rejets maximums et moins de 2 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les rejets dits « réalistes »,
- pour un adulte appartenant au groupe « pêcheur », la dose efficace annuelle totale due aux rejets radioactifs liquides et gazeux du site de Flamanville est estimée à moins de 16 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les rejets maximums et moins de 3 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les rejets dits « réalistes »,
- pour le nourrisson, la dose efficace annuelle totale due uniquement aux rejets radioactifs gazeux du site de Flamanville est estimée à moins de 15 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les rejets maximums et environ 3 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ pour les rejets dits « réalistes ».

Ces doses sont toutes largement inférieures à la limite de 1 mSv fixée par le Code de la Santé Publique. On peut par ailleurs les mettre en regard de la dose liée à l'exposition à la radioactivité naturelle omniprésente, qui est en moyenne de 2,4 mSv/an en France, et dont les fluctuations d'une région à une autre peuvent faire varier cette valeur du simple au double. L'impact dosimétrique de la tranche EPR et des trois tranches du site de Flamanville apparaît ainsi sans commune mesure avec l'exposition à la radioactivité naturelle.

PIECE E

CHAPITRE IV.2

**Impact sanitaire des rejets
des effluents liquides et gazeux non radioactifs**

SOMMAIRE Chapitre IV.2

IV.2	IMPACT SANITAIRE DES REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX ET LIQUIDES NON RADIOACTIFS	3
IV.2.1	Impact sanitaire des rejets non radioactifs en phase chantier	4
IV.2.1.1	Impact sanitaire des rejets liquides	4
IV.2.1.1.1	<i>Eaux usées</i>	4
IV.2.1.1.2	<i>Eaux pluviales, eaux d'épuisement des fouilles et eaux issues de la construction du puits en mer</i>	4
IV.2.1.1.3	<i>Eaux des essais</i>	5
IV.2.1.1.3.1	Substances et quantités rejetées	5
IV.2.1.1.3.2	Méthodologie d'étude	6
IV.2.1.1.3.3	Description des dangers pour les substances retenues et choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR)	7
IV.2.1.1.3.4	Évaluation de l'exposition des populations	7
IV.2.1.1.3.5	Caractérisation des risques	8
IV.2.1.1.3.6	Impact cumulé des rejets de chantier et des tranches 1-2	10
IV.2.1.2	Impact sanitaire des poussières	10
IV.2.1.2.1	<i>Origine des poussières</i>	10
IV.2.1.2.2	<i>Évaluation des risques sanitaires de l'envol des poussières générées par les travaux</i>	11
IV.2.1.2.2.1	Sélection des substances à étudier	11
IV.2.1.2.2.2	Définition de la relation dose-réponse	11
IV.2.1.2.2.3	Estimation de l'exposition de la population environnante	12
IV.2.1.2.2.4	Caractérisation des risques et conclusion	12
IV.2.1.3	Impact sanitaire des gaz d'échappements et des hydrocarbures	13
IV.2.1.4	Impact sanitaire des rejets de formol et de monoxyde de carbone	13
IV.2.2	Impact sanitaire des rejets gazeux non radioactifs en fonctionnement normal	15
IV.2.3	Impact sanitaire des rejets liquides non radioactifs en fonctionnement normal	17
IV.2.3.1	Étape préliminaire : inventaire des substances et sélection des substances à étudier	17
IV.2.3.1.1	<i>Produits ne répondant pas au critère 1 : "toxicité potentielle"</i>	18
IV.2.3.1.2	<i>Produits répondant au critère 1 et ne répondant pas au critère 2 : « quantité rejetée »</i>	18
IV.2.3.1.2.1	Caractère significatif des concentrations ajoutées vis à vis des concentrations déjà présentes dans le milieu	19
IV.2.3.1.2.2	Caractère significatif des concentrations présentes vis à vis de la toxicité potentielle	20
IV.2.3.1.3	<i>Récapitulatif des substances retenues pour l'évaluation du risque sanitaire</i>	21
IV.2.3.2	Étapes 1 et 2 : Identification des dangers et valeurs toxicologiques de référence (VTR) des substances retenues	21
IV.2.3.2.1	<i>Identification des dangers</i>	22
IV.2.3.2.2	<i>Valeurs toxicologiques de référence retenues pour les calculs</i>	24
IV.2.3.2.2.1	Substances ne bénéficiant pas d'une Valeur Toxicologique de Référence	24
IV.2.3.2.2.2	Substances bénéficiant d'une Valeur Toxicologique de Référence	24
IV.2.3.3	Étape 3 : Évaluation de l'exposition	24
IV.2.3.3.1	<i>Hypothèses concernant l'exposition des populations</i>	25
IV.2.3.3.1.1	Populations considérées	25
IV.2.3.3.1.2	Voies d'exposition considérées	25
IV.2.3.3.2	<i>Durée d'exposition</i>	26
IV.2.3.3.3	<i>Scénarios d'exposition</i>	27
IV.2.3.3.4	<i>Calcul des Doses Journalières d'Exposition (DJE)</i>	28
IV.2.3.4	Étape 4 : Caractérisation des risques	31
IV.2.3.4.1	<i>Effets à seuil et effets sans seuil</i>	31
IV.2.3.4.2	<i>Expositions chroniques</i>	32

IV.2.3.4.2.1	Substances bénéficiant d'une valeur toxicologique de référence	32
IV.2.3.4.2.2	Substances ne bénéficiant pas d'une Valeur Toxicologique de Référence	34
IV.2.3.4.3	<i>Exposition aiguë au cuivre</i>	35
IV.2.3.5	Conclusion	36

SOMMAIRE Tableaux Chapitre IV.2

Tableau E-IV.2.1-a :	Substances et quantités rejetées	5
Tableau E-IV.2.1-b :	Comparaison des concentrations maximales ajoutées dans le champ proche avec les concentrations déjà présentes en mer	6
Tableau E-IV.2.1-c :	Valeurs Toxicologiques de Référence retenues pour l'étude d'impact sanitaire.....	7
Tableau E-IV.2.1-d :	DJE attribuables	8
Tableau E-IV.2.1-e :	DJE cumulées pour le fer	8
Tableau E-IV.2.1-f :	Caractérisation des risques pour l'hydrazine et la nitrosomorpholine	8
Tableau E-IV.2.1-g :	Caractérisation des risques pour les effets sans seuil du bromoforme.....	9
Tableau E-IV.2.1-h :	Caractérisation des risques pour les effets à seuil du bromoforme	9
Tableau E-IV.2.1-i :	Caractérisation des risques pour l'exposition aiguë au bromoforme	10
Tableau E-IV.2.1-j :	Valeurs Limites d'Exposition.....	12
Tableau E-IV.2.3-a :	Rapport entre la concentration ajoutée et la concentration initiale dans le milieu	19
Tableau E-IV.2.3-b :	Substances retenues pour l'étude de risque sanitaire	21
Tableau E-IV.2.3-c :	Valeurs toxicologiques de référence retenues pour l'étude de risque sanitaire.....	24
Tableau E-IV.2.3-d :	Scénarios d'exposition étudiés	27
Tableau E-IV.2.3-e :	Facteurs de bioconcentration	29
Tableau E-IV.2.3-f :	DJE attribuables et cumulées pour le site de Flamanville - Rejets maximums.....	30
Tableau E-IV.2.3-g :	DJE attribuables et cumulées pour le site de Flamanville – Rejets réalistes	30
Tableau E-IV.2.3-h :	Caractérisation des risques associés aux substances non cancérigènes – Rejets maximums	32
Tableau E-IV.2.3-i :	Étude de sensibilité groupe « pêcheurs »- Caractérisation des risques associés aux substances non cancérigènes – Rejets maximums	32
Tableau E-IV.2.3-j :	Caractérisation des risques associés aux substances non cancérigènes – Rejets réalistes.....	32
Tableau E-IV.2.3-k :	Caractérisation des risques associés aux substances cancérigènes – Rejets maximums	33
Tableau E-IV.2.3-l :	Étude de sensibilité groupe « pêcheurs »- Caractérisation des risques associés aux substances cancérigènes – Rejets maximums	33
Tableau E-IV.2.3-m :	Caractérisation des risques associés aux substances cancérigènes – Rejets réalistes	33

IV.2 IMPACT SANITAIRE DES REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX ET LIQUIDES NON RADIOACTIFS

Ce chapitre présente l'évaluation des effets sur la santé des populations riveraines du site de Flamanville, des rejets d'effluents liquides et gazeux non radioactifs liés à la phase chantier et au fonctionnement normal de la future tranche EPR.

Selon le principe de proportionnalité adoptable dans le champ de l'évaluation des risques sanitaires liés aux ICPE, l'étude d'impact sera plus ou moins approfondie selon l'importance des incidences prévisibles de la pollution.

Dans le cadre d'une étude approfondie, la méthodologie retenue est celle de l'Évaluation Quantitative de Risque Sanitaire (EQRS) reprenant les recommandations de l'Institut de Veille Sanitaire¹ et de l'INERIS². Elle comporte quatre étapes : l'identification des dangers, la définition des relations dose-réponse entre les niveaux d'exposition et la survenue des dangers, l'évaluation de l'exposition, la caractérisation des risques.

La méthode consiste dans un premier temps à identifier les **dangers** liés à chaque substance, le danger étant une propriété intrinsèque d'une substance. Suivant les caractéristiques de l'**exposition** des populations, cette propriété s'exprimera et conduira à caractériser un **risque**, ou ne s'exprimera pas, et il sera alors possible de conclure à l'absence de risque. L'objet de cette analyse peut donc être résumé ainsi : **Risque = Danger x Exposition**.

La définition des dangers repose sur la recherche de Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) qui établissent une relation :

- soit entre une dose et un effet. Il s'agit alors de la Dose Journalière Admissible (DJA) qui permet de caractériser des effets à seuil (ne survenant qu'au-delà d'un seuil de dose),
- soit entre une dose et une probabilité d'effet. Il s'agit alors d'un Excès de Risque Unitaire (ERU) qui permet de caractériser des effets sans seuil (dont la probabilité de survenue est proportionnelle à la dose).

Concernant l'évaluation de l'exposition, il s'agit de déterminer la Dose Journalière d'Exposition (DJE) qui correspond à la quantité de substance ingérée par jour rapportée à l'unité de masse corporelle de l'individu cible (cas des rejets liquides) ou à la concentration de la substance dans l'air (cas des rejets gazeux).

Enfin, concernant la caractérisation des risques :

- pour les effets à seuil, l'estimation du risque se fait grâce à un quotient de danger (noté QD) qui correspond au rapport entre la dose journalière d'exposition (DJE) et la dose de référence (VTR) exprimée sous la forme d'une dose journalière admissible (DJA). Si ce rapport est inférieur à 1, on peut conclure à une absence de risque. Dans le cas contraire, l'apparition d'un effet ne peut être écartée.
- pour les effets sans seuil, l'estimation du risque se fait grâce à un excès de risque individuel (noté ERI) qui est évalué à partir de la dose journalière d'exposition (DJE) et de la dose de référence (VTR) exprimée sous la forme d'un excès de risque unitaire (ERU). L'OMS donne comme valeur guide la valeur 10^{-5} qui

¹ INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE, Guide pour l'analyse du Volet Sanitaire des Études d'Impact, février 2000.

² MARCEL F., BOUDET C., R. BONNARD, PICHARD A., ROUIL L., Guide méthodologique / Evaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées / Substances chimiques, INERIS 2003

correspond à un excès de risque d'avoir un effet dû à l'exposition de 1 sur 100 000.

IV.2.1 Impact sanitaire des rejets non radioactifs en phase chantier

IV.2.1.1 Impact sanitaire des rejets liquides

Le site du chantier ne présente pas de nappe souterraine véritable et il est situé en dehors de tout périmètre de protection défini pour des forages de production d'eau potable. En ce sens, il n'est pas à prévoir de risque de pollution de la ressource souterraine utilisée pour la consommation humaine.

Les seuls risques encourus, du fait des travaux, sont liés aux possibilités de dégradation de la qualité de l'eau dues aux rejets des eaux usées, des eaux pluviales, des eaux d'épuisement des fouilles, des eaux issues de la construction du puits en mer et des eaux issues des essais de démarrage. On notera qu'aucun rejet ne sera effectué dans les eaux douces mais directement en mer.

IV.2.1.1.1 Eaux usées

S'agissant des eaux usées, on notera que les entreprises en charge des travaux installeront des sanitaires sur le chantier qui répondront à la réglementation en vigueur.

Lors de la phase de travaux préparatoires, l'assainissement du chantier sera assuré par le stockage dans des fosses adaptées qui seront mises en place par les entreprises intervenant sur le chantier. En cas d'utilisation de fosses étanches, les boues collectées pourront être accueillies par la station d'épuration de Diélette-Souville. Compte tenu des dispositions prises, il n'y aura pas de rejet et donc pas d'incidence liées aux eaux usées pendant les travaux préparatoires.

Lors de la phase de travaux proprement dite, les eaux usées et eaux vanes récoltées à la sortie de chaque parcelle seront traitées en STEP avant rejet en mer via les émissaires existants. Les stations d'épuration répondent à la réglementation en vigueur et assurent une concentration en DBO5 en sortie inférieure à 35 mg/L. De même, ces stations d'épuration répondent aux normes en vigueur en ce qui concerne les rejets bactériologiques. Par conséquent, compte tenu de ces dispositions, il n'y a pas de risques sanitaires liés aux rejets des stations d'épuration lors de la phase chantier.

IV.2.1.1.2 Eaux pluviales, eaux d'épuisement des fouilles et eaux issues de la construction du puits en mer

Les voies d'exposition des populations peuvent être les suivantes :

- exposition interne par ingestion de produits de la mer tels que les poissons, les mollusques et les crustacés,
- exposition interne due à l'ingestion d'eau de mer lors d'une baignade.

On notera :

- qu'il n'y pas d'exploitations conchylicoles recensées à proximité de Flamanville. L'exploitation mytilicole la plus proche se situe à 25 km au sud du Cap de Flamanville,
- que la pêche à pied est interdite aux abords proches du site,

- que les zones de baignade et de pratique de sports nautiques sont situées au niveau de l'Anse de Vauville au nord et de l'Anse de Sciotot au sud, localisées à environ 3,5 km des points de rejet en mer.

Par ailleurs, les MES qui constituent la part de polluant la plus importante dans les eaux de chantier ne sont pas toxiques pour l'homme. Les autres substances rejetées avec les eaux de la section amont du canal d'aménée représentent une part infime de ce qu'il y a déjà dans l'eau de mer (Cf. **Pièce E, paragraphe III.1.4.3.1.2**). Enfin, compte tenu des moyens mis en œuvre (déshuileurs, contraintes de rejet, moyens techniques en cas de pollution accidentelle, surveillance...), les impacts liés aux fuites d'hydrocarbures (qui sont la seconde source possible de pollution) sont bien maîtrisés.

IV.2.1.1.3 Eaux des essais

Dans un premier temps, l'évaluation d'impact porte sur les rejets de chantier en phase d'essais pris séparément, c'est-à-dire sans faire le cumul avec les rejets des tranches 1-2 en fonctionnement normal. L'évaluation des rejets cumulés est faite dans un second temps (Cf. **paragraphe IV.2.1.1.3.6**)

IV.2.1.1.3.1 Substances et quantités rejetées

Lors de la phase d'essais, les rejets chimiques annuels et journaliers maximums sont les suivants (hors résidus de chloration) :

Substances ³	Conditionnement des circuits (kg/an)	Production d'eau déminéralisée (kg/an)	Quantité (kg/an)	Quantité (kg/jour)
Fer	400	314	714	40
MES	80	600	680	15
Phosphates	500		500	170
Lithine	2		2	2
Hydrazine	0,5		0,5	0,4
Acide borique	1 250		1 250	1 250
Morpholine	300		300	15
Sodium	-	6033	6033	1054
Sulfates	-	4591	4591	2100

Tableau E-IV.2.1-a : Substances et quantités rejetées

Les rejets de substances provenant du conditionnement des circuits sont effectués :

- via le bassin de rejet de la tranche 2 ou de la tranche 1 si la tranche 2 est à l'arrêt avant mise en eau du canal d'aménée devant la tranche EPR,
- directement dans le canal d'aménée après suppression du bouchon inter-tranche 2 et 3.

Ainsi, dans le premier cas, les rejets sont dilués dans les eaux de refroidissement d'une tranche en fonctionnement, soit 45 m³/s. Dans le deuxième cas, ils sont dilués par les eaux de refroidissement des tranches 1-2, soit 90 m³/s.

L'étude d'impact réalisée ici se base sur l'hypothèse de dilution la plus pénalisante, soit un débit de 45 m³/s.

³ Les substances étudiées proviennent à la fois du conditionnement des circuits et de la production d'eau déminéralisée nécessaire au remplissage des circuits.

Les rejets des substances provenant de la production d'eau déminéralisée sont effectués directement dans le canal d'aménée. On fait l'hypothèse conservatrice qu'ils sont repris dans les eaux de refroidissement d'une seule tranche en fonctionnement et on néglige la dilution dans le canal d'aménée.

Lors des essais en station de pompage, le dispositif de chloration va être testé selon le même protocole que celui qui sera mis en place lors de la mise en service définitive de la tranche EPR : chloration à 0,5 mg/L de façon séquentielle sur chaque voie toutes les 30 minutes. Ceci conduira à des rejets d'oxydants résiduels d'au plus 0,5 mg/L dans le bassin de rejet de la tranche EPR (0,25 mg/L lorsque les deux pompes sont en service) et des rejets de bromoforme d'au plus 0,02 mg/L (0,01 mg/L lorsque les deux pompes sont en service).

IV.2.1.1.3.2 Méthodologie d'étude

L'étude d'impact des rejets issus des essais est basée sur la méthode de l'EQRS (Cf. début du chapitre). Le lecteur se rapportera au **paragraphe IV.2.3** pour trouver le détail des hypothèses d'étude qui sont communes entre le fonctionnement normal et la phase chantier.

L'application du critère « toxicité potentielle » conduit à écarter de l'évaluation du risque sanitaire les MES, le sodium, les sulfates, les phosphates et les oxydants résiduels.

Les substances restantes ne sont étudiées que si elles sont ajoutées en quantité significative vis à vis des concentrations déjà présentes dans le milieu. Pour cela, on calcule la concentration maximale ajoutée en mer, qui correspond au flux 24 h ⁴:

$$\text{Cajoutée/24h (mg/L)} = \text{flux 24h (kg)} / (45 \times 3,6 \times 24)$$

Dans le champ proche des rejets, on considère un facteur de dilution supplémentaire de 0,2 (Cf. **Pièce E, paragraphe III.1.4.1**) ce qui donne les concentrations maximales suivantes :

Substances	Concentration maximale ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration présente en mer (mg/L) ⁵	ratio
Fer	2,1E-03	1,0E-02	~20%
Lithine	1,0E-04	6,2E-01	<< 1%
Hydrazine	2,1E-05	0,0E+00	/
Acide borique	6,4E-02	2,8E+01	< 1%
Morpholine	7,7E-04	0,0E+00	/
Bromoforme	8,0E-03	0,0E+00	/

Tableau E-IV.2.1-b : Comparaison des concentrations maximales ajoutées dans le champ proche avec les concentrations déjà présentes en mer

La lithine et l'acide borique sont ajoutés en quantité négligeable par rapport à la composition naturelle de l'eau de mer. Ainsi, il n'est pas pertinent de mener une étude de risque sur ces substances, car leur rejet ne peut engendrer un risque décelable compte-tenu des concentrations déjà présentes dans l'eau de mer.

Des éléments quant à la toxicité potentielle du fer, de l'hydrazine, de la morpholine ainsi que de nitrosomorpholine⁶ et du bromoforme ont été relevés dans la bibliographie (Cf. **paragraphe IV.2.3**). Nous mènerons donc une EQRS complète pour ces substances.

⁴ La sélection des substances se fait sur un pas de temps journalier pour être cohérent avec la définition des valeurs toxicologiques de référence.

⁵ La concentration présente en mer est donnée en Pièce E, paragraphe III.1.4.2.

⁶ In vivo, en présence de nitrites, la morpholine peut-être transformée en nitrosomorpholine. Chez le rat, jusqu'à 12 % de la morpholine administrée peut être ainsi métabolisée en nitrosomorpholine. En première approche majorante, on considère que 12 % de la morpholine est métabolisée en nitrosomorpholine.

IV.2.1.1.3.3 Description des dangers pour les substances retenues et choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR)

Si la bibliographie fournit des éléments quant à la toxicité de la morpholine, elle ne définit pas de VTR pour cette substance.

En revanche, il existe des VTR pour le fer, l'hydrazine, la nitrosomorpholine et le bromoforme. Les VTR retenues sont présentées dans le tableau suivant :

Substance	Exposition orale	VTR	Effet critique	Source
Fer	Effets chroniques à seuil	DJA = 0,8 mg/kg/j	Surcharge ferrique	JECFA 1983
Hydrazine	Effets chroniques sans seuil	ERUo = 3 (mg/kg/j) ⁻¹	Hépatocarcinome	US-EPA 1991
Morpholine	-	Pas de VTR	-	-
Nitroso-morpholine	Effets chroniques sans seuil	ERUo = 6,7.10 ⁻³ (µg/kg/j) ⁻¹	Tumeurs du système respiratoire	Cal-EPA 1997
Bromoforme	Effets chroniques à seuil	DJA = 1,79.10 ⁻² mg/kg/j	Atteinte hépatique	OMS 2003
	Effets chroniques sans seuil	ERUo = 7,9.10 ⁻³ (mg/kg/j) ⁻¹	Cancer colorectal	US-EPA 1998
	Effets aigus	DJA = 0,6 mg/kg/j	Effets neurologiques	ATSDR 1990

Tableau E-IV.2.1-c : Valeurs Toxicologiques de Référence retenues pour l'étude d'impact sanitaire

IV.2.1.1.3.4 Évaluation de l'exposition des populations

Le fer et la morpholine sont étudiés en exposition chronique car le flux 24h ne représente qu'une faible part du flux annuel. L'hydrazine par contre doit être étudiée à la fois en aigu et en chronique car le flux 24h représente 80% du flux annuel.

Le bromoforme est étudié en exposition chronique et en exposition aiguë, car une dose plus élevée de 1 mg/L en chlore peut être injectée ponctuellement sur une pompe en service afin de tester l'efficacité d'une chloration plus importante, en cas de contamination particulière de la station de pompage.

Les hypothèses prises pour calculer les doses journalières d'exposition DJE sont identiques à celles présentées au **paragraphe IV.2.3**. Les principales hypothèses sont résumées ici :

- hypothèse d'une contamination par ingestion de produits de la mer
- hypothèse d'une contamination par ingestion d'eau de mer lors d'une baignade.
- dilution du flux annuel pour l'exposition chronique ou du flux 24h pour l'exposition aiguë dans un débit de 45 m³/s puis application d'un facteur 0,2 pour les produits de la mer et 0,07 pour la baignade.

La durée d'exposition pour la phase chantier est prise égale à 2 ans (les essais ayant lieu entre 2010 et 2011) sauf pour la chloration où elle est de 1 an (essais sur la station de pompage en 2011).

Par ailleurs, pour le bromoforme, on applique directement les coefficients de dilution en mer sans considérer de dilution dans le circuit de refroidissement car les calculs sont effectués directement à partir de la concentration dans le bassin de rejet et non pas du flux annuel.

Les calculs conduisent aux résultats suivants :

produit	Conc. ajoutée en mer en zone de pêche (mg/L)	DJE attribuable produits de la mer (mg/kg/j)	Conc. ajoutée en mer en zone de baignade (mg/L)	DJE attribuable eau (mg/kg/j)
fer	1,0E-04	7,2E-04	3,5E-05	1,4E-10
hydrazine	7,0E-08	2,1E-12	2,5E-08	2,8E-15
Hydrazine aigu	2,1E-05	2,2E-08	7,2E-06	1,0E-08
morpholine	4,2E-05	4,4E-08	1,5E-05	5,8E-11
nitrosomorpholine ⁷	0,0E+00	2,0E-10	0,0E+00	2,6E-13
bromoforme effets à seuil	4,0E-03	4,2E-06	7,0E-04	2,7E-09
bromoforme effets sans seuil	4,0E-03	1,3E-06	7,0E-04	3,9E-11
bromoforme aigu	8,0E-03	1,8E-04	2,8E-03	1,1E-08

Tableau E-IV.2.1-d : DJE attribuables

La concentration naturelle de l'eau de mer étant nulle pour tous les produits sauf le fer, la dose journalière d'exposition attribuable aux rejets est égale à la dose journalière d'exposition cumulée. Pour le fer, la dose journalière d'exposition cumulée est donnée dans le tableau suivant :

produit	Conc. cumulée en mer en zone de pêche (mg/L)	DJE cumulée produits de la mer (mg/kg/j)	Conc. cumulée en mer en zone de baignade (mg/L)	DJE cumulée eau (mg/kg/j)
fer	1,0E-02	7,2E-02	1,0E-02	3,9E-08

Tableau E-IV.2.1-e : DJE cumulées pour le fer

IV.2.1.1.3.5 Caractérisation des risques

IV.2.1.1.3.5.1 Hydrazine et nitrosomorpholine

◆ Impact chronique

L'hydrazine et la nitrosomorpholine sont des substances à effet sans seuil. Le risque lié à l'exposition chronique à ces substances se caractérise donc par un ERI.

Les calculs conduisent aux ERI suivants :

Produit	ERUo (mg/kg/j) ⁻¹	DJE attribuable produits de la mer + eau (mg/kg/j)	ERI attribuable produits de la mer + eau	DJE cumulée produits de la mer + eau (mg/kg/j)	ERI cumulée produits de la mer + eau
hydrazine	3	2,1E-12	6,3E-12	2,1E-12	6,3E-12
nitrosomorpholine	6,7	2,0E-10	1,4E-09	2,0E-10	1,4E-09

Tableau E-IV.2.1-f : Caractérisation des risques pour l'hydrazine et la nitrosomorpholine

⁷ Les DJE pour la nitrosomorpholine sont calculées à partir des DJE pour la morpholine sachant que le rapport des masses molaires morpholine / nitrosomorpholine est de 0,75.

Ces ERI représentent pour un homme de 70 kg, exposé aux rejets de chantier du fait de l'ingestion d'eau de mer et de produits de la mer :

- un excès de risque de développer un cancer du fait de l'exposition chronique à l'hydrazine inférieur à 7 sur 1 000 milliards ;
- un excès de risque de développer un cancer du fait de l'exposition chronique à la nitrosomorpholine par métabolisation de la morpholine inférieur à 2 sur 1 milliard.

♦ ***Impact aigu***

En l'absence de VTR pour l'hydrazine en exposition aiguë, il n'est pas possible d'évaluer quantitativement le risque associé à cette substance par ingestion d'eau de mer et de produits de la mer en exposition aiguë. Pour autant, il est possible de souligner que l'exposition estimée pour cette substance est faible. En effet, la DJE maximale est de l'ordre de $3,2 \cdot 10^{-11}$ g par kg de poids corporel et par jour, à comparer à la dose provoquant des effets aigus, citée au **paragraphe IV.2.3.2.1**, de 0,77 à 1,15 g.

IV.2.1.1.3.5.2 Morpholine

En l'absence de VTR pour l'exposition chronique à la morpholine, il n'est pas possible d'évaluer quantitativement le risque associé à cette substance par ingestion d'eau de mer lors de la baignade et de produits de la mer.

Pour autant, il est possible de souligner que l'exposition estimée pour cette substance est faible. En effet, la DJE correspondante est de l'ordre de 45 nanogramme ($4,5 \cdot 10^{-8}$ g) par kg de poids corporel et par jour, à comparer à la dose provoquant des effets chroniques chez l'animal : de 10 à 20 mg/j chez le rat pour la morpholine.

IV.2.1.1.3.5.3 Fer et Bromoforme

♦ ***Impact chronique***

Sur la base des DJE calculées précédemment, la caractérisation des risques chroniques pour le fer et le bromoforme est la suivante :

Produit	ERU ₀ (mg/kg/j) ⁻¹	DJE attribuable produits de la mer + eau (mg/kg/j)	ERI attribuable produits de la mer + eau	DJE cumulée produits de la mer + eau (mg/kg/j)	ERI cumulée produits de la mer + eau
bromoforme effets sans seuil	7,9E-03	1,3E-06	9,9E-09	1,3E-06	9,9E-09

Tableau E-IV.2.1-g : Caractérisation des risques pour les effets sans seuil du bromoforme

Produit	DJA (mg/kg/j)	DJE attribuable produits de la mer + eau (mg/kg/j)	QD attribuable produits de la mer + eau	DJE cumulée produits de la mer + eau (mg/kg/j)	QD cumulé produits de la mer + eau
fer	8,0E-01	7,2E-04	9,0E-04	7,2E-02	9,0E-02
bromoforme effets à seuil	1,8E-02	4,2E-06	2,3E-04	4,2E-06	2,3E-04

Tableau E-IV.2.1-h : Caractérisation des risques pour les effets à seuil du bromoforme

Concernant les effets sans seuil du bromoforme, l'excès de risque de développer un cancer du fait de l'exposition chronique est inférieur à 1 sur 100 millions.

Pour les effets à seuil du fer et du bromoforme, nous pouvons conclure à une absence de risque d'apparition d'un effet toxique en exposition chronique, les quotients de danger étant inférieurs à 1.

◆ ***Impact aigu***

Les calculs en exposition aiguë conduisent aux résultats suivants :

produit	DJA (mg/kg/j)	DJE attribuable produits de la mer + eau (mg/kg/j)	QD attribuable produits de la mer + eau	DJE cumulée produits de la mer + eau (mg/kg/j)	QD cumulé produits de la mer + eau
bromoforme aigu	6,0E-01	1,8E-04	2,9E-04	1,8E-04	2,9E-04

Tableau E-IV.2.1-i : Caractérisation des risques pour l'exposition aiguë au bromoforme

Le quotient de danger étant inférieur à 1, il n'y a pas de risque d'apparition d'un effet toxique en exposition aiguë au bromoforme lors des rejets de chantier.

IV.2.1.1.3.6 Impact cumulé des rejets de chantier et des tranches 1-2

Toutes les substances rejetées lors de la phase d'essais sont également rejetées en fonctionnement normal par les tranches 1-2. Dans tous les cas, hors phosphates, les flux cumulés des rejets de chantier et de ceux des tranches 1-2 sont inférieurs ou égaux⁸ à ceux étudiés dans le paragraphe « Impact sanitaire des rejets liquides non radioactifs en fonctionnement normal ». Les conclusions du paragraphe « Impact sanitaire des rejets liquides non radioactifs en fonctionnement normal » peuvent donc être reprises ici : il n'y a donc pas d'impact sanitaire des rejets de chantier cumulés avec ceux des tranches 1-2 en fonctionnement.

Concernant les phosphates, le flux cumulé des rejets de chantier et de ceux des tranches 1-2 est légèrement supérieur au flux cumulé des trois tranches en fonctionnement normal. Cependant, les phosphates ne font pas partie des substances répertoriées comme toxiques pour l'homme. Il n'y a donc pas d'impact sanitaire des rejets de phosphates du chantier cumulés avec ceux des tranches 1-2 en fonctionnement normal.

IV.2.1.2 Impact sanitaire des poussières

IV.2.1.2.1 Origine des poussières

Les travaux envisagés susceptibles de produire des poussières sont décrits en **Pièce B, chapitre V**.

Les principaux travaux susceptibles de générer des poussières sont les travaux de terrassement. La poussière émise proviendra essentiellement du granite composant le sous-sol de Flamanville. Les travaux de démolition de béton seront très limités.

⁸ cas du bromoforme : les protocoles de chloration étant identiques pendant les essais et pendant le fonctionnement normal de la tranche EPR.

IV.2.1.2.2 Évaluation des risques sanitaires de l'envol des poussières générées par les travaux

IV.2.1.2.2.1 Sélection des substances à étudier

Les pathologies susceptibles d'être générées par les travaux peuvent être causées :

- Par les poussières stricto sensu, en raison de leur granulométrie.
Des campagnes de mesures dans l'environnement lors de l'implosion d'un immeuble⁹ (cas pénalisant au regard des travaux envisagés) montrent que l'impact des poussières est limité dans le temps et dans l'espace :
 - aucun effet mesurable n'a été observé dans la direction opposée au vent ;
 - la durée de vie du pic de poussières de taille inférieure à 10µm (PM10 dont la granulométrie permet de pénétrer la trachée) a été courte, la plupart des points de mesure ayant retrouvé leurs niveaux initiaux en moins d'un quart d'heure ;
 - Les pics de PM10 sous le vent sont apparus varier avec la distance, dépassant les niveaux avant implosion de 3000 fois à 100 m, et 20 fois à 1130 m ;
 - Aucune augmentation des PM10 n'a été mise en évidence dans l'air à l'intérieur des locaux se trouvant à proximité de l'implosion, même dans les endroits les plus proches (périmètre de 250 m).
- Par les éléments chimiques constitutifs de ces poussières.

IV.2.1.2.2.2 Définition de la relation dose-réponse

Les Valeurs Toxicologiques de Référence des éléments identifiés sont précisées ci-dessous.

Il faut noter que :

- les VTR pour les effets cancérigènes sont établies pour des durées d'exposition « vie entière » (soit 70 ans) alors que la production de poussières a lieu de façon discontinue pendant la durée des travaux, elle-même limitée dans le temps. En effet, les poussières ne sont émises que durant les périodes de travail. D'autre part, leur quantité reste faible du fait du maintien en propreté du site pour limiter les ré-envols (par exemple par un arrosage des surfaces concernées par temps sec). La durée d'exposition aux poussières est donc largement inférieure à la durée prévue des travaux.
- les VTR pour les effets non cancérigènes liés à des expositions de longue durée (dites chroniques) concernent des durées d'exposition supérieures à 1 an.

Relation dose-réponse des poussières

Les recherches bibliographiques réalisées n'ont pas permis de définir une relation dose-réponse applicable aux poussières.

Relation dose-réponse des éléments constitutifs des poussières

Les poussières proviendront essentiellement du granite composant le sol de Flamanville. Ce granite est composé en majorité de silice (Cf. **Pièce C, paragraphe II.2**). Les VTR recherchées sont donc celle relatives à cette substance.

⁹ Beck CM, Geyh A, Srinivasian A, Breyse PN, Egglestone PA, Buckley T : "The impact of a building implosion on airborne particulate matter in an urban community", Air & Waste management assoc. 53:1256:63

Relation dose-réponse de la silice¹⁰

Les seules valeurs trouvées sont des limites préconisées dans le cadre de la protection des travailleurs qui ne sont pas adaptées à une étude d'impact sanitaire de la population environnante.

substance	Voie et durée d'exposition	Valeur Limite d'Exposition (VLE)	source
quartz	Inhalation (travailleurs)	0,1 mg/m ³	INRS
Cristobalite	Inhalation (travailleurs)	0,05 mg/m ³	INRS
tridymite	Inhalation (travailleurs)	0,05 mg/m ³	INRS

Tableau E-IV.2.1-j : Valeurs Limites d'Exposition

IV.2.1.2.2.3 Estimation de l'exposition de la population environnante

Malgré l'absence de VTR pour les poussières, donc de possibilité de mener une évaluation de risque de façon quantifiée, l'estimation de l'exposition de la population est importante à réaliser puisque, quel que soit l'agent dangereux, c'est uniquement en cas d'exposition que le risque d'apparition du danger peut exister.

Cependant, l'absence de données concernant les débits d'émission des poussières ainsi que leur granulométrie et donc l'impossibilité de réaliser une modélisation des dispersions atmosphériques et des retombées au sol, ne permettent pas d'évaluer les risques liés aux poussières et à leurs principaux éléments constitutifs (ceux pour lesquels nous disposons de VTR).

Il faut par ailleurs noter que les modélisations de dispersion de sources diffuses de poussières sont encore du domaine de la recherche, comme l'attestent les programmes de recherche mis en place par l'INERIS¹¹ et la journée d'étude consacrée aux émissions diffuses et fugitives du CITEPA¹² en octobre 2002.

IV.2.1.2.2.4 Caractérisation des risques et conclusion

La réalisation de la démarche d'évaluation des risques sanitaires menée dans cette étude ne nous permet pas une évaluation quantitative des risques sanitaires du fait :

- de l'absence de données quantitatives concernant l'émission des poussières ;
- des connaissances scientifiques actuelles :
 - absence de VTR pour les poussières,
 - difficultés de modélisation de la dispersion des poussières émises par des sources diffuses.

Toutefois, les mesures de taux d'empoussièrement lors de la démolition d'un immeuble, mentionnées précédemment, ont montré que leur dispersion était limitée dans le temps et l'espace, et qu'aucune augmentation de la concentration en poussières n'était observée à l'intérieur des bâtiments alentour. Or, en moyenne, un adulte passe la majorité de son temps à l'intérieur d'un bâtiment.

¹⁰ Robert R. Lauwerys « toxicologie industrielle et intoxication professionnelle », Masson 2000.

¹¹ Institut National de l'Environnement industriel et des risques : <http://www.ineris.org/>

¹² Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique : <http://www.citepa.org/journees/programme2002.htm>

Par ailleurs, en raison de leur situation sur le plateau, les habitants les plus proches du site seront protégés des émissions de poussières par la falaise (impact des poussières limité dans l'espace en raison de leur granulométrie).

Enfin, l'émission de poussières est limitée dans le temps étant donné son caractère discontinu et la durée des travaux.

Ainsi, en l'état actuel de l'étude, l'impact sanitaire par inhalation des poussières émises lors des travaux de terrassement peut donc être considéré comme négligeable.

IV.2.1.3 Impact sanitaire des gaz d'échappements et des hydrocarbures

Les camions et engins de chantier sont à l'origine de l'émission de gaz d'échappement. Afin d'en limiter la nuisance, ils respecteront la réglementation et ne circuleront sur le site que de façon limitée.

Les réservoirs de stockage des huiles servant au fonctionnement des engins seront placés sur rétention conformément à la réglementation.

Par ailleurs, les engins seront en bon état de fonctionnement et leur entretien sera assuré.

L'impact sanitaire des gaz d'échappement et des hydrocarbures sera donc négligeable.

IV.2.1.4 Impact sanitaire des rejets de formol et de monoxyde de carbone

La première montée en température dans le bâtiment réacteur de la tranche EPR occasionnera des émanations de formol issues du calorifuge mis en place sur les équipements et tuyauteries chaudes ainsi que des rejets de monoxyde de carbone.

L'évaluation de l'impact sanitaire de ces rejets est effectuée sur la base des concentrations ajoutées dans l'environnement calculées en **Pièce B**. Les concentrations maximales obtenues sont de $5,6 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en formol et $5,2 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en monoxyde de carbone et les concentrations moyennes sont de $1,5 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en formol et $1,4 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en monoxyde de carbone.

Concernant le formol, les valeurs toxicologiques de référence (VTR) retenues pour l'évaluation sont celles proposées par l'ATSDR (1999) pour les expositions aiguë et sub-chronique par inhalation. Ces valeurs sont les suivantes :

- 0,04 ppm (0,05 mg/m³) pour une exposition aiguë par inhalation, valeur dérivée d'un LOAEL (Low Observed Adverse Effect Level) de 0,4 ppm chez l'homme (Pazdrack et al., 1993).
- 0,03 ppm (0,04 mg/m³) pour une exposition sub-chronique par inhalation, valeur dérivée d'un NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) de 0,98 ppm chez le singe (Rush et al., 1983).

Concernant le monoxyde de carbone, en absence de valeurs toxicologiques de référence, les valeurs guides dans l'air ambiant proposées par l'OMS (WHO Air Quality Guidelines for Europe - Second Edition 2000) sont retenues pour évaluer l'impact sanitaire. Selon l'OMS, la valeur de 2,5 % de COHb¹⁴ (valeur pouvant provoquer une défaillance cardiaque chez les sujets non fumeurs souffrant de maladie coronarienne et des effets toxiques sur le fœtus des femmes enceintes non fumeuses), ne peut être dépassée si les concentrations dans l'air en monoxyde de carbone sont inférieures à :

- 10 mg/m³ en moyenne sur 8 h ;
- 30 mg/m³ en moyenne sur 1 h ;
- 60 mg/m³ en moyenne sur 30 minutes ;
- 100 mg/m³ en moyenne sur 15 minutes.

Les très faibles valeurs obtenues restent en deçà des valeurs toxicologiques de référence retenues et des valeurs guides recommandées par l'OMS. Aucun effet sanitaire suite aux rejets de formol et de monoxyde de carbone n'est donc attendu dans la population exposée.

¹⁴ Après inhalation, le monoxyde de carbone est capable de traverser les membranes pulmonaires pour se fixer sur l'hémoglobine contenue dans les globules rouges (l'affinité de l'hémoglobine pour le monoxyde de carbone est 220 fois plus forte que pour l'oxygène), formant la carboxyhémoglobine (COHB). Le degré d'intoxication au monoxyde de carbone s'apprécie donc par le calcul du pourcentage d'hémoglobine sous forme de carboxyhémoglobine (COHB). Dans la population générale des non fumeurs, le niveau de COHB varie de 0,5 à 1,5%, du fait de l'exposition à l'environnement ambiant.

IV.2.2 Impact sanitaire des rejets gazeux non radioactifs en fonctionnement normal

Les rejets gazeux non radioactifs de la tranche EPR sont constitués uniquement des gaz d'échappement (oxydes de soufre et oxydes d'azote) des moteurs des différents groupes électrogènes de secours, des rejets en formol et en monoxyde de carbone suite au changement du calorifuge dans les bâtiments réacteur lors des opérations de maintenance des tranches, ainsi que des rejets d'ammoniac en phase de redémarrage liés à la dégradation thermique de l'hydrazine utilisée pour le conditionnement humide des Générateurs de Vapeurs en arrêt de tranche.

Les caractéristiques de ces rejets sont décrites en **Pièce B, chapitre IV.2.5.2.**

Les groupes électrogènes de secours ne fonctionnent que quelques dizaines d'heures par an lors des essais périodiques. Ces matériels ne provoquent pas de nuisance particulière sur la santé du fait de leur durée de fonctionnement réduite et donc des faibles quantités de gaz rejetées annuellement. Il est à noter que ces équipements respectent une teneur en soufre dans le combustible utilisé conforme à la réglementation en vigueur.

L'évaluation de l'impact sanitaire des rejets en formol et en monoxyde de carbone est effectuée sur la base des concentrations ajoutées dans l'environnement calculées en **Pièce B**. Les concentrations maximales obtenues sont de $3,2 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en formol et $3 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en monoxyde de carbone et les concentrations moyennes sont de $1 \cdot 10^{-3}$ mg/m³ en formol et en monoxyde de carbone pour les rejets de la tranche EPR.

Concernant le formol, les valeurs toxicologiques de référence (VTR) retenues pour l'évaluation sont celles proposées par l'ATSDR (1999) pour les expositions aiguë et sub-chronique par inhalation. Ces valeurs sont les suivantes :

- 0,04 ppm (0,05 mg/m³) pour une exposition aiguë par inhalation, valeur dérivée d'un LOAEL (Low Observed Adverse Effect Level) de 0,4 ppm chez l'homme (Pazdrack et al., 1993).
- 0,03 ppm (0,04 mg/m³) pour une exposition sub-chronique par inhalation, valeur dérivée d'un NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) de 0,98 ppm chez le singe (Rush et al., 1983).

Concernant le monoxyde de carbone, en absence de valeurs toxicologiques de référence, les valeurs guides dans l'air ambiant proposées par l'OMS (WHO Air Quality Guidelines for Europe - Second Edition 2000) sont retenues pour évaluer l'impact sanitaire. Selon l'OMS, la valeur de 2,5 % de COHb¹⁶ (valeur pouvant provoquer une défaillance cardiaque chez les sujets non fumeurs souffrant de maladie coronarienne et des effets toxiques sur le fœtus des femmes enceintes non fumeuses), ne peut être dépassée si les concentrations dans l'air en monoxyde de carbone sont inférieures à :

- 10 mg/m³ en moyenne sur 8 h ;
- 30 mg/m³ en moyenne sur 1 h ;

¹⁶ Après inhalation, le monoxyde de carbone est capable de traverser les membranes pulmonaires pour se fixer sur l'hémoglobine contenue dans les globules rouges (l'affinité de l'hémoglobine pour le monoxyde de carbone est 220 fois plus forte que pour l'oxygène), formant la carboxyhémoglobine (COHB). Le degré d'intoxication au monoxyde de carbone s'apprécie donc par le calcul du pourcentage d'hémoglobine sous forme de carboxyhémoglobine (COHB). Dans la population générale des non fumeurs, le niveau de COHB varie de 0,5 à 1,5%, du fait de l'exposition à l'environnement ambiant.

- 60 mg/m³ en moyenne sur 30 minutes ;
- 100 mg/m³ en moyenne sur 15 minutes.

Les très faibles valeurs obtenues restent en deçà des valeurs toxicologiques de référence retenues et des valeurs guides recommandées par l'OMS. Aucun effet sanitaire suite aux rejets de formol et de monoxyde de carbone n'est donc attendu dans la population exposée.

Les rejets d'ammoniac en phase de redémarrage sont évacués par les soupapes GCTatmosphère qui se trouvent sur le Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) à environ 30 m du sol de la plate-forme. La dispersion de ces rejets est complexe compte tenu de la présence des autres bâtiments (bâtiment réacteur, salle des machines...) et de l'orographie particulière du site de Flamanville (site falaise). Cependant, la qualité ponctuelle de ces rejets, leur durée temporaire et les faibles quantités de substances rejetées laissent supposer le caractère négligeable de leur impact sur la santé du public. Pour confirmer ce point, des travaux de modélisation ont donc été lancés afin de déterminer la dispersion de tels rejets.

Les conclusions de ce paragraphe peuvent être généralisées à l'ensemble du site. En effet, il est très peu probable que les essais périodiques des groupes électrogènes ou le redémarrage des tranches Flamanville 1-2 et EPR se fassent de manière simultanée. D'autre part, les quantités rejetées par chacune des tranches et les modalités de rejet sont équivalentes.

IV.2.3 Impact sanitaire des rejets liquides non radioactifs en fonctionnement normal

Ce paragraphe présente l'évaluation des effets des rejets d'effluents liquides non radioactifs liés au fonctionnement normal de l'ensemble des tranches du site de Flamanville, et en particulier de la tranche EPR, sur la santé des populations riveraines selon la méthodologie de l'Évaluation Quantitative de Risque Sanitaire rappelée au début de ce paragraphe.

IV.2.3.1 Étape préliminaire : inventaire des substances et sélection des substances à étudier

Les substances pouvant être rejetées par le site de Flamanville dans son ensemble (toutes tranches confondues) sont les suivantes :

- acide borique, lithine, hydrazine, morpholine, éthanolamine, azote¹⁷, phosphates, sodium, détergents, métaux totaux¹⁸, DCO et MES provenant des bâches KER et SEK,
- sodium, sulfates, chlorures, fer et détergents provenant de la station de déminéralisation et de l'unité de dessalement,
- bromoforme, oxydants résiduels (qui regroupent principalement les ions hypobromites, hypochlorites et des bromamines) provenant de la chloration des circuits de refroidissement,
- hydrocarbures provenant du réseau SEO et SEH.

Parmi ces substances, certaines peuvent être écartées de l'évaluation du risque sanitaire dans la mesure où :

- soit il s'agit d'indicateurs de certaines caractéristiques globales de la physico-chimie du rejet (cas de la DCO et des MES),
- soit il s'agit de rejets non spécifiques à l'installation et de rejets dosés selon une méthode globale ce qui ne permet une approche analytique (composé par composé) de l'impact sanitaire (cas des détergents¹⁹ et des hydrocarbures).

Les substances à étudier sont donc les suivantes : acide borique, lithine, hydrazine, morpholine, éthanolamine, ammonium, nitrates, phosphates, sodium, sulfates, chlorures, fer, métaux totaux, oxydants résiduels, bromoforme ainsi que les produits de dégradation de la morpholine et de l'éthanolamine (formiates, glycolates, acétates et oxalates, Cf. **Pièce B, paragraphe IV.1.5.1**) et la nitrosomorpholine²⁰. La liste de ces substances est valable à la fois pour les tranches 1-2 et pour la tranche EPR.

¹⁷ Concernant l'azote, on considèrera 2 scénarios : d'une part qu'il est à 100 % sous forme d'ammonium, d'autre part à 100 % sous forme de nitrates. En effet, dans l'eau des circuits, l'azote se présente sous la forme d'ions ammonium. Ce n'est qu'après transfert dans les réservoirs de stockage que celui-ci se transforme partiellement en nitrates, voire en nitrites, au contact de l'oxygène de l'air.

¹⁸ Les métaux totaux regroupent : Manganèse, Cuivre, Zinc, Nickel, Chrome, Fer, Aluminium, Plomb.

¹⁹ Les détergents utilisés répondent aux exigences de la réglementation en ce qui concerne la biodégradabilité et l'absence d'EDTA et de phosphates. L'exigence de biodégradabilité apporte une garantie sur la disparition à terme de ces produits. A titre illustratif, les rejets en détergents de l'ensemble du site de Flamanville correspondent aux rejets d'un village de 3000 personnes.

²⁰ Substance susceptible d'être formée à partir de la morpholine en présence de nitrites.

Afin de déterminer parmi ces substances, celles qui doivent faire l'objet d'une évaluation de risque sanitaire, une analyse est effectuée afin de les classer vis à vis des critères suivants :

- Critère 1 : toxicité potentielle de la substance,
- Critère 2 : si une toxicité potentielle est mise en évidence, caractère significatif des quantités rejetées.

L'étude quantitative des risques d'une substance se fera lorsque ces deux critères seront réunis.

IV.2.3.1.1 Produits ne répondant pas au critère 1 : "toxicité potentielle"

L'étude de la toxicité potentielle d'une substance consiste à rechercher si la substance est susceptible de provoquer des effets sanitaires.

La définition de ces critères pour chaque substance repose sur une recherche bibliographique, notamment dans les bases de données de l'US-EPA , l'INRS , le HSDB , l'IPCS , l'ATSDR , le RAIS , l'EHC et l'OMS .

L'application de ce critère 1 « toxicité potentielle » conduit à écarter de l'évaluation du risque sanitaire les ions ammonium, chlorure, sulfate et sodium, et les phosphates car ils sont considérés par les instances sanitaires comme très peu voire non toxiques pour l'homme.

Par ailleurs, les oxydants résiduels liés à la chloration disparaissent rapidement dans l'eau de mer par diverses réactions physiques et chimiques. L'évaluation du risque sanitaire n'est donc pas faite sur ces substances.

IV.2.3.1.2 Produits répondant au critère 1 et ne répondant pas au critère 2 : « quantité rejetée »

Si une toxicité potentielle est mise en évidence, on établit le caractère significatif des quantités rejetées, en terme de concentration ajoutée au milieu après dilution. Le caractère « significatif » des concentrations est regardé sous deux aspects :

- concentrations ajoutées « significatives » vis à vis des concentrations déjà présentes dans le milieu,
- si les concentrations ajoutées sont « significatives » vis à vis des concentrations déjà présentes dans le milieu, caractère « significatif » des concentrations cumulées dans le milieu vis à vis de la toxicité potentielle identifiée.

Dans l'EQRS, il est non seulement réalisé le calcul du risque associé aux rejets seuls (risque attribuable), mais, dans le cas des substances déjà présentes dans l'eau de mer, il sera surtout réalisé le calcul du risque associé aux concentrations globales dans l'environnement (risque cumulé), qui est le risque réellement représentatif de l'exposition via les voies retenues dans l'étude. Ceci justifie l'importance de retenir comme critère le fait que les concentrations ajoutées soient « significatives » vis à vis des concentrations déjà présentes dans le milieu ; dans le cas contraire, mener une EQRS reviendrait à évaluer le risque lié à l'environnement seul (en l'occurrence le milieu marin).

En pratique, si pour une substance donnée, la concentration maximale ajoutée induit une augmentation de moins de 5 % par rapport à la concentration initialement présente dans le milieu, alors on peut dire que la concentration ajoutée n'est pas significative au regard de la concentration initiale dans le milieu et l'EQRS sur cette substance n'est pas menée²¹.

²¹ Le choix de la valeur 5% est cohérent avec le fait que l'EQRS est menée sur la base de valeurs numériques à deux chiffres significatifs.

IV.2.3.1.2.1 Caractère significatif des concentrations ajoutées vis à vis des concentrations déjà présentes dans le milieu

La concentration maximale ajoutée au rejet est estimée à partir du flux 24h maximal de la substance en considérant qu'une seule pompe de rejet est en fonctionnement, sauf pour le bromoforme et les oxydants résiduels pour lesquels les concentrations sont directement liées aux concentrations en chlore injecté dans les circuits. Il s'agit donc de la concentration moyenne journalière maximale.

On ne considère dans ce paragraphe que le cumul des rejets des tranches 1, 2 et de la nouvelle tranche EPR. En effet, les conclusions seraient identiques pour EPR seule, puisque soit les flux 24h sont identiques avant et après mise en service EPR, soit ils sont dimensionnés par la tranche EPR (cas de la lithine).

La concentration maximale ajoutée après mélange est la concentration maximale ajoutée au rejet tenant compte des facteurs de dilution dans le champ proche des rejets (quelques centaines de mètres du rejet) déterminés en **Pièce E, paragraphe III.1.4.1**.

La concentration journalière ajoutée maximale après mélange dans le champ proche se calcule pour toutes les substances, hors résidus de chloration, à partir du flux 24h défini en **Pièce B, paragraphe IV.4**, d'un débit de rejet de 22,4 m³/s et en appliquant un coefficient de dilution de 0,2. En effet, les substances chimiques associées de la nouvelle tranche EPR sont rejetées via les galeries de rejets des tranches 1&2. Pour les substances autres rejetées dans le canal d'amenée, ces hypothèses sont enveloppes.

Les rejets de bromoforme et oxydants résiduels des tranches 1&2 et de la tranche EPR se font via les ouvrages de rejet en mer. Seuls les panaches des tranches 2 et EPR peuvent se cumuler (Cf. **Pièce E, paragraphe III.1.4.1**). Les concentrations maximales se calculent donc à partir des concentrations dans le bassin de rejet diluées par le débit d'une pompe CRF par tranche, soit 22,4 m³/s pour la tranche 2 et 34,1 m³/s pour la tranche EPR. On applique ensuite un coefficient de dilution de 0,3.

Substances	Concentration initiale dans le milieu (mg/L)	Concentration journalière max. ajoutée dans le champ proche (mg/L)	Concentration journalière max. ajoutée dans le champ proche /concentration dans le milieu
Fer	1,0E-02	1,1E-02	> 5%
Cuivre	2,5E-03	1,7E-04	> 5%
Chrome	3,0E-04	8,7E-06	< 5%
Nickel	2,8E-03	9,3E-06	< 5%
Zinc	4,0E-03	1,3E-04	< 5%
Manganèse	4,0E-03	6,9E-05	< 5%
Plomb	2,5E-04	6,2E-06	< 5%
Aluminium	5,5E-04	1,1E-04	> 5%
Bromoforme	chloration exceptionnelle 0,0E+00	1,0E-02	> 5%
acide borique	2,8E+01	6,0E-01	< 5%
lithine (en équivalent lithium)	1,8E-01	2,9E-04	< 5%
hydrazine	0,0E+00	4,0E-04	> 5%
nitrate	2,6E-01	1,5E-01	> 5%
morpholine	0,0E+00	1,2E-02	> 5%
éthanolamine	0,0E+00	4,0E-03	> 5%

Tableau E-IV.2.3-a : Rapport entre la concentration ajoutée et la concentration initiale dans le milieu

L'analyse du tableau précédent montre que l'application du critère « caractère significatif des concentrations ajoutées vis à vis des concentrations déjà présentes dans le milieu » conduit à écarter de l'évaluation du risque sanitaire les substances suivantes :

- le chrome (augmentation d'environ 2,9 % par rapport aux concentrations initiales en mer),
- le nickel (augmentation d'environ 0,2 % par rapport aux concentrations initiales en mer),
- le zinc (augmentation d'environ 3,1 % par rapport aux concentrations initiales en mer),
- le manganèse (augmentation d'environ 1,7 % par rapport aux concentrations initiales en mer),
- le plomb (augmentation d'environ 2,5 % par rapport aux concentrations initiales en mer),
- l'acide borique (augmentation d'environ 2 % par rapport aux concentrations initiales en mer),
- la lithine (augmentation inférieure à 0,2 % par rapport aux concentrations initiales en mer).

Ces substances ne feront donc pas l'objet d'une EQRS car les quantités rejetées par les tranches sont trop faibles pour pouvoir engendrer un risque décelable compte tenu des concentrations déjà présentes dans l'eau de mer.

IV.2.3.1.2.2 **Caractère significatif des concentrations présentes vis à vis de la toxicité potentielle**

Trois catégories de substances sont distinguées :

- Les substances bénéficiant de valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour les effets « sans seuil ». C'est le cas du bromoforme, de l'hydrazine et de la nitrosomorpholine (substance formée à partir de la morpholine). Ces substances sont systématiquement retenues car il existe un risque quelle que soit la dose.
- Les substances bénéficiant de VTR pour les effets « à seuil ». C'est le cas du bromoforme, du fer, de l'aluminium et des nitrates. Les nitrates et l'aluminium étant des substances peu bioaccumulables rejetées en concentration faible par rapport à leur VTR, ils sont écartés de l'évaluation du risque sanitaire.
- Les substances ne bénéficiant pas de VTR. C'est le cas de la morpholine, de l'éthanolamine et du cuivre (pour l'exposition chronique), cependant ces 3 substances sont retenues pour l'EQRS.

Les sous-produits de la morpholine et de l'éthanolamine (acétates, formiates, glycolates et oxalates) ne bénéficient pas non plus de VTR. Les concentrations ajoutées dans le milieu pour ces produits (Cf. **Pièce E, paragraphe III.1.4**) étant de plusieurs ordres de grandeur inférieures aux concentrations citées dans la bibliographie concernant l'eau douce, ces substances ne font pas l'objet d'une évaluation du risque sanitaire.

L'hydrazine, la morpholine, la nitrosomorpholine, l'éthanolamine, le fer, le cuivre et le bromoforme font donc l'objet d'une évaluation de risque sanitaire.

IV.2.3.1.3 Récapitulatif des substances retenues pour l'évaluation du risque sanitaire

Le tableau suivant présente les substances retenues pour l'évaluation du risque sanitaire des tranches 1-2 et de la tranche EPR.

	Substance ne répondant pas au critère 1 « toxicité potentielle »	Substance ne répondant pas au critère 2 « quantités significatives »		Substances retenues pour l'EQRS
		quantités non significatives vis à vis des concentrations initiales	quantités non significatives vis à vis de la toxicité	
Acide borique		x		
Lithine		x		
Hydrazine				x
Morpholine				x
Nitrosomorpholine				x
Ethanolamine				x
Oxalates, formiates, glycolates et acétates	x			
Oxydants résiduels	x			
Ammonium	x			
Nitrates			x	
Phosphates	x			
Sodium	x			
Sulfates	x			
Chlorures	x			
Fer				x
Cuivre				x
Chrome		x		
Nickel		x		
Zinc		x		
Manganèse		x		
Plomb		x		
Aluminium			x	
Bromoforme				x

Tableau E-IV.2.3-b : Substances retenues pour l'étude de risque sanitaire

IV.2.3.2 Étapes 1 et 2 : Identification des dangers et valeurs toxicologiques de référence (VTR) des substances retenues

La Valeur Toxicologique de Référence (VTR) est une appellation générique regroupant tous les types d'indices toxicologiques établissant une relation entre une dose et un effet (toxique à seuil d'effet) ou entre une dose et une probabilité d'effet (toxique sans seuil d'effet). Les VTR sont fondées sur l'analyse critique des connaissances toxicologiques, épidémiologiques ou cliniques. Elles sont établies et actualisées par des instances internationales (OMS, CIRC par exemple) ou des structures nationales (US-EPA et US-ATSDR aux Etats-Unis, RIVM aux Pays-Bas, Health Canada, etc.).

Lors de l'étude de l'exposition des populations, nous retenons l'hypothèse que les voies de contamination potentielle sont la consommation de produits de la mer à proximité du rejet et l'ingestion d'eau de mer lors de la baignade. En conséquence, la recherche des dangers et des VTR correspondant à la voie orale est privilégiée.

Lorsque plusieurs valeurs toxicologiques de références (VTR) existent pour une même voie et durée d'exposition, un même type d'effet (à seuil ou sans seuil), le choix de l'une d'entre elles est fait selon les critères suivants :

- Critère 1 : Sources des données, mode de calcul et hypothèses clairement présentés et explicités par les auteurs ;
- Critère 2 : Valeurs issues d'études pour lesquelles la voie d'exposition, la durée d'exposition et les dangers sont spécifiques ;
- Critère 3 : Valeurs issues d'études chez l'homme préférées aux valeurs issues d'études animales (lorsque les études sont de qualité égale) ;
- Critère 4 : Valeur numérique la plus conservatoire pour la santé (à critères 1, 2, 3 équivalents).

IV.2.3.2.1 Identification des dangers

Hydrazine

En exposition orale aiguë, l'hydrazine peut entraîner des troubles neurologiques, hépatiques, et digestifs. Aucune donnée humaine n'a permis d'établir les doses auxquelles surviennent les effets aigus. Des effets aigus ont cependant été observés suite à l'ingestion de 20 à 30 mL d'hydrate d'hydrazine à 6 % (soit 1,2 à 1,8 g d'hydrate d'hydrazine avec une densité de 1,0032 g/mL soit 0,77 à 1,15 g d'hydrazine) (Drew et al. 1960). Par ailleurs, l'exposition à l'hydrazine peut provoquer des dermatites (inflammation cutanée) de contact. Plusieurs études ont rapporté des dermatites de contact pour des expositions cutanées à des solutions de 5.10^{-5} % à 1 %. Ces études indiquent que l'hydrazine est un agent sensibilisant²² (ATSDR, 1997).

En exposition orale chronique, l'hydrazine peut entraîner des troubles hépatiques, rénaux et digestifs. C'est un cancérigène probable pour l'homme.

Classification en terme de cancérogénèse

Hydrazine		
US-EPA (1996)	Classe B2	substance probablement cancérogène pour l'homme. Il existe des preuves suffisantes chez l'animal et des preuves non adéquates ou pas de preuve chez l'homme.
OMS (1999)	Groupe 2B	l'agent (ou le mélange) pourrait être cancérogène pour l'homme
UE (JOCE L110A) (1996)	Deuxième catégorie ou C2	substances devant être assimilées à des substances cancérogènes chez l'homme

Morpholine

En exposition orale chronique, la morpholine peut entraîner une réduction de la croissance pondérale, une diminution de la fonction rénale et une hyperplasie²³ stomacale chez l'animal. Elle n'est pas classable comme cancérogène pour l'homme.

²² Agent sensibilisant : substance susceptible d'induire une réaction de l'organisme, soit utile (état de défense), soit nocive (état allergique), liée à la production d'anticorps.

²³ *Hyperplasie* : développement excessif d'un tissu ou d'un organe par multiplication de ses cellules

En présence de nitrites dans l'environnement ou dans l'organisme, la morpholine peut être transformée en nitrosomorpholine, classée comme cancérigène probable pour l'homme. La réaction de formation de nitrosomorpholine dans l'environnement en présence de nitrites est maximum pour un pH de 3,4 mais elle diminue avec le pH et devient pratiquement nulle pour des pH supérieurs à 7. Concernant la formation de nitrosomorpholine dans l'organisme, des expérimentations animales ont montré un taux de conversion morpholine-nitrosomorpholine compris entre 0,5 et 12 %. A titre indicatif, un calcul de l'exposition de la population cible sera effectué en considérant que la morpholine est conservée à 100 % dans l'environnement (pH > 7) et qu'elle est métabolisée à hauteur de 12 % en nitrosomorpholine dans l'organisme.

Classification en terme de cancérogénèse

OMS		
Morpholine	Groupe 3 (1989)	l'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme
Nitrosomorpholine	Groupe 2B (1996)	l'agent (ou le mélange) pourrait être cancérigène pour l'homme

Ethanolamine

En exposition orale chronique, l'éthanolamine peut entraîner une augmentation du poids du foie et des reins chez l'animal. Elle peut également avoir des effets sur l'organogénèse²⁴ chez l'animal. Son potentiel cancérigène n'est pas évalué par les instances internationales (CIRC, US-EPA, UE).

Fer

En exposition orale chronique, les effets délétères d'une ingestion excessive de fer chez des sujets normaux n'ont pas été clairement établis. L'intoxication chronique au fer résulte essentiellement de troubles génétiques caractérisés par une augmentation de l'absorption digestive du fer ou de la répétition de transfusions sanguines (JECFA 1983).

Le potentiel cancérigène du fer n'est pas évalué par les instances internationales (CIRC, US-EPA, UE).

Cuivre

Chez l'homme, l'ingestion chronique de cuivre de 1,5 à 3 mg/j par voie alimentaire n'induit pas d'effets délétères. Diverses études chez l'animal ont montrées que l'administration prolongée de cuivre pouvait induire des effets hépatiques, rénaux et hématologiques.

Chez l'homme, des associations entre la consommation de cuivre et l'incidence de cancers ont été évoquées lors de diverses études écologiques menées aux Etats-Unis et en Chine. Cependant, en raison du manque d'informations précises sur l'exposition des individus et sur l'influence éventuelle de divers facteurs de confusion, ces études ne permettent pas d'établir de relation précise entre l'exposition au cuivre et le pouvoir cancérigène (EHC, 1998).

La toxicité par voie aiguë du cuivre est essentiellement un syndrome d'irritation digestive.

²⁴ Organogénèse : ensemble des processus qui aboutissent à la formation des organes

Classification en terme de cancérogène

Cuivre		
US-EPA (1998)	Classe D	Inclassable en terme de pouvoir cancérogène

Bromoforme

En exposition orale chronique, le bromoforme peut entraîner des altérations hépatiques et neurologiques chez l'animal. C'est un cancérigène probable pour l'homme.

Classification en terme de cancérogène

Bromoforme		
US-EPA	Classe B2	cancérogène probable chez l'homme (preuves suffisantes chez l'animal)
OMS	Groupe 3	inclassable

IV.2.3.2.2 Valeurs toxicologiques de référence retenues pour les calculs

IV.2.3.2.2.1 Substances ne bénéficiant pas d'une Valeur Toxicologique de Référence

Si la bibliographie fournit des éléments sur les caractéristiques de la toxicité de la morpholine, de l'éthanolamine et du cuivre, elle ne définit cependant pas de VTR pour ces substances pour l'exposition chronique. Par contre pour la nitrosomorpholine provenant de la transformation de la morpholine en présence de nitrites, l'EPA-Californie fournit une valeur de VTR pour les effets cancérogènes. D'autre part, pour le cuivre, il existe une VTR pour l'exposition aiguë (ATSDR 2004).

IV.2.3.2.2.2 Substances bénéficiant d'une Valeur Toxicologique de Référence

Le tableau suivant récapitule les VTR retenues pour les substances faisant l'objet d'une EQRS.

Substance	Exposition orale	VTR	Effet critique	Source
Hydrazine	Effets sans seuil Exposition chronique	ERUo = 3 (mg/kg/j) ⁻¹	Hépatocarcinome	US-EPA 1991
Nitrosomorpholine	Effets sans seuil Exposition chronique	ERUo = 6,7.10 ⁻³ (µg/kg/j) ⁻¹	Tumeurs du système respiratoire	Cal-EPA 1997
Bromoforme	Effets à seuil Exposition chronique	DJA = 1,79.10 ⁻² mg/kg/j	Atteinte hépatique	OMS 2003
	Effets sans seuil Exposition chronique	ERUo = 7,9.10 ⁻³ (mg/kg/j) ⁻¹	Cancer colorectal	US-EPA 1998
Fer	Effets à seuil Exposition chronique	DJA = 0,8 mg/kg/j	Surcharge ferrique	JECFA 1983
Cuivre	Effets à seuil Exposition aiguë	DJA = 0,01 mg/kg/j	Troubles gastro- intestinaux	ATSDR 2004

Tableau E-IV.2.3-c : Valeurs toxicologiques de référence retenues pour l'étude de risque sanitaire

Le bromoforme est une substance qui présente deux types d'effets : les effets sans seuil (cancérogène) et les effets à seuil. L'exposition au bromoforme est donc étudiée pour ces deux effets, ce qui conduit à des calculs distincts.

IV.2.3.3 Étape 3 : Évaluation de l'exposition

L'évaluation de l'exposition se fait via le calcul de la Dose Journalière d'Exposition ou DJE qui est ensuite comparée aux VTR des différentes substances étudiées pour conclure sur le risque éventuel.

IV.2.3.3.1 Hypothèses concernant l'exposition des populations

IV.2.3.3.1.1 Populations considérées

Dans le cas général, les VTR utilisées pour l'évaluation des risques sont évaluées de façon à prendre en considération les populations dites sensibles comme les enfants, les personnes âgées, les malades ou les femmes enceintes.

Dans cette première approche, l'étude prendra comme référence la population générale adulte, située au voisinage du site de Flamanville. A noter qu'il n'y a pas lieu de considérer le cas des nourrissons étant données les voies d'exposition retenues pour l'évaluation du risque sanitaire : ingestion d'eau de mer lors de la baignade et consommation de produits de la mer.

Par ailleurs, une étude de sensibilité a été menée sur des classes d'âge intermédiaires en considérant l'exposition par ingestion de produits de la mer et d'eau de mer par inadvertance lors de la baignade. Pour ces classes d'âge, les quotients de danger QD calculés restent inférieurs à 1 ce qui permet de conclure à une absence de risque d'apparition d'un effet toxique pour les substances à effets à seuil et les excès de risque individuel ERI calculés restent bien en-deçà du critère sanitaire de l'OMS.

IV.2.3.3.1.2 Voies d'exposition considérées

Le site de Flamanville est situé en bord de mer. L'écoulement de la nappe phréatique et de la nappe profonde se fait vers la mer. Par conséquent, la voie de contamination à partir des eaux souterraines n'est pas retenue dans la cadre de cette étude. Les voies d'exposition possibles sont les suivantes :

- Exposition par contact cutané dû à la baignade en mer
Les baigneurs sont exposés aux substances chimiques par contact cutané avec l'eau de mer. Aucune VTR pour les substances étudiées n'est disponible pour le contact cutané. Dans une première approche, la voie d'exposition par contact cutané dû à la baignade n'est pas retenue dans le cadre de cette étude étant donné :
 - les lacunes scientifiques concernant la dérivation voie à voie pour les effets systémiques (à distance du point de contact),
 - la faiblesse des concentrations ajoutées au regard des concentrations citées dans la littérature.
- Exposition par ingestion d'eau due à la baignade en mer
Les baigneurs peuvent être exposés aux substances chimiques liquides par ingestion d'eau de mer au cours de la baignade. On considère qu'une personne ingère 0,1 L d'eau de mer par an (réf. GRNC).
- Exposition par ingestion de sable lors d'un séjour sur la plage
Concernant cette voie d'exposition, le calcul du transfert des substances chimiques de la mer au sable ne pourrait être réalisé qu'à partir d'hypothèses majorantes qui ne sont pas jugées représentatives des risques sanitaires engendrés par ingestion de sable. Ainsi, cette voie d'exposition n'est pas retenue dans le cadre de cette étude.

- Exposition par contact cutané dû à des séjours sur la plage
Les individus sur la plage sont exposés aux substances chimiques liquides par contact cutané avec le sable, potentiellement contaminé par l'eau de mer. Cependant, comme indiqué précédemment, le calcul du transfert de ces substances chimiques de la mer au sable ne pourrait être réalisé qu'à partir d'hypothèses majorantes jugées non représentatives des risques sanitaires engendrés par contact cutané avec le sable. Par ailleurs, aucune VTR pour les substances étudiées n'est disponible pour le contact cutané. Ainsi, la voie d'exposition externe due aux séjours sur la plage n'est pas retenue dans le cadre de cette étude.
- Exposition interne par ingestion de produits de la mer tels que les poissons, les mollusques et les crustacés
Les expositions sont déterminées à partir des habitudes alimentaires du groupe de référence supposé consommer exclusivement des produits de la pêche locale, pêchés à proximité des ouvrages de rejets, ce qui constitue une hypothèse conservatoire. Une étude de sensibilité est faite à partir des habitudes alimentaires du groupe « pêcheurs », qui a pour particularité d'avoir une consommation de produits de la mer plus importante. On retient, comme pour l'étude d'impact des effluents radioactifs, la ration alimentaire donnée en **Pièce C, paragraphe IV.2.3**.

Finalement, compte tenu des utilisations des eaux dans la zone d'influence du CNPE de Flamanville et en l'absence de VTR cutanées, les voies de transfert retenues sont les expositions internes par consommation de produits de la mer et par ingestion d'eau de mer lors de la baignade.

Les produits de la mer sont supposés être pêchés dans le champ proche des rejets. Ceci constitue également une hypothèse conservatoire. Concernant le lieu de baignade, on considère les plages de l'Anse de Sciotot et de l'Anse de Vauville.

IV.2.3.3.2 Durée d'exposition

Les rejets des effluents chimiques liquides sont supposés continus dans le temps. Compte tenu de leur ordre de grandeur, les concentrations rejetées dans l'eau de mer après dilution conduisent à de faibles doses d'exposition. Pour tous les produits excepté le cuivre, le flux 24h ne représente qu'une faible part du flux annuel (de l'ordre de quelques %). Pour le cuivre, le flux 24h représente environ 14% du flux annuel. Par conséquent, pour tous les produits l'évaluation est limitée à l'étude des effets chroniques, sauf pour le cuivre (substance pour laquelle il n'existe pas de VTR pour l'exposition chronique) pour lequel l'étude des effets aigus est également effectuée.

IV.2.3.3.3 Scénarios d'exposition

Le tableau ci-après récapitule les différents scénarios étudiés et les principales hypothèses associées pour le calcul de l'impact.

Produits	Type d'exposition	Population cible	Concentrations en Manche
Hydrazine, Morpholine, Nitroso- morpholine, Éthanolamine Fer, Cuivre	Ingestion eau de mer <i>Exposition chronique</i>	Adulte	Concentration basée sur le flux annuel des 3 tranches et une dilution dans les eaux de refroidissement de débit 45 m ³ /s puis dans la mer avec un coefficient de dilution de 0,07
	Ingestion produits de la mer <i>Exposition chronique</i>	Adulte (+ sensibilité pour le groupe « pêcheurs »)	Concentration basée sur le flux annuel des 3 tranches et une dilution dans les eaux de refroidissement de débit 45 m ³ /s puis dans la mer avec un coefficient de dilution de 0,2
Bromoforme	Ingestion eau de mer <i>Exposition chronique</i>	Adulte	Concentration basée sur le flux annuel de la tranche 2 et de la tranche EPR et une dilution dans les eaux de refroidissement de débit 45 + 67 m ³ /s puis dans la mer avec un coefficient de dilution de 0,1
	Ingestion produits de la mer <i>Exposition chronique</i>	Adulte (+ sensibilité pour le groupe « pêcheurs »)	Concentration basée sur le flux annuel de la tranche 2 et de la tranche EPR et une dilution dans les eaux de refroidissement de débit 45 + 67 m ³ /s puis dans la mer avec un coefficient de dilution de 0,3
Cuivre	Ingestion eau de mer <i>Exposition aiguë</i>	Adulte	Concentration basée sur le flux 24h des 3 tranches et une dilution dans les eaux de refroidissement de débit 22,4 m ³ /s puis dans la mer avec un coefficient de dilution de 0,07
	Ingestion produits de la mer <i>Exposition aiguë</i>	Adulte (+ sensibilité pour le groupe « pêcheurs »)	Concentration basée sur le flux 24h des 3 tranches et une dilution dans les eaux de refroidissement de débit 22,4 m ³ /s puis dans la mer avec un coefficient de dilution de 0,2

Tableau E-IV.2.3-d : Scénarios d'exposition étudiés

Pour l'exposition chronique, les concentrations en Manche sont calculées à partir :

- des flux annuels maximums correspondant aux rejets des tranches 1-2 + EPR (cas enveloppe)
- des flux annuels réalistes correspondant aux rejets des tranches 1-2 (moyenne du REX 2002-2004) + EPR (performance attendue). La performance d'EPR n'étant pas définie pour le fer, l'étude aux flux réalistes pour le fer n'est pas réalisée.

Pour l'exposition aiguë, la concentration en Manche en cuivre est calculée à partir du flux 24h maximal qui est inchangé avant et après mise en service de la tranche EPR (Cf. **Pièce B, paragraphe IV.4**).

Les coefficients de dilution en mer sont issus du **paragraphe III.1.4.1, Pièce E**.

Le bromoforme est un cas un peu particulier, dans la mesure où les rejets de cette substance se font par les trois galeries de rejet en mer (alors que les autres substances chimiques ne sont rejetées que par la galerie de la tranche 1 ou la galerie de la tranche 2). D'autre part, les panaches des rejets de la tranche 2 et de la tranche EPR contenant du bromoforme se cumulent légèrement ce qui implique un coefficient de dilution plus élevé (Cf. **paragraphe III.1.4.1, Pièce E**).

Les calculs détaillés dans les paragraphes qui suivent sont basés sur les scénarios d'exposition du Tableau E-IV.2.3-d. Ils correspondent donc aux rejets du site de Flamanville dans son ensemble (incluant les tranches 1-2 et la tranche EPR).

Une estimation des doses journalières d'exposition et des risques dus aux rejets de la tranche EPR seule (rejets réalistes et rejets maximums) est également donnée sans que le détail des calculs ne soit présenté, la démarche étant la même et les calculs étant proportionnels aux quantités rejetées.

IV.2.3.3.4 Calcul des Doses Journalières d'Exposition (DJE)

La Dose Journalière d'Exposition (DJE) permet d'estimer, pour chaque substance, la quantité ingérée quotidiennement par une personne en fonction de la concentration dans le milieu d'exposition (eau ou produits de la mer). Dans le cas des expositions chroniques, on s'intéresse à des expositions moyennes sur plusieurs années et la DJE s'écrit :

$$DJE_{\text{chronique}} = \frac{C_{\text{milieu}} \times Q_{\text{journalière}}}{M} \times F \times \frac{T}{T_m}$$

Avec :

- C_{milieu} : concentration moyenne de la substance dans le milieu (eau ou produit de la mer),
- $Q_{\text{journalière}}$: quantité ingérée quotidiennement d'eau ou de produit de la mer (selon la ration alimentaire retenue),
- M : masse corporelle de l'individu exposé (70 kg)
- F : fréquence ou taux d'exposition : fraction du nombre annuel d'unités de temps d'exposition (heures ou jours) sur le nombre d'unités de temps de l'année : pour l'exposition chronique, la fréquence d'exposition est de 1 car on considère que l'individu est exposé toute l'année,
- T : Nombre d'années d'exposition. On suppose ici $T = 60$ ans,
- T_m : Nombre d'années sur lequel l'exposition est moyennée :
 - pour les polluants avec effets à seuil, l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition, soit $T_m = T$,
 - pour les polluants avec effets sans seuil, T_m est assimilé à la durée de la vie entière prise conventionnellement égale à 70 ans, soit $T_m = 70$.

Dans le cas de l'exposition aiguë au cuivre, on s'intéresse à une exposition journalière et la DJE s'écrit :

$$DJE_{\text{aiguë}} = \frac{C_{\text{milieu}} \times Q_{\text{journalière}}}{M}$$

Avec :

- C_{milieu} : concentration maximale de la substance dans le milieu,
- $Q_{\text{journalière}}$: quantité maximale ingérée quotidiennement d'eau ou de produit de la mer (selon la ration alimentaire retenue) ; il est fait l'hypothèse majorante que la quantité d'eau annuelle d'eau ingérée lors de la baignade est ingérée en 24h,
- M : masse corporelle de l'individu exposé (70 kg)

Cas particulier de l'exposition aux produits de la mer

Dans le cas des produits de la mer (poissons, mollusques et crustacés), les concentrations sont calculées à partir des concentrations dans l'eau de mer et des facteurs de bioconcentration (BCF) s'ils sont disponibles.

Pour les substances dont le BCF est supérieur à 1, il y aura une accumulation, même faible, de la substance dans la chair des produits de la mer. Les valeurs de BCF retenues sont issues du Groupe Radioécologie Nord Cotentin (GRNC) et présentées dans le tableau suivant.

Type de produits de la mer ingéré	BCF du fer	BCF du bromoforme	BCF du cuivre
Poissons	1 000	21	180
Mollusques	20 000	21	180*
Crustacés	5 000	21	180*

*Pour le cuivre, il n'existe pas de valeur de BCF pour les mollusques et les crustacés. On considère par défaut que ceux-ci sont égaux au BCF pour les poissons, soit 180.

Tableau E-IV.2.3-e : Facteurs de bioconcentration

La concentration dans l'animal est alors égale à la concentration dans l'eau de mer multipliée par le BCF.

Les substances dont le BCF est inférieur à 1 ou n'est pas défini (hydrazine, morpholine, nitrosomorpholine, éthanolamine) n'ont pas tendance à se retrouver dans la chair des produits de la mer. Cependant, elles sont solubles dans l'eau et peuvent donc se retrouver dans la partie aqueuse des organismes marins. Pour de telles substances, en l'absence de données précises sur la bioconcentration, on fera l'hypothèse conservatoire que la concentration dans les organismes marins est égale à la concentration dans l'eau (ce qui revient à considérer un BCF de 1).

Rejets du site de Flamanville

Les tableaux en page suivante présentent les résultats des DJE chroniques par substance pour les rejets des tranches 1-2 + EPR, pour les rejets maximums et pour les rejets réalistes.

Produit	Flux annuel (kg)	Conc. déjà présente en mer (mg/L)	Conc. ajoutée en mer en zone de pêche (mg/L)	DJE attribuable produits de la mer (mg/kg/j)	Conc. ajoutée en mer en zone de baignade (mg/L)	DJE attribuable eau (mg/kg/j)	Conc. cumulée en mer en zone de pêche (mg/L)	DJE cumulée produits de la mer (mg/kg/j)	Conc. cumulée en mer en zone de baignade (mg/L)	DJE cumulée eau (mg/kg/j)
Hydrazine	1,1E+02	0,0E+00	1,6E-05	1,4E-08	5,6E-06	1,9E-11	1,6E-05	1,4E-08	5,6E-06	1,9E-11
Morpholine	2,5E+03	0,0E+00	3,6E-04	3,7E-07	1,3E-04	4,9E-10	3,6E-04	3,7E-07	1,3E-04	4,9E-10
Nitrosomorpholine	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	5,1E-08	0,0E+00	6,7E-11	0,0E+00	5,1E-08	0,0E+00	6,7E-11
Ethanolamine	1,4E+03	0,0E+00	2,0E-04	2,1E-07	6,8E-05	2,7E-10	2,0E-04	2,1E-07	6,8E-05	2,7E-10
Fer	4,6E+03	1,0E-02	6,4E-04	4,6E-03	2,3E-04	8,8E-10	1,1E-02	7,6E-02	1,0E-02	4,0E-08
Cuivre	1,2E+01	2,5E-03	1,6E-06	3,1E-07	5,7E-07	2,2E-12	2,5E-03	4,7E-04	2,5E-03	9,8E-09
Bromoforme	Effets à seuil	3,2E+04 ²⁵	0,0E+00	2,7E-03	6,0E-05	9,1E-04	2,7E-03	6,0E-05	9,1E-04	3,5E-09
	Effets sans seuil				5,1E-05			3,0E-09		5,1E-05	3,0E-09

Tableau E-IV.2.3-f : DJE attribuables et cumulées pour le site de Flamanville - Rejets maximums

Produit	Flux annuel (kg)	Conc. déjà présente en mer (mg/L)	Conc. ajoutée en mer en zone de pêche (mg/L)	DJE attribuable produits de la mer (mg/kg/j)	Conc. ajoutée en mer en zone de baignade (mg/L)	DJE attribuable eau (mg/kg/j)	Conc. cumulée en mer en zone de pêche (mg/L)	DJE cumulée produits de la mer (mg/kg/j)	Conc. cumulée en mer en zone de baignade (mg/L)	DJE cumulée eau (mg/kg/j)
Hydrazine	2,7E+01	0,0E+00	3,8E-06	3,4E-09	1,3E-06	4,5E-12	3,8E-06	3,4E-09	1,3E-06	4,5E-12
Morpholine	3,5E+02	0,0E+00	4,9E-05	5,1E-08	1,7E-05	6,7E-11	4,9E-05	5,1E-08	1,7E-05	6,7E-11
Nitrosomorpholine	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	7,0E-09	0,0E+00	9,1E-12	0,0E+00	7,0E-09	0,0E+00	9,1E-12
Ethanolamine	2,5E+02	0,0E+00	3,5E-05	3,7E-08	1,2E-05	4,8E-11	3,5E-05	3,7E-08	1,2E-05	4,8E-11
Cuivre	6,8E+00	2,5E-03	9,5E-07	1,8E-07	3,3E-07	1,3E-12	2,5E-03	4,7E-04	2,5E-03	9,8E-09
Bromoforme	Effets à seuil	9,4E+03	0,0E+00	8,1E-04	1,8E-05	2,7E-04	8,1E-04	1,8E-05	2,7E-04	1,1E-09
	Effets sans seuil				1,5E-05			9,1E-10		1,5E-05	9,1E-10

Tableau E-IV.2.3-g : DJE attribuables et cumulées pour le site de Flamanville – Rejets réalistes

²⁵ Le flux annuel est la somme des rejets maximums de la tranche EPR (19500 kg) et des rejets maximums de la tranche 2 (12500 kg) qui se cumulent en mer (Cf. Pièce B, paragraphe IV.4)

Rejets de la tranche EPR seule

Les calculs de DJE présentés ci-dessus représentent le cas enveloppe. Ainsi, les DJE relatives aux rejets de la tranche EPR seule sont toujours inférieures à celles relatives aux rejets des tranches 1-2 + EPR.

A titre indicatif, le rapport entre la DJE attribuable aux rejets de la tranche EPR seule et la DJE attribuable aux rejets des tranches 1-2 + EPR est présenté ci-après pour chaque substance :

- Bromoforme : le rapport entre la DJE attribuable aux rejets de la tranche EPR seule et la DJE attribuable aux rejets des tranches 1-2 + EPR est d'environ 65% pour les rejets maximums et pour les rejets réalistes.
- Hydrazine : le rapport entre la DJE attribuable aux rejets de la tranche EPR seule et la DJE attribuable aux rejets des tranches 1-2 + EPR est d'environ 12% pour les rejets maximums et d'environ 5% pour les rejets réalistes.
- Morpholine (et nitrosomorpholine) : le rapport entre la DJE attribuable aux rejets de la tranche EPR seule et la DJE attribuable aux rejets des tranches 1-2 + EPR est d'environ 33% pour les rejets maximums et d'environ 14% pour les rejets réalistes.
- Ethanolamine : le rapport entre la DJE attribuable aux rejets de la tranche EPR seule et la DJE attribuable aux rejets des tranches 1-2 + EPR est d'environ 33% pour les rejets maximums et d'environ 18% pour les rejets réalistes.
- Fer : le rapport entre la DJE attribuable aux rejets de la tranche EPR seule et la DJE attribuable aux rejets des tranches 1-2 + EPR est d'environ 19% pour les rejets maximums.
- Cuivre : le rapport entre la DJE attribuable aux rejets de la tranche EPR seule et la DJE attribuable aux rejets des tranches 1-2 + EPR est d'environ 33% pour les rejets maximums et les rejets réalistes.

IV.2.3.4 Étape 4 : Caractérisation des risques

IV.2.3.4.1 Effets à seuil et effets sans seuil

Pour les effets à seuil, la possibilité de survenue d'un effet toxique critique chez un individu s'exprime sous la forme d'un quotient de danger, noté QD, qui est égal au rapport de la Dose Journalière d'Exposition par la Dose Journalière Admissible :

$$QD = DJE / DJA$$

Lorsque ce quotient de danger est inférieur à 1, il y a absence de risque de survenue d'un effet toxique, y compris pour les populations sensibles. Au delà de 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue.

Les quotients de danger sont propres à une substance et à son effet sur l'homme, ils ne peuvent donc pas être sommés dans le but de calculer un risque global.

Pour les effets sans seuil, un Excès de Risque Individuel est calculé en multipliant la Dose Journalière d'Exposition par l'Excès de Risque Unitaire par voie orale :

$$ERI = DJE \times ERUo$$

L'ERI représente la probabilité que l'individu a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

Il est alors possible de sommer les ERI calculés pour chaque substance afin d'estimer le risque global associé aux rejets des substances cancérigènes.

IV.2.3.4.2 Expositions chroniques

IV.2.3.4.2.1 Substances bénéficiant d'une valeur toxicologique de référence

IV.2.3.4.2.1.1 Rejets du site de Flamanville

◆ Effets à seuil

Rejets maximums

Le tableau suivant présente le calcul du quotient de danger (QD) pour les substances à seuil. Le QD attribuable correspond aux rejets du site seul. Le QD cumulé correspond aux rejets du site cumulés avec le bruit de fond naturel.

Calcul aux rejets maximums					
Produit	DJA (mg/kg/j)	DJE attribuable produits de la mer + eau (mg/kg/j)	QD attribuable produits de la mer + eau	DJE cumulée produits de la mer + eau (mg/kg/j)	QD cumulé produits de la mer + eau
Fer	0,8	4,6E-03	5,8E-03	7,6E-02	9,5E-02
Bromoforme	0,0179	6,0E-05	3,3E-03	6,0E-05	3,3E-03

Tableau E-IV.2.3-h : Caractérisation des risques associés aux substances non cancérogènes – Rejets maximums

Remarque : un calcul de sensibilité pour les adultes appartenant au groupe des pêcheurs, susceptibles de consommer plus de produits de la pêche, est effectué (Cf. tableau ci-après).

Calcul aux rejets maximums – Groupe « pêcheurs »				
Produit	DJE attribuable produits de la mer (mg/kg/j)	DJE cumulée produits de la mer (mg/kg/j)	QD attribuable produits de la mer + eau	QD cumulé produits de la mer + eau
Fer	1,0E-02	1,7E-01	1,3E-02	2,1E-01
Bromoforme	1,6E-04	1,6E-04	8,8E-03	8,8E-03

Tableau E-IV.2.3-i : Étude de sensibilité groupe « pêcheurs »- Caractérisation des risques associés aux substances non cancérogènes – Rejets maximums

Pour le fer et les effets à seuil du bromoforme, le quotient de danger étant inférieur à 1, nous pouvons conclure à une absence de risque d'apparition d'un effet toxique par ingestion de produits de la mer et/ou d'eau de mer en exposition chronique au fer et au bromoforme rejetés par le site de Flamanville pendant la vie entière de l'individu. L'étude de sensibilité pour le groupe « pêcheurs » aboutit aux mêmes conclusions.

Remarque : Les quotients de danger sont propres à une substance et à son effet sur l'homme, ils ne peuvent donc pas être sommés dans le but de calculer un risque global.

Rejets réalistes

Le tableau suivant présente le calcul du quotient de danger (QD) pour les substances à seuil.

Calcul aux rejets maximums					
Produit	DJA (mg/kg/j)	DJE attribuable produits de la mer + eau (mg/kg/j)	QD attribuable produits de la mer + eau	DJE cumulée produits de la mer + eau (mg/kg/j)	QD cumulé produits de la mer + eau
Bromoforme	0,0179	1,8E-05	1,0E-03	1,8E-05	1,0E-03

Tableau E-IV.2.3-j : Caractérisation des risques associés aux substances non cancérogènes – Rejets réalistes

Pour les effets à seuil du bromoforme, le quotient de danger étant inférieur à 1, nous pouvons conclure à une absence de risque d'apparition d'un effet toxique par ingestion de produits de la mer et/ou d'eau de mer en exposition chronique au bromoforme rejeté par le site de Flamanville pendant la vie entière de l'individu.

◆ Effets sans seuil

Rejets maximums

Calcul aux rejets maximums					
Produit	ERUo (mg/kg/j) ⁻¹	DJE attribuable produits de la mer + eau (mg/kg/j)	ERI attribuable produits de la mer + eau	DJE cumulée produits de la mer + eau (mg/kg/j)	ERI cumulée produits de la mer + eau
Hydrazine	3	1,4E-08	4,3E-08	1,4E-08	4,3E-08
Nitrosomorpholine	6,7	5,1E-08	3,4E-07	5,1E-08	3,4E-07
Bromoforme	0,0079	5,1E-05	4,1E-07	5,1E-05	4,1E-07

Tableau E-IV.2.3-k : Caractérisation des risques associés aux substances cancérigènes – Rejets maximums

Remarque : un calcul de sensibilité pour les adultes appartenant au groupe des pêcheurs, susceptibles de consommer plus de produits de la pêche, est effectué (Cf. tableau ci-après).

Calcul aux rejets maximums – Groupe « pêcheurs »				
Produit	DJE attribuable produits de la mer (mg/kg/j)	DJE cumulée produits de la mer (mg/kg/j)	ERI attribuable produits de la mer + eau	ERI cumulée produits de la mer + eau
Hydrazine	3,8E-08	3,8E-08	1,1E-07	1,1E-07
Nitrosomorpholine	1,4E-07	1,4E-07	9,1E-07	9,1E-07
Bromoforme	1,4E-04	1,4E-04	1,1E-06	1,1E-06

Tableau E-IV.2.3-l : Étude de sensibilité groupe « pêcheurs »- Caractérisation des risques associés aux substances cancérigènes – Rejets maximums

Rejets réalistes

Calcul aux rejets réalistes					
Produit	ERUo (mg/kg/j) ⁻¹	DJE attribuable produits de la mer + eau (mg/kg/j)	ERI attribuable produits de la mer + eau	DJE cumulée produits de la mer + eau (mg/kg/j)	ERI cumulée produits de la mer + eau
Hydrazine	3	3,4E-09	1,0E-08	3,4E-09	1,0E-08
Nitrosomorpholine	6,7	7,0E-09	4,7E-08	7,0E-09	4,7E-08
Bromoforme	0,0079	1,5E-05	1,2E-07	1,5E-05	1,2E-07

Tableau E-IV.2.3-m : Caractérisation des risques associés aux substances cancérigènes – Rejets réalistes

Ces ERI représentent pour un homme de 70 kg exposé aux rejets de Flamanville du fait de l'ingestion d'eau de mer et de produits de la mer :

- un excès de risque de développer un cancer du fait de l'exposition à l'hydrazine inférieur à 5 sur 100 millions pour les rejets maximums et de 1 sur 100 millions pour les rejets réalistes ;

- un excès de risque de développer un cancer du fait de l'exposition à la nitrosomorpholine par métabolisation de la morpholine inférieur à 4 sur 10 millions pour les rejets maximums et inférieur à 5 sur 100 millions pour les rejets réalistes. Il faut de plus rappeler les hypothèses conservatoires retenues pour ce calcul ; en effet, nous considérons que la morpholine est conservée à 100 % et qu'elle est métabolisée à hauteur de 12 % en nitrosomorpholine ;
- un excès de risque de développer un cancer du fait de l'exposition au bromoforme inférieur à 5 sur 10 millions pour les rejets maximums et inférieur à 2 sur 10 millions pour les rejets réalistes.

Pour l'hydrazine, la nitrosomorpholine et les effets sans seuil du bromoforme, les excès de risque individuel sont inférieurs au critère sanitaire de l'OMS (10^{-5}), aussi bien pour les rejets maximums que pour les rejets réalistes. L'excès de risque individuel global obtenu par la somme des ERI est également inférieur au critère sanitaire de l'OMS (10^{-5}). L'étude de sensibilité pour le groupe « pêcheurs » aboutit aux mêmes conclusions.

IV.2.3.4.2.1.2 Rejets de la tranche EPR seule

Les calculs de risques présentés ci-dessus représentent le cas enveloppe. Ainsi, les risques dus aux rejets de la tranche EPR seule sont toujours inférieurs à ceux dus aux rejets de la situation enveloppe. A titre indicatif, les calculs de risque pour les rejets de la tranche EPR seule cumulés aux concentrations déjà présentes dans l'eau de mer conduisent aux résultats suivants :

- Bromoforme effets à seuil : le quotient de danger calculé pour les rejets maximums de la tranche EPR seule cumulés aux concentrations déjà présentes dans l'eau de mer est de $2,3 \cdot 10^{-3}$; il est de $6,6 \cdot 10^{-4}$ pour les rejets réalistes.
- Fer : le quotient de danger calculé pour les rejets maximums de la tranche EPR seule cumulés aux concentrations déjà présentes dans l'eau de mer est de $9 \cdot 10^{-2}$.
- Hydrazine : l'excès de risque de développer un cancer du fait de l'exposition à l'hydrazine est inférieur à 6 sur 1000 millions pour les rejets maximums de la tranche EPR cumulés aux concentrations déjà présentes dans l'eau de mer et inférieur à 3 sur 1000 millions pour les rejets réalistes de la tranche EPR cumulés aux concentrations déjà présentes dans l'eau de mer.
- Nitrosomorpholine : l'excès de risque de développer un cancer du fait de l'exposition à la nitrosomorpholine est inférieur à 2 sur 10 millions pour les rejets maximums de la tranche EPR cumulés aux concentrations déjà présentes dans l'eau de mer et inférieur à 5 sur 100 millions pour les rejets réalistes de la tranche EPR cumulés aux concentrations déjà présentes dans l'eau de mer.
- Bromoforme effets sans seuil : l'excès de risque de développer un cancer du fait de l'exposition au bromoforme est inférieur à 3 sur 10 millions pour les rejets maximums de la tranche EPR cumulés aux concentrations déjà présentes dans l'eau de mer et inférieur à 9 sur 100 millions pour les rejets réalistes.

Pour les substances à effets sans seuil, l'excès de risque individuel global obtenu par la somme des ERI est également inférieur au critère sanitaire de l'OMS (10^{-5}).

IV.2.3.4.2.2 Substances ne bénéficiant pas d'une Valeur Toxicologique de Référence

En l'absence de VTR pour une exposition chronique à l'éthanolamine, la morpholine et au cuivre, il n'est pas possible d'évaluer quantitativement le risque associé à ces substances par ingestion d'eau de mer au cours de la baignade ou par ingestion de produits de la mer.

Pour autant, il est possible de souligner que les expositions estimées pour l'éthanolamine et la morpholine sont faibles, les DJE cumulées correspondant aux rejets maximums sont inférieures à 0,5 microgrammes ($5 \cdot 10^{-7}$ g) par kg de poids corporel et par jour, à comparer aux doses provoquant des effets chroniques chez l'animal : de 10 à 20 mg/j. La morpholine et l'éthanolamine étant des produits de conditionnement pouvant être utilisés par l'ensemble du parc nucléaire français, une veille scientifique est réalisée quant à l'établissement de leur VTR ou aux possibilités de transformation, in vivo et in vitro, de la morpholine en nitrosomorpholine afin d'améliorer les études d'impact associées.

Pour le cuivre, la DJE cumulée correspondant aux rejets maximums étant de $4,7 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j, l'apport quotidien résultant du calcul d'exposition s'élève pour un individu de 70 kg à 0,033 mg/j, ce qui est très inférieur à la limite supérieure de l'intervalle défini par l'OMS de 2 à 3 mg/j.

IV.2.3.4.3 Exposition aiguë au cuivre

Nous avons vu au **paragraphe IV.2.3.3.2** qu'il était nécessaire d'étudier le cas d'une exposition aiguë au cuivre.

Les calculs de risque conduisent aux résultats suivants (calcul pour les rejets maximums) :

Calcul aux rejets maximums										
Produit	Flux 24h (kg)	Conc. déjà présente en mer (mg/L)	Conc. ajoutée en mer en zone de pêche (mg/L)	DJE attribuable produits de la mer (mg/kg/j)	Conc. ajoutée en mer en zone de baignade (mg/L)	DJE attribuable eau (mg/kg/j)	Conc. cumulée en mer en zone de pêche (mg/L)	DJE cumulée produits de la mer (mg/kg/j)	Conc. cumulée en mer en zone de baignade (mg/L)	DJE cumulée eau (mg/kg/j)
Cuivre	3,3E-05	2,5E-03	1,7E-04	3,3E-05	6,1E-05	8,7E-08	2,7E-03	5,1E-04	2,6E-03	3,7E-06

Calcul aux rejets maximums					
Produit	DJE attribuable produits de la mer + eau (mg/kg/j)	DJE cumulée produits de la mer + eau (mg/kg/j)	DJA aigu (mg/kg/j)	QD attribuable produits de la mer + eau	QD cumulé produits de la mer + eau
Cuivre	3,3E-05	5,1 E-04	1,0E-02	3,3E-03	5,1E-02

Les quotients de danger étant inférieurs à 1, nous pouvons conclure à une absence de risque d'apparition d'un effet toxique dû au cuivre par ingestion de produits de la mer pêchés près des rejets et d'eau de mer en exposition aiguë.

Remarque : une étude de sensibilité pour le groupe « pêcheurs » aboutit aux mêmes conclusions (Cf. tableau ci-après).

Calcul aux rejets maximums – Groupe « pêcheurs »					
Produit	DJE attribuable produits de la mer + eau (mg/kg/j)	DJE cumulée produits de la mer + eau (mg/kg/j)	DJA aigu (mg/kg/j)	QD attribuable produits de la mer + eau	QD cumulé produits de la mer + eau
Cuivre	8,7E-05	1,3E-03	1,0E-02	8,7E-03	1,3E-01

A titre indicatif, le quotient de danger calculé pour les rejets de la tranche EPR seule est inchangé car on considère que le flux journalier en métaux est le même que celui des tranches 1-2.

IV.2.3.5 Conclusion

Pour les substances à effets à seuil (fer, bromoforme), les quotients de danger calculés sont inférieurs à 1. Nous pouvons donc conclure à une absence de risque d'apparition d'un effet toxique, du fait d'une exposition chronique aux rejets de la tranche EPR comme aux rejets cumulés du site de Flamanville, par ingestion de produits de la mer pêchés près des rejets et/ou par ingestion d'eau de mer.

Par ailleurs, l'évaluation quantitative du risque sanitaire lié aux toxiques cancérigènes étudiés (bromoforme, nitrosomorpholine, hydrazine) n'a mis en évidence aucun excès de risque supérieur au critère sanitaire de l'OMS (10^{-5}). L'excès de risque individuel global obtenu par la somme des ERI précédents est également inférieur à la valeur repère de l'OMS (10^{-5}).

En ce qui concerne l'exposition aiguë au cuivre, le quotient de danger calculé étant inférieur à 1, nous pouvons conclure à une absence de risque d'apparition d'un effet toxique dû au cuivre par ingestion de produits de la mer pêchés près des rejets et d'eau de mer, en exposition aiguë.

En résumé, il est donc très peu probable que les rejets liquides chimiques attribuables à la tranche EPR ou à l'ensemble des tranches en fonctionnement sur le site de Flamanville soient susceptibles d'engendrer des effets sanitaires sur la population exposée dans le cadre de l'ingestion d'eau de mer lors de la baignade et de la consommation de produits de la mer pêchés près des rejets. Ceci est valable aussi bien pour la population générale autour de Flamanville que pour les adultes gros consommateurs de produits de la mer (groupe « pêcheur »).

PIECE E

CHAPITRE V

LES RAISONS DU CHOIX DE LA SOLUTION RETENUE

SOMMAIRE Chapitre V

V	LES RAISONS DU CHOIX DE LA SOLUTION RETENUE.....	3
V.1	CHOIX NATIONAUX.....	3
V.1.1	Filière – Palier – Modèle	3
V.1.1.1	Rappel historique	3
V.1.1.2	Standardisation et progrès technique	4
V.1.1.3	Choix énergétiques français : EPR et la Loi sur l'Energie.....	4
V.1.1.4	Choix du nouveau réacteur de type EPR.....	5
V.1.2	Principales évolutions de la tranche EPR	6
V.1.2.1	Principales évolutions en matière de sûreté	6
V.1.2.2	Principales évolutions en matière de réduction de l'impact sur l'environnement et de radioprotection des intervenants	9
V.1.2.2.1	<i>Evolutions environnementales</i>	9
V.1.2.2.2	<i>Réduction des expositions professionnelles</i>	10
V.1.2.2.3	<i>Prise en compte des opérations de démantèlement à la conception</i>	11
V.1.2.3	Principales évolutions en matière de performances économiques	11
V.1.2.3.1	<i>Le coût de construction</i>	12
V.1.2.3.2	<i>La disponibilité de la tranche et la maintenance</i>	12
V.1.2.3.3	<i>La gestion optimisée du combustible</i>	12
V.1.2.3.4	<i>La durée de vie de l'installation</i>	12
V.1.2.4	Principales évolutions en matière de manœuvrabilité et de flexibilité.....	13
V.1.2.4.1	<i>Flexibilité de gestion</i>	13
V.1.2.4.2	<i>Instrumentation</i>	13
V.1.2.4.3	<i>Concept « two rooms »</i>	13
V.1.3	Prise en compte de l'environnement.....	13
V.1.3.1	Politique environnementale d'EDF.....	13
V.1.3.2	Politique environnementale de la Division Ingénierie Nucléaire (DIN).....	14
V.1.3.3	La protection de l'environnement des centrales nucléaires	14
V.1.3.3.1	<i>L'air</i>	14
V.1.3.3.2	<i>L'eau</i>	15
V.1.3.3.3	<i>Les déchets</i>	16
V.1.3.3.4	<i>Le sol</i>	16
V.1.3.3.5	<i>Le bruit</i>	16
V.1.3.3.6	<i>La nature et les paysages</i>	16
V.1.3.3.7	<i>La protection de l'environnement au niveau du chantier</i>	17
V.1.4	Sûreté – Radioprotection	17
V.2	CRITERES DE CHOIX DU SITE	18
V.2.1	Disponibilité du terrain.....	18
V.2.2	Refroidissement	19
V.2.3	Géologie.....	19
V.2.4	Sismicité.....	19
V.2.5	Raccordement au réseau.....	19
V.2.6	Climatologie	20
V.2.7	Environnement urbain	20
V.2.8	Accès	20
V.2.9	Contraintes industrielles.....	20

V.2.10	Servitudes locales	20
V.2.11	Aspects socio-économiques	20
V.3	ADAPTATION DE LA CENTRALE AU SITE.....	22
V.3.1	Choix techniques	22
V.3.1.1	Réfrigération	22
V.3.1.2	Calage de la plate-forme.....	22
V.3.1.3	Bruit	22
V.3.1.4	Terrains.....	22
V.3.1.5	Climat local.....	22
V.3.1.6	Faune et flore.....	23
V.3.1.7	Radioécologie	23
V.3.2	Choix architecturaux	23
V.4	CHANTIER DE CONSTRUCTION.....	24

V LES RAISONS DU CHOIX DE LA SOLUTION RETENUE

V.1 CHOIX NATIONAUX

V.1.1 Filière – Palier – Modèle

V.1.1.1 Rappel historique

La première filière ^[1] développée en France a été la filière uranium naturel – graphite – gaz . Elle utilisait l'uranium naturel comme combustible (à l'époque, les possibilités d'enrichissement de l'uranium étaient très réduites), le graphite comme modérateur et le gaz carbonique comme fluide caloporteur. Les centrales de Chinon A 1, 2, 3, Saint-Laurent A 1, 2 et Bugey 1 ont appartenu à cette filière (ces tranches sont en cours de déconstruction).

Parallèlement des réalisations de types différents étaient entreprises portant notamment sur la filière uranium enrichi – eau ordinaire du type à eau pressurisée (REP) avec la construction de la centrale de Chooz A (305 MWe) dans les Ardennes. C'est cette filière que les Pouvoirs Publics ont choisie à la suite des recommandations de la Commission dite PEON (Production d'Electricité d'Origine Nucléaire). Les raisons essentielles de cette décision sont :

- permettre le développement d'un procédé français d'enrichissement de l'uranium et la libération des approvisionnements en uranium enrichi sur le marché étranger,
- faciliter l'exportation sur le marché mondial des réacteurs utilisant l'uranium enrichi, cette filière ayant été choisie par la plupart des grands pays industriels,
- passer à une puissance unitaire supérieure des tranches, la filière graphite-gaz posant à ce point de vue de difficiles problèmes techniques et financiers,
- enfin, obtenir un coût du kWh produit inférieur de 15 % à celui de la filière « graphite-gaz ».

Les réacteurs d'une même filière et d'un même type sont regroupés en différents « paliers » de puissance. Electricité de France s'est en effet attaché à réaliser des séries de tranches identiques (à quelques différences près qui tiennent à la nécessaire adaptation au site). Cette standardisation industrielle est avantageuse tant sur le plan de la sûreté et la fiabilité que du point de vue économique. Elle permet également de profiter du « retour d'expérience ». Les progrès accomplis sur une série (un palier) permettent de passer à une série de puissance supérieure.

Réparties sur une dizaine de sites, 34 tranches de 900 MW sont en exploitation (Fessenheim, Bugey, Tricastin, Gravelines, Dampierre, Blayais, Saint-Laurent, Chinon, Cruas).

Par ailleurs, 20 tranches appartenant au palier 1300 MW du type P4 ou P'4 réparties sur huit sites sont également en exploitation (Paluel, Cattenom, Flamanville, Saint-Alban, Nogent, Belleville, Golfech et Penly).

Enfin, quatre tranches appartenant au palier 1400 MW du type N4 réparties sur deux sites sont en exploitation (Chooz B et Civaux).

^[1] La filière à laquelle appartient un réacteur est définie par l'ensemble des 3 éléments :

combustible,

modérateur,

fluide caloporteur.

V.1.1.2 Standardisation et progrès technique

La politique de standardisation a été choisie d'abord par nécessité : elle a en effet permis de mener à bien le programme électronucléaire français lancé après le choc pétrolier des années 1970. Très rapidement, on a pu mesurer tous les bénéfices que l'on tirait de cette politique : études approfondies parce que concentrées, économies considérables liées à l'apprentissage des équipes, retour d'expérience directement utilisable, etc. La standardisation par nécessité s'est donc rapidement muée en standardisation par intérêt.

Comme cependant une standardisation figée peut être un frein aux progrès techniques, et notamment en matière de sûreté (on imagine difficilement que l'on fige la technique et les exigences de sûreté pour des installations nouvelles pendant 30 ans et plus), ont été introduits les paliers techniques. Chaque palier introduit selon une démarche évolutionnaire un ensemble d'améliorations technologiques, d'améliorations de sûreté, et plus généralement bénéficie du retour d'expérience accumulé.

V.1.1.3 Choix énergétiques français : EPR et la Loi sur l'Energie

La politique énergétique française doit faire face à deux défis majeurs : la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre et une augmentation à moyen terme des prix du pétrole et du gaz résultant, d'une stagnation progressive de la production et d'une croissance continue de la demande.

La politique énergétique poursuit quatre objectifs :

- garantir la sécurité de l'approvisionnement (indépendance énergétique) de la France pour éviter toute pénurie et réduire la sensibilité de notre économie aux variations des prix du pétrole,
- mieux préserver l'environnement et en particulier lutter contre l'effet de serre en se fixant comme objectif une division par quatre de nos émissions de gaz d'ici 2050,
- garantir un prix compétitif de l'énergie tant pour les particuliers que pour les industries fortement consommatrices,
- garantir l'accès de tous les Français à l'énergie.

Pour atteindre ces objectifs, quatre axes sont proposés par la loi sur l'Energie :

- maîtriser la demande d'énergie en visant une baisse de l'intensité énergétique (rapport entre la consommation d'énergie et le PIB) de 2% par an à l'horizon 2015 ,
- diversifier le " panier énergétique français " en assurant le développement des énergies renouvelables (solaire thermique, biomasse hydraulique, l'éolien) et en préparant l'avenir de la filière nucléaire par la construction d'un réacteur européen à eau pressurisée EPR,
- veiller au développement d'un réseau de transport efficace et des capacités de stockage suffisantes,
- développer fortement la recherche, notamment dans les domaines de l'efficacité énergétique, de la captation et de la séquestration du gaz carbonique, des énergies renouvelables, du nucléaire (quatrième génération et déchets) et de l'utilisation de l'hydrogène.

Le choix du développement du réacteur EPR répond au deuxième axe qui traite en particulier de la place de la production d'origine nucléaire.

Ainsi le projet Flamanville 3 (EPR) a un double but :

- **préparer le renouvellement des centrales électronucléaires actuelles**

En 2020, six unités de production de 900 MW auront dépassé 40 ans, trois ans plus tard 21 autres unités viendront les rejoindre. Ces 27 unités représentent 40% de la capacité de production nucléaire d'EDF, soit environ un tiers de la capacité de production d'électricité française.

EDF, industriel responsable, souhaite préparer cette importante perte de capacité de production d'électricité en se préparant dès maintenant au renouvellement du parc de production.

La mise en service en 2012 sur le site de Flamanville d'un premier exemplaire d'EPR permettra d'acquérir l'expérience de la construction et celle de l'exploitation pendant environ 3 années*. EDF sera alors en mesure de proposer en toute connaissance de cause le déploiement d'une nouvelle série d'unités de production éprouvée industriellement.

(*) : ces 3 années amènent à 2015, date à laquelle, compte tenu des délais habituels de construction de 5 ans, il sera nécessaire de décider du déploiement de nouvelles unités de production pour faire face à l'échéance de 2020 mentionnée ci-dessus.

- **contribuer à la production d'électricité française à partir de 2012**

Le Réseau de Transport d'Electricité (RTE) est chargé par le gouvernement de réaliser les prévisions relatives à l'évolution de la consommation d'électricité dans les prochaines années à partir des scénarios d'évolution de l'activité économique fournis par le Ministère de l'Economie et des Finances. Elles font état d'une augmentation significative de la consommation. Le scénario haut prévoit une augmentation de la consommation de 11,5% entre 2004 et 2012, et le scénario bas une augmentation de 5,9% soit 27,5 milliards de kWh. Ce chiffre représente plus de deux fois la production d'une unité comme celle du projet Flamanville 3.

La production de Flamanville 3 sera un des éléments de réponse à l'augmentation de la consommation d'électricité.

V.1.1.4 Choix du nouveau réacteur de type EPR

L'évolution du contexte international, l'internationalisation croissante des questions de sûreté et la construction européenne ont conduit au développement d'un réacteur franco-allemand.

Initié en 1989, et, dans la perspective du renouvellement du parc actuel, avec une logique de paliers standardisés, le projet consiste en la réalisation d'une tête de série en France :

- fondée sur un modèle de réacteur de conception avancée sur le plan de la sûreté (prise en compte à la conception des accidents graves) et de la disponibilité (objectif de 91 % sur la durée de vie totale de l'installation),
- offrant des améliorations qui visent à réduire l'impact de l'installation sur l'environnement, au niveau de l'exploitation et du démantèlement,
- restant compétitive sur le plan économique par rapport aux autres moyens de production envisageables,
- offrant une simplification des opérations d'exploitation et de maintenance.

Le projet de réacteur EPR est de conception « évolutionnaire » en filiation directe avec les tranches françaises de type N4 et les réacteurs allemands de type Konvoi. Il entre dans la catégorie des réacteurs dits de « troisième génération ».

Par ailleurs, dans le cadre de l'objectif d'harmonisation franco-allemande, les orientations techniques de l'îlot nucléaire satisfont les exigences de conception et de sûreté des deux pays.

Les partenaires français et allemands du projet EPR (les deux constructeurs, Framatome et Siemens, et les deux exploitants, EDF et le groupement des électriciens allemands) ont disposé d'atouts importants : le niveau des connaissances s'est amélioré au cours des dernières années grâce à une forte coopération internationale, et l'expérience accumulée en France et en Allemagne est probablement unique au monde à la fois quantitativement et qualitativement grâce aux réacteurs en exploitation en France et Konvoi en Allemagne.

V.1.2 Principales évolutions de la tranche EPR

Par rapport aux réacteurs actuels, les avancées de l'EPR sont les suivantes :

- Amélioration de la sûreté de l'installation,
- Amélioration de l'impact sur l'environnement (limiter les rejets et les quantités de déchets) et de la radioprotection des intervenants,
- Amélioration des performances économiques,
- Amélioration de la manœuvrabilité et de la flexibilité de la tranche.

Les principales évolutions de la tranche EPR sont listées dans les paragraphes suivants. Celles qui visent à réduire l'impact de cette nouvelle installation sur l'environnement sont aussi reprises en détail au **Chapitre VI**.

Celles relatives à la sûreté, en ce sens qu'elles relèvent essentiellement des domaines incidentels ou accidentels, sont, elles, traitées en détail dans l'Etude de Dangers en **Pièce D, Chapitre IV**.

V.1.2.1 Principales évolutions en matière de sûreté

Par définition, la Sûreté Nucléaire est l'ensemble des dispositions prises à tous les stades de la conception, de la construction, de l'exploitation et de l'arrêt des installations nucléaires pour protéger en toutes circonstances l'homme et son environnement naturel contre la dispersion des produits radioactifs, c'est à dire :

- assurer le fonctionnement normal des installations,
- prévenir les incidents et accidents,
- limiter les conséquences d'un incident ou accident éventuel.

Un des objectifs majeurs de l'EPR est d'atteindre un niveau de sûreté encore plus élevé qu'aujourd'hui. La recherche de cet objectif ne se traduit pas par une rupture de conception avec la génération actuelle des réacteurs en exploitation mais au contraire en intégrant à la conception le retour d'expérience acquis.

Les Autorités de sûreté française et allemande ont bâti une plate-forme commune d'exigences qui a servi de base pour définir les principes de conception. Les futurs exploitants ont également pu exprimer leurs souhaits avant le début des études. Les objectifs de sûreté assignés au réacteur EPR et donc à Flamanville 3 ont été ébauchés dès 1993 et finalisés en Octobre 2000. Ils s'expriment en termes d'améliorations par rapport aux dernières centrales construites.

En Septembre 2004, l'Autorité de sûreté française a confirmé que les options prises par les concepteurs de l'EPR étaient conformes à cette plate-forme commune.

Les principaux objectifs de sûreté assignés sont les suivants :

- réduire la probabilité d'accident grave,
- réduire les conséquences des accidents graves.

◆ **Réduire la probabilité d'accident grave de fusion du coeur**

C'est l'objectif N°1 depuis que les centrales nucléaires existent. La sûreté est une démarche permanente d'amélioration et pour l'EPR, de nouvelles dispositions ont été prises à la conception pour encore réduire le risque d'accident grave. Cela concerne aussi la diminution du nombre d'incidents.

L'objectif est de diviser par 10 la probabilité d'avoir un accident grave (« fréquence globale de fusion du cœur inférieure à 10^{-5} par année-réacteur »). Cette probabilité est déjà extrêmement faible pour les centrales du parc en exploitation. Cet objectif est atteint grâce à des dispositions de conception comme par exemple :

- la **séparation physique en quatre divisions** cohérente avec une séparation des systèmes importants pour la sûreté en quatre trains indépendants ; elle accroît la fiabilité de ces systèmes et réduit aussi les risques de mode commun¹ ;
- **implantation d'une réserve d'eau borée à l'intérieur du Bâtiment Réacteur** (alimentation des circuits de refroidissement de secours du réacteur, du système de contrôle chimique et volumétrique du fluide primaire, évacuation ultime de puissance en situation d'accident grave) : cette implantation évite le passage en recirculation dans les situations accidentelles et offre une meilleure protection de la réserve d'eau vis à vis des agressions externes ;
- des **délais d'intervention plus importants pour les opérateurs** : afin de disposer de durées adéquates pour les actions nécessaires des opérateurs, l'augmentation significative du volume interne des composants primaires dégage des marges vis à vis des transitoires incidentels (gros cœur à 241 assemblages qui augmente les marges de sûreté et de fonctionnement, volume eau-vapeur du pressuriseur et des GV augmentés par rapport aux paliers précédents) ;
- un **renforcement des dispositions prises pour faire face aux principales agressions externes** (chutes d'avion, séisme, températures extrêmes..) ;

¹ Risque qu'une seule agression aboutisse à la perte de plusieurs voies de sûreté.

- la **diversification** a été renforcée pour : les alimentations électriques (secours diversifié par rapport aux quatre groupes diesels principaux : choix additionnel de deux groupes diesels d'ultime secours), la source froide (source froide d'ultime secours diversifiée en plus des quatre trains normaux), la réfrigération des pompes d'injection de sécurité (réfrigération eau et air), la mise en œuvre d'un troisième train PTR avec source froide diversifiée (refroidissement de la piscine de stockage des éléments combustibles) ;
- la séparation, au sein du **système de borication**, de la fonction de sûreté et de la fonction de borication en fonctionnement normal : création d'un système dédié à la borication d'urgence composé de deux trains redondants et ayant la capacité de ramener le réacteur dans un état sûr après un transitoire accidentel de façon indépendante de l'injection de sécurité ;
- une interface homme-machine optimisée, profitant du retour d'expérience du palier N4.

L'utilisation dès la conception des Etudes Probabilistes de Sûreté (EPS) notamment pour la détermination des défaillances à considérer dans le dimensionnement de l'installation ; les résultats de ces EPS ont permis de confirmer le bon dimensionnement global du réacteur, d'améliorer la conception de certains systèmes de sûreté en terme de redondance et de diversification (exemple : diversification de la source froide en situation d' Accident Grave).

◆ **Réduire les conséquences des accidents graves**

Les objectifs généraux de sûreté d' EPR impliquent de renforcer la défense en profondeur, c'est-à-dire de renforcer la prévention (réduction des risques) et la mitigation (réduction des conséquences) des incidents et accidents.

Même si la probabilité qu'un accident grave se produise est infime, on prend des dispositions pour que ses conséquences pour l'extérieur soient infimes et qu'en particulier l'évacuation des populations ne soit pas nécessaire « au-delà du voisinage immédiat ».

Cette démarche de prévention et de mitigation (limitation des conséquences) a été appliquée aux conditions de fonctionnement de référence ainsi qu'aux conditions de dimensionnement complémentaires (susceptibles de conduire ou non à la fusion du cœur) que sont les situations de type « défaillances multiples » et « Accident Grave ».

La prise en compte des AG à la conception est en particulier une avancée majeure du projet EPR : diminuer leur fréquence d'apparition toutes causes confondues et limiter leurs conséquences en terme d'environnement et de santé publique. L'idée principale est la réduction d'occurrence voire l'élimination pratique des situations accidentelles qui pourraient conduire à des rejets précoces importants : amélioration du système de surveillance, optimisation des matériels et systèmes.

Pour atteindre cet objectif, plusieurs dispositions sont prises parmi lesquelles on peut citer quelques exemples :

- le **récupérateur de combustible fondu** (corium) : conception d'un système de récupération et d'étalement du corium (mélange de combustible et de cuve fondu) ; un canal de transfert du corium (à l'aplomb de la cuve) débouche dans une vaste salle d'étalement dont le plancher est recouvert d'une couche de matériaux sacrificiels (protection du radier) et dont le remplissage en eau (passif, par effet de chaleur) est assuré par l'eau de la réserve d'eau borée qui permet son confinement et son refroidissement sur de très longues périodes ;

- une **enceinte à l'étanchéité renforcée** : concept de double enceinte (interne et externe) avec mise en place d'une peau d'étanchéité métallique sur la totalité de la face intérieure de l'enceinte interne pour garantir un très faible taux de fuite ; l'espace entre l'enceinte interne et l'enceinte externe est maintenu en dépression pour collecter les éventuelles fuites et les filtrer avant rejet à l'atmosphère ;
- élimination de tous les chemins de fuite susceptibles de mettre en relation l'intérieur de l'enceinte avec l'extérieur : l'ensemble des traversées de l'enceinte débouchent dans les bâtiments périphériques, ce qui permet la reprise des fuites éventuelles ;
- création d'une **fonction d'évacuation de la puissance hors de l'enceinte de confinement pour les situations d'accident grave** : circuit composé de deux trains pouvant refroidir à la fois l'enceinte par aspersion et le corium par circulation dans la chambre d'étalement.
- Protection en pression du circuit primaire par l'équipement du pressuriseur de deux circuits : le premier permet une évacuation via soupapes vers un réservoir de décharge, l'autre -plus spécifiquement dédié aux situations d'accident grave- permet d'évacuer dans l'enceinte et d'abaisser ainsi la pression sous le seuil des 20 bars (élimination du risque de rupture brutale du circuit primaire).

V.1.2.2 Principales évolutions en matière de réduction de l'impact sur l'environnement et de radioprotection des intervenants

Les axes de progrès recherchés visent à aboutir à une installation plus « sobre » par la meilleure utilisation des ressources d'uranium naturel et aussi plus « propre » par la diminution des déchets radioactifs à vie longue issus du combustible ainsi que par la diminution des rejets et déchets d'exploitation.

La diminution des rejets et de la production de déchets est un objectif permanent en exploitation depuis que le parc de production existe. A la conception, des dispositions sont prises telles que le choix des matériaux, l'adjonction de filtres supplémentaires ou encore l'amélioration des procédés de conditionnement. La meilleure utilisation du combustible permet également de moins produire de déchets pour la même quantité d'électricité produite.

V.1.2.2.1 Evolutions environnementales

En termes de performances environnementales, EPR présente les améliorations principales suivantes.

- Une utilisation plus sobre des ressources d'uranium naturel (-17% d'économie) ainsi qu'une diminution des déchets radioactifs à vie longue issus du combustible et de son gainage (-26% environ de déchets B à vie longue), et une meilleure utilisation in situ du Plutonium (-15% par autoconsommation). Ces gains sont issus de la conception neutronique (gros cœur, réflecteur neutronique) et des performances de gestion du combustible (haut taux de combustion).
- Un gain très significatif sur les rejets radioactifs en situations accidentelles, notamment en cas d'Accident Grave, grâce à des innovations importantes (peau d'étanchéité de l'enceinte, absence de fuites non collectées, non débordement en eau des générateurs de vapeur en cas de rupture d'un tube GV, récupérateur de corium, réserve d'eau borée IRWST à l'intérieur du Bâtiment Réacteur).

- Hors Tritium et Carbone 14, des rejets radioactifs liquides en fonctionnement normal plus faibles que ceux du parc actuel grâce notamment au recyclage des effluents primaires aérés et à un meilleur tri sélectif des drains de plancher ; une diminution des termes sources en Cobalt 58 et 60 grâce à l'optimisation du conditionnement chimique du fluide primaire et à l'utilisation de matériaux sans cobalt lorsque cela est possible.
- Hors Tritium et Carbone 14, des rejets radioactifs gazeux en fonctionnement normal plus faibles que ceux du parc actuel grâce au système de Traitement des Effluents Gazeux (TEG) fonctionnant en boucle quasi fermée et traitant les effluents gazeux aérés.
- Maîtrise de la production de Tritium malgré le passage en gestions combustible à haut taux de combustion (optimisation de la concentration en Bore par utilisation de bore enrichi et augmentation du nombre de crayons gadoliniés...) afin d'avoir une production spécifique (rapportée au kWh produit) de tritium quasiment égale ou inférieure à celle des unités de production existantes
- Réduction de certains rejets chimiques, notamment les rejets de Bore (recyclage accru, concentration en Bore initiale de l'eau du circuit primaire plus faible), d'Hydrazine (intégration à la conception de dispositifs permettant sa destruction avant rejet) et de phosphates (dispositifs anti-carbonatation sur les circuits utilisant le phosphate pour leur conditionnement).
- Une température de rejet faible : échauffement de l'eau de refroidissement inférieur à 12°C avant dilution.

Enfin, même si cette caractéristique n'est pas générique dans la conception d'EPR, il est à noter dans le cadre de l'implantation d'EPR sur le site de Flamanville, l'implantation novatrice d'une unité de dessalement d'eau de mer pour la production d'eau filtrée et déminéralisée nécessaire au fonctionnement d'EPR et des tranches existantes. Cette unité qui fonctionnera en base (les 2 unités existantes de déminéralisation classiques d'eau douce étant utiles pour les « pointes »), permettra de réduire très significativement l'utilisation des ressources d'eau douce locales et surtout les rejets d'effluents inhérents au procédé classique de filtration/déminéralisation d'eau douce.

V.1.2.2.2 Réduction des expositions professionnelles

La tranche est conçue pour limiter l'exposition des travailleurs. Certaines dispositions profitent également à la limitation de l'exposition du public en limite de site. Le processus d'optimisation porte sur les principaux domaines suivants :

- le choix des matériaux (notamment la suppression des stellites lorsque cela est possible afin de réduire le terme source de Cobalt 60) et l'optimisation de la chimie de l'eau du circuit primaire (pH, teneur en Lithium) afin de réduire les produits de corrosion,
- le dimensionnement des blindages,
- le taux de purification du réfrigérant primaire,
- la réduction des zones de dépôts des produits de corrosion dans les circuits,
- une meilleure fiabilité des composants,
- une automatisation de certaines opérations,

- la prise en compte des moyens de manutention dès la conception,
- l'amélioration des opérations de décontamination,
- la diminution des durées de travail en zone par une optimisation des choix d'installation,
- une mise en place d'écrans ; la séparation des matériels non-radioactifs de ceux qui le sont, mise en place de 2 zones dans le bâtiment réacteur (concept « two rooms »),
- une amélioration de la technologie des éléments combustibles (éviter les défaillances de type rupture de gaine).

L'ensemble de ces mesures conduit à un objectif de réduction de 20% de la dosimétrie des travailleurs, relativement aux tranches françaises en exploitation, soit une performance attendue hors aléa de 0,35 HSv/an. Cette amélioration a ainsi un impact majeur sur dix ans.

Tous les travailleurs sur une centrale, qu'ils soient EDF ou non, sont suivis et ne sont jamais exposés aux radiations au-delà des limites autorisées. De plus, toutes les mesures sont prises pour que la somme des expositions de tous les travailleurs soit la plus faible possible (principe ALARA). Chaque opération, chaque chantier fait l'objet d'une étude préalable pour trouver le moyen de réduire cette exposition globale, la dosimétrie.

V.1.2.2.3 Prise en compte des opérations de démantèlement à la conception

La prise en compte du démantèlement à la conception est détaillée au V.4 Cette prise en compte sert simultanément les objectifs environnementaux et dosimétriques que doivent intégrer les opérations de démantèlement. Les améliorations d' EPR portent sur :

- le choix des matériaux,
- des dispositions d'installation des gros composants en vue de leur démontage et de leur transport,
- des dispositions permettant le nettoyage et la décontamination in situ pour la cuve et certains systèmes,
- la minimisation des produits d'activation dans le béton par mise en place de revêtement de protection.

V.1.2.3 Principales évolutions en matière de performances économiques

La compétitivité de la centrale dépend principalement des facteurs suivants :

- le coût de construction,
- la disponibilité de la tranche et les coûts d'exploitation et de maintenance,
- la durée de vie de l'installation,
- le coût du combustible y compris l'aval du cycle.

Le coût du démantèlement est également pris en compte et en cours d'optimisation par le biais des opérations en cours de déconstruction des centrales nucléaires de première génération (Brennilis et Chooz A notamment).

V.1.2.3.1 Le coût de construction

La politique retenue pour le projet EPR est principalement la recherche d'une réduction des délais de construction : ils sont de 54 mois pour la construction proprement dite de la tranche (hors travaux préparatoires et hors ferrailage du radier) alors qu'ils étaient d'environ 70 mois sur les paliers précédents.

V.1.2.3.2 La disponibilité de la tranche et la maintenance

L'objectif principal est l'obtention d'une disponibilité moyenne de 91 % sur la durée de vie de l'installation (la disponibilité moyenne des tranches actuellement en exploitation est d'environ 82 à 83%). Dans l'hypothèse d'une durée de cycle (durée entre deux rechargements) de 18 mois, une réduction très forte des durées moyennes des arrêts de tranche est attendue. Ce progrès est issu des possibilités accrues de maintenance en puissance (systèmes à quatre trains) et de la possibilité d'accéder dans le bâtiment réacteur 7 jours avant l'arrêt de tranche et 3 jours après (concept à 2 zones du bâtiment réacteur). Dans cette configuration, la durée d'un arrêt pour simple rechargement est de 11 jours et de 16 jours pour un arrêt partiel (la durée d'un arrêt de tranche est d'environ 1 mois sur les tranches actuellement en exploitation).

V.1.2.3.3 La gestion optimisée du combustible

La gestion optimisée du combustible répond à une double logique : économique et environnementale. Cet objectif est obtenu grâce notamment à la combinaison des mesures suivantes :

- l'augmentation du taux de combustion moyen de 45 à 60 GWj/t permet une diminution significative du combustible utilisé,
- le choix d'un « gros cœur » à 241 assemblages pour EPR (contre 205 pour le N4) qui permet une meilleure utilisation du combustible.

Par ailleurs le rendement global de l'installation a été amélioré via un rendement supérieur de la turbine grâce à une température et une pression de vapeur plus élevées.

On espère ainsi produire 22% de plus d'électricité (relativement au palier 1300 MW) avec la même quantité de combustible nucléaire.

V.1.2.3.4 La durée de vie de l'installation

Elle représente la durée d'amortissement de la tranche : plus cette durée sera longue, plus le coût d'amortissement supporté par année d'exploitation sera faible. La durée de vie de la tranche EPR est de 60 ans (pour les équipements non renouvelables).

Le prix du KWh EPR est de 43 €/MWh pour la tête de série et de 35 €/MWh avec l'hypothèse de construction d'une série de 10 unités, certains coûts, les études notamment, se trouvant répartis sur la production de l'ensemble des unités. Il est estimé sur une base de 40 ans pour conserver des marges. Il est plus faible que celui produit par d'autres moyens de production qui pourraient être construits à sa place. Aujourd'hui, les moyens de substitution pourraient être des centrales à « charbon propre », ou encore des cycles combinés à gaz.

V.1.2.4 Principales évolutions en matière de manœuvrabilité et de flexibilité

V.1.2.4.1 Flexibilité de gestion

Le spectre des gestions envisagées pour le réacteur EPR a été volontairement choisi de façon large afin de garantir le maximum de souplesse pour l'exploitation future du réacteur. En particulier, EPR pourra fonctionner en base comme en suivi de charge et pourra utiliser du combustible MOX.

V.1.2.4.2 Instrumentation

L'instrumentation interne de la tranche EPR se distingue de l'instrumentation des réacteurs 1300 ou N4 ; elle est inspirée de l'instrumentation des réacteurs allemands de type KONVOI. Les principaux dispositifs retenus pour la tranche EPR sont les suivants :

- une instrumentation incore fixe : elle a pour but de mesurer la densité locale de puissance. Sur les paliers actuels, cette surveillance est réalisée par une instrumentation externe,
- une instrumentation interne mobile : elle fournit les mesures de référence pour vérifier la conformité du cœur et calibrer l'instrumentation en ligne.

V.1.2.4.3 Concept « two rooms »

Le réacteur EPR a une forte exigence de disponibilité qui nécessite de pouvoir accéder dans le Bâtiment Réacteur en puissance de façon à pouvoir notamment préparer certaines actions de maintenance quelques jours avant et après l'arrêt. Les contraintes de radioprotection qui en résultent ont conduit à envisager une séparation du bâtiment réacteur en deux zones physiquement séparées :

- la zone en périphérie et le plancher de service en bord de piscine considérés comme accessibles en puissance,
- la zone spécifique du circuit primaire principal (source majeure de rayonnement) qui sera maintenue en légère dépression et qui sera considérée comme restant inaccessible en puissance.

V.1.3 Prise en compte de l'environnement

Ce chapitre traite de la politique environnementale d'EDF. L'ensemble des améliorations présentées par le projet EPR en matière de protection de l'environnement est donné au **Chapitre VI**.

V.1.3.1 Politique environnementale d'EDF

Le groupe EDF inscrit son action dans la perspective du développement durable défini au sommet de Rio en 1992 et confirmé à Johannesburg en 2002 : il entend satisfaire les attentes de ses clients et assurer sa croissance, tout en observant une éthique de progrès social et en respectant les besoins des générations futures.

Dans ce cadre, le groupe EDF a pris 10 engagements pour :

- économiser les ressources non renouvelables,
- diminuer les pollutions et limiter les émissions de gaz à effet de serre,

- faire progresser la sécurité et la santé,
- contribuer au développement économique et social de tous par l'électricité.

EDF est certifié ISO 14001 pour ses différentes activités. Les différentes unités nucléaires de production d'EDF font partie du champ et du périmètre du certificat ISO 14001.

Egalement, EDF a déjà obtenu une certification ISO 14001 pour certaines de ses filiales et vise la certification ISO 14001 à l'international pour toutes ses activités.

Cette démarche, qui témoigne de l'exigence de qualité environnementale d'EDF, relaye les initiatives locales engagées depuis 1996 et répond à la responsabilité que le groupe entend assumer au sein de la communauté internationale.

V.1.3.2 Politique environnementale de la Division Ingénierie Nucléaire (DIN)

Les niveaux d'exigence et les contrôles exercés au titre de la sûreté nucléaire et de la radioprotection lors de la conception, la construction, l'exploitation et la déconstruction des centrales nucléaires témoignent d'un engagement fort envers la préservation de l'environnement. La Division Ingénierie Nucléaire contribue ainsi aux engagements de la politique environnementale du groupe EDF notamment celui d'agir en groupe responsable dans la perspective d'un développement durable et de poursuivre la démarche ISO 14001 pour toutes ses activités.

Cette politique conduit en particulier la DIN à concevoir des installations respectueuses de l'environnement en :

- intégrant la dimension environnementale dans le développement des moyens de production futurs dès leur phase de conception,
- préparant l'adaptation des moyens de production existants aux évolutions des attentes environnementales,
- assurant la maîtrise des déchets nucléaires et conventionnels générés par les centrales nucléaires de première génération.

V.1.3.3 La protection de l'environnement des centrales nucléaires

Complémentaires aux préoccupations techniques et de sûreté, celles d'environnement participent aux choix des sites d'implantation de tranches nucléaires. Toutes les précautions sont prises afin de perturber le moins possible l'équilibre des écosystèmes terrestre et aquatique, réduire l'impact des installations sur l'air, l'eau, les sols, le bruit, la nature et les paysages, réduire la génération de déchets et en optimiser la gestion. Les choix techniques influençant le milieu naturel sont effectués à l'échelon national puis complétés en fonction des caractéristiques locales.

La protection de l'environnement des centrales nucléaires a été récemment renforcée par l'arrêté du 31 décembre 1999 modifié fixant la réglementation technique générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploitation des INB.

V.1.3.3.1 L'air

Contrairement aux centrales thermiques à flamme, les centrales nucléaires ont un impact quasiment négligeable sur l'atmosphère dans la mesure où elles ne produisent pas de gaz à effet de serre (principalement SO₂, CO₂, et NO_x).

Les seuls rejets à l'atmosphère proviennent :

- de l'air de ventilation des locaux nucléaires qui est filtré et contrôlé avant rejet.
- des effluents gazeux issus du traitement de l'eau du réacteur. Pour les tranches 1 et 2 de Flamanville, ces effluents sont stockés dans des réservoirs pour laisser décroître leur radioactivité et contrôler avant rejet dans l'atmosphère. La tranche EPR intègre un système de traitement des effluents gazeux inspiré de la conception allemande : ce système fonctionne quasiment en boucle fermée et augmente le recyclage des effluents gazeux, de même il assure la décroissance radioactive des effluents gazeux avant rejet par passage sur « lits à retard ».

Le détail de la gestion des effluents gazeux de la tranche EPR est donné en **Pièce B, Chapitre II.4.**

V.1.3.3.2 L'eau

Les centrales nucléaires utilisent l'eau comme source de refroidissement. Les prélèvements sont importants, pour les centrales refroidies en circuit ouvert comme en bord de mer, mais ils sont rejetés en totalité. Les prises d'eau sont dessinées pour limiter les effets d'aspiration de la faune et de la flore.

La température à la sortie des installations est un paramètre très surveillé : lorsqu'elle atteint le niveau maximal autorisé, la centrale doit être exploitée à une puissance plus faible.

Les eaux sanitaires et usées sont traitées en station d'épuration, les eaux contaminées par les hydrocarbures sont traitées en bassin décanteur-déshuileur.

Un programme de surveillance du milieu récepteur est défini réglementairement.

Dans les centrales nucléaires, l'essentiel des fluides radioactifs est réutilisé dans les installations après filtration, dégazage, évaporation et distillation. La faible part qui n'est pas recyclée est stockée, traitée et rejetée selon les normes : les niveaux d'activité des rejets sont très inférieurs aux limites réglementaires.

Le détail de la gestion des effluents liquides de la tranche EPR est donné en **Pièce B, Chapitre II.4.**

Pour éviter une pollution des sols et de la nappe phréatique (quand il y en a), les installations susceptibles de polluer le milieu sont munies de cuvelages étanches pour recueillir les eaux de ruissellement et de percolation qui seront analysées et traitées avant rejet. Des mesures particulières sont aussi prises sur les installations de stockage des hydrocarbures, des huiles et des graisses.

Pour la tranche EPR, la séparation des réseaux d'eaux et la réalisation d'un bassin de confinement isolable et vidangeable destiné à recueillir des eaux de ruissellement susceptibles d'être polluées, permettent aussi d'éviter une pollution des eaux et des sols.

Enfin, le fonctionnement des installations nécessite la production d'eau filtrée et d'eau déminéralisée. Les besoins spécifiques d'eau déminéralisée d'EPR au redémarrage suite à arrêt de tranche ont été réduits relativement à une tranche 1300 MWe classique grâce à un système de conditionnement chimique du poste d'eau au démarrage limitant l'appoint nécessaire en eau.

Dans le cadre de l'implantation d'une tranche EPR sur le site de Flamanville, l'installation innovante d'une unité de dessalement d'eau de mer pour pourvoir aux besoins du site en eau filtrée et déminéralisée, réduira très considérablement les prélèvements d'eau douce et rejets d'effluents des chaînes classiques actuelles de filtration et déminéralisation d'eau douce (elles serviront surtout aux pointes de fonctionnement en périodes de redémarrage de tranche par exemple).

V.1.3.3.3 Les déchets

L'ensemble des déchets nucléaires et conventionnels des centrales nucléaires font l'objet d'une gestion visant à en limiter la production, en assurer un tri à la source, en valoriser un maximum par recyclage, en diminuer le volume résiduel par compactage, puis en assurer un colisage et un entreposage adapté sur le site avant évacuation vers les filières agréées. Le détail de la gestion des déchets de l'EPR est présenté en **Pièce B, Chapitre IV**.

V.1.3.3.4 Le sol

La centrale nucléaire de Flamanville est équipée d'un réseau de surveillance piézométrique des nappes phréatiques.

Outre ce réseau de surveillance, toutes les installations susceptibles de générer une pollution du sol (stockage d'hydrocarbures, d'huiles, de graisse, etc.) sont munies de cuvelage étanches et vidangeables et les opérations de remplissage et vidange sont effectuées sur des aires de dépotage conçues pour récupérer les éventuelles égouttures ou fuites.

V.1.3.3.5 Le bruit

Les centrales nucléaires sont sources de bruits permanents (liés au fonctionnement des transformateurs, groupes turboalternateurs, ventilations, pompes...), ou intermittents (par exemple lors de la mise en œuvre des diesels de secours...).

La réduction du bruit est intégrée dès la conception des installations :

- Baisse de l'impact acoustique en recourant à des matériels non bruyants, installation de dispositifs d'insonorisation : isolation vibratoire (avec des plots élastiques antivibratoires) et acoustique (qualité des murs, capots, écrans, silencieux), calorifugeage des tuyauteries,
- Correction acoustique (avec des matériaux ou revêtements absorbants).

Ainsi qu'à la mise en service de l'installation :

- le bruit dans l'installation (cartes de bruit dans les locaux, vérification des matériels) et dans l'environnement est mesuré,
- si nécessaire, des mesures complémentaires (isolation acoustique et vibratoire, correction acoustique) sont prises.

V.1.3.3.6 La nature et les paysages

EDF s'attache à limiter l'impact des infrastructures indispensables à la fourniture d'électricité sur la nature et les paysages, à les rendre plus discrets et inoffensifs pour la faune.

L'esthétique des centrales nucléaires est intégrée dès leur conception et des études d'insertion dans le paysage sont réalisées par des architectes, des paysagistes et des urbanistes, dans le cadre de la demande de Permis de Construire.

L'insertion d'une centrale dans un site tient compte des particularités régionales et de la perspective qu'elle offre depuis les points de vue alentour. L'implantation de la nouvelle unité de production EPR sur le site de Flamanville fait l'objet des mêmes démarches et précautions.

Le deuxième volet concerne la protection de la faune et de la flore. Concernant la flore, EDF veille à respecter les spécificités floristiques du site en réalisant des plantations adaptées au milieu. Concernant la faune, l'identification des espèces présentes aux abords du site, notamment les espèces et les espaces protégés est réalisée au début du projet et prise en compte dans l'étude d'impact de manière à définir, en cas d'impact notable, des mesures correctrices.

V.1.3.3.7 La protection de l'environnement au niveau du chantier

Les chantiers de construction sont souvent sources de nuisances. L'identification précise des impacts du chantier, est faite en collaboration avec les entreprises chargées de la réalisation des travaux. Le suivi des impacts est assuré par un responsable spécialisé.

L'impact du chantier de l'EPR sur l'environnement est traité au **Chapitre III**. Les mesures prises pour réduire les conséquences du chantier sont présentées au **Chapitre VI**.

V.1.4 Sûreté – Radioprotection

Les centrales nucléaires sont conçues pour protéger les travailleurs, le public et l'environnement contre les effets de la radioactivité créée par leur fonctionnement.

La centrale EPR est conçue pour avoir des performances de sûreté et de radioprotection encore améliorées par rapport aux centrales existantes : dosimétrie réduite pour les intervenants d'à minima 20% au global, moindre probabilité d'accident grave et moindres conséquences pour l'environnement en cas d'accident grave (pour plus de détail, voir **paragraphe V.1.2.2.2**).

Des mesures permettant d'assurer le confinement des produits radioactifs et l'atténuation des rayonnements ionisants sont prises à cet effet, lors de la conception, de la construction, de la mise en service, de l'exploitation et de l'arrêt définitif de l'installation.

La protection contre les effets de la contamination par les produits radioactifs est assurée par l'interposition en série de plusieurs barrières permettant d'assurer le confinement de ces produits. Cette maîtrise du confinement repose sur un ensemble de dispositions réalisant une défense en profondeur dont l'efficacité est démontrée dans toutes les circonstances plausibles normales et accidentelles. Elle est fondée sur :

- des mesures préventives associées à une grande qualité de conception et d'exécution, et à des marges de sécurité importantes,
- des moyens de surveillance permettant de détecter toute réduction de ces marges,
- des moyens d'action permettant de prévenir le développement des accidents et, à défaut, de limiter leurs conséquences.

L'application qui est faite de ces principes de sûreté est telle que les équivalents de dose susceptibles d'être reçus par les personnes du public sont très inférieurs aux limites admises fixées par les autorités compétentes.

L'étude de dangers jointe au dossier de demande d'autorisation de création traite particulièrement des aspects de la sûreté et de la protection contre les rayonnements.

V.2 CRITERES DE CHOIX DU SITE

Les trois régions ayant fait acte de candidatures pour accueillir la tête de série EPR sont celles de Basse-Normandie, de Haute-Normandie et de Rhône-Alpes. Au terme de cette consultation et sur la base d'un examen attentif des conditions facilitant, dans les meilleurs délais, la construction et la mise en œuvre de la tête de série EPR, EDF a décidé d'implanter ce réacteur à Flamanville, lors de la séance de son Conseil d'administration du 21 octobre 2004.

Le site de Flamanville a été choisi en fonction de 3 critères :

- la disponibilité des réserves foncières et des pré-aménagements pour de nouvelles unités de production ;
- le bord de mer qui confère au site une capacité importante de refroidissement évitant la construction d'une tour de refroidissement ;
- les aspects favorables de la géologie du site, à savoir la bonne qualité du rocher pour les fondations et la proximité immédiate des fonds marins.

Ces 3 critères découlent de la faisabilité technique d'une part et de la volonté d'EDF d'avoir une date de mise en service de la nouvelle unité en cohérence avec la préparation du renouvellement du parc actuel.

Les données qui ont justifié fondamentalement le choix du site de FLAMANVILLE au début des années 80, ont été les suivantes :

- besoins en énergie électrique de la Basse-Normandie dont les centres gros consommateurs sont proches, d'une part, et de la Région Parisienne où les implantations sont plus difficiles, d'autre part,
- disponibilité de l'eau de la Manche pour le refroidissement des condenseurs, avec un brassage important assurant une bonne dilution des rejets,
- aspects favorables de la géologie du site, à savoir la bonne qualité du rocher pour les fondations et la proximité immédiate des fonds marins
- situation à l'écart des portions de côte réservées au tourisme dans les plans d'aménagement du littoral.

Les conclusions qui ont abouti au choix du site de Flamanville restent valables pour l'implantation de la tranche EPR.

Le site de Flamanville, actuellement équipé de deux tranches REP 1300MWe, est prévu et terrassé dès l'origine pour en accueillir quatre.

V.2.1 Disponibilité du terrain

EDF a privilégié le site de Flamanville qui dispose déjà d'un terrain pour construire deux nouvelles unités. En effet, lors de la construction des deux premières unités mises en service en 1985 et 1986, le site a été préparé dans la perspective de recevoir 4 unités de production.

Le site a été aménagé à cet effet avant même la construction des tranches 1 et 2. Aucune acquisition foncière nouvelle n'est donc nécessaire pour l'implantation de la tranche EPR.

V.2.2 Refroidissement

Du fait de sa situation en bord de Manche, le site de Flamanville dispose d'une capacité importante de refroidissement ne nécessitant pas la construction d'une tour de refroidissement.

L'eau de refroidissement rejetée par la centrale pouvait être évacuée en mer :

- soit dans un canal creusé dans l'estran devant la centrale,
- soit au large par des galeries sous-marines.

La solution de rejet en canal a été éliminée au profit de la solution de rejet au large par galeries :

- la tache thermique est réduite parce que les rejets au large permettent une meilleure dilution du rejet,
- la perturbation des peuplements planctoniques, halieutiques et benthiques est amoindrie.

De plus, l'éloignement des rejets par rapport à la côte a permis de diminuer l'échauffement de l'estran, dont les peuplements sont ainsi moins affectés.

Le choix d'un refroidissement en circuit ouvert en bord de mer correspondant à un optimum technique pour le refroidissement de l'installation présente un impact limité sur l'environnement du site de Flamanville grâce à la bonne dilution des rejets comme le montre l'analyse conduite au **Chapitre III.1**. Il évite les inconvénients liés aux tours aéro-réfrigérantes qui sont détaillés au **Chapitre VI.1**. Ces éléments justifient une dérogation à l'article 3 de l'arrêté du 26/11/1999.

V.2.3 Géologie

Les raisons qui ont prévalu au choix du site de Flamanville pour la construction des 2 premières tranches s'appliquent bien-sûr à l'implantation de la tranche EPR sur ce même site, par exemple l'homogénéité pétrographique du massif granitique.

Le site de Flamanville se trouve sur la bordure occidentale du batholite granitique de Flamanville. La composition du granite ainsi que les caractéristiques géologiques sont présentées en **Pièce C, paragraphe II.2**.

V.2.4 Sismicité

Les raisons qui ont prévalu au choix du site de Flamanville pour la construction des 2 premières tranches restent valable pour l'implantation de la tranche EPR sur ce même site, à savoir une faible sismicité de la zone. Les éléments de sismicité sont détaillés en **Pièce C, paragraphe II.2**.

V.2.5 Raccordement au réseau

La mise en exploitation de la nouvelle unité de production d'électricité suppose que les capacités de transport à très haute tension (THT) de l'électricité produite soient effectivement disponibles à la date voulue.

L'entreprise a donc examiné cet aspect avec une grande attention et demandé son expertise au RTE qui estime que l'on pourra évacuer la totalité de la puissance produite à l'aide d'un renforcement du réseau THT. L'instruction de ce projet est menée par RTE pour être compatible avec la mise en service de Flamanville 3.

V.2.6 Climatologie

L'implantation d'une centrale nucléaire tient compte des caractéristiques de la météorologie et de la climatologie régionale et locale. Celles du site de Flamanville permettent une bonne dispersion des rejets atmosphériques et une bonne dilution des rejets marins. La température de la Manche, qui n'a pas, à Flamanville, dépassé 19°C lors de la canicule de l'été 2003, présente des avantages pour le refroidissement de la centrale. L'état de référence climatique est décrit en **Pièce C, paragraphe II.6**.

V.2.7 Environnement urbain

Les raisons qui ont prévalu au choix du site de Flamanville pour la construction des 2 premières tranches s'appliquent également à l'implantation de la tranche EPR sur ce même site. Le site de Flamanville est relativement éloigné de gros centres urbains : Cherbourg, ville importante la plus proche, est à 21 km au Nord-Est du site.

Le secteur du CNPE de Flamanville est très peu urbanisé. L'état de référence démographique est au chapitre en **Pièce C, Chapitre IV**.

V.2.8 Accès

L'aménagement des accès locaux a déjà été réalisé pour la construction des tranches 1 et 2.

L'existence d'un réseau de communication adapté constitue donc un élément positif pour implanter une tranche supplémentaire sur le site de Flamanville.

L'état de référence des voies de communication est décrit en **Pièce C, Chapitre IV**.

V.2.9 Contraintes industrielles

L'environnement industriel est décrit en **Pièce C, Chapitre IV**. Les risques liés aux industries et aux voies de communication sont analysés au niveau de l'Etude de Dangers, en **Pièce D**. Ils sont limités du fait de la faible industrialisation alentours.

V.2.10 Servitudes locales

Le site de la Centrale se trouve sur le territoire de la commune de Flamanville qui dispose d'un Plan d'Occupation des Sols adopté le 16 avril 1982, modifié les 17 février 1995 et 18 décembre 1998. Ce plan ne présente pas d'incompatibilité avec l'installation d'une nouvelle unité industrielle de production d'électricité.

V.2.11 Aspects socio-économiques

La construction d'une site de production nucléaire provoque un développement économique très important, puis son exploitation apporte des recettes fiscales considérables et engendre des activités durables. On retrouve bien-sûr ces mêmes effets lors de l'implantation d'une nouvelle unité de production sur un site existant.

Cette perspective a été un élément déterminant du choix par les responsables économiques et les élus régionaux de l'implantation de la nouvelle unité de production Flamanville 3.

On notera en particulier les points suivants :

- l'implantation de cette nouvelle unité de production est créatrice d'emplois directs
 - le chantier de construction de la tranche EPR occupera, au maximum de l'activité, près de 2500 personnes environ dont un pourcentage important de travailleurs locaux ;

- pendant l'exploitation, la conduite de l'installation et sa maintenance nécessitent un personnel permanent de plusieurs centaines de personnes dans la centrale et dans les entreprises locales ;
- l'implantation d'une nouvelle unité de production a des répercussions sur l'économie régionale
 - accroissement des activités artisanales, commerciales et culturelles dû à l'arrivée de travailleurs et de leurs familles,
 - les marchés passés directement par EDF auprès de la sous-traitance ou auprès d'entreprises chargées des marchés principaux contribuent au développement de l'industrie locale et régionale.
- l'implantation d'une nouvelle unité de production s'accompagne de la réalisation d'équipements : construction de logements, augmentation de la capacité scolaire d'accueil,

Enfin, l'implantation d'une nouvelle unité de production est génératrice de ressources fiscales nouvelles pour les collectivités locales. L'impact de la construction de la troisième tranche sur la socioéconomie est traité au **Chapitre III.4**.

V.3 ADAPTATION DE LA CENTRALE AU SITE

V.3.1 Choix techniques

V.3.1.1 Réfrigération

Parmi les raisons du choix du littoral de Flamanville pour implanter la centrale actuelle puis aujourd'hui la nouvelle unité de production EPR, une des principales raisons a été l'existence d'une source de refroidissement remarquable, la Manche, limitant l'impact sur l'environnement marin.

Les études menées au Laboratoire National d'Hydraulique et d'Environnement (LNHE) de la R&D d'EDF, sur modèles physique et mathématique ont conduit à adopter les solutions techniques suivantes :

- une prise d'eau de refroidissement en canal, protégée par des digues ,
- un rejet d'eau en galerie sous-marine débouchant au large,
- mise en place d'un diffuseur en bout de galerie.

Ces choix techniques assurent d'une part, une bonne protection du plan d'eau en face des stations de pompages et d'autre part, une dilution maximale des rejets en mer.

V.3.1.2 Calage de la plate-forme

La cote de calage de la plate-forme des ouvrages principaux (réacteurs, salles des machines) se situe à + 12,40 m NGFN. Elle respecte la Règle Fondamentale de Sûreté élaborée par le Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires pour la prise en compte des risques d'inondation d'origine externe en ce qui concerne les installations nucléaires situées en bordure de mer.

La plate-forme usine est située à 3,86m au-dessus de la cote majorée de sécurité (CMS) calculée à Flamanville à +8,54 mNGFN.

V.3.1.3 Bruit

Du fait de la proximité d'habitations, la conception des matériels et des bâtiments prend en compte les émissions sonores.

Par ailleurs, il est à noter que la falaise constitue une excellente protection acoustique.

Il sera vérifié après mise en service de la nouvelle installation par des mesures acoustiques dans l'environnement que la réglementation est respectée (notamment l'arrêté du 31/12/99).

Si nécessaire, après ces mesures dans l'environnement, des dispositifs d'insonorisation complémentaires seront installés.

V.3.1.4 Terrains

L'emprise du site avec la troisième unité sera la même que celle du site à deux tranches, puisqu'il n'y a pas d'extension de terrains nécessaire.

V.3.1.5 Climat local

La douceur du climat régional limite la fréquence des situations de grand froid ou de grand chaud et ne nécessite donc pas d'adaptation technique spécifique de l'installation.

Les conditions de diffusion dans l'air permettent une bonne dispersion des rejets gazeux de l'installation. Elles sont complétées par des dispositions techniques (cheminée, débit de rejet) pour minimiser l'impact des rejets radioactifs gazeux.

Enfin, le choix de ne pas construire de tour aéroréfrigérante évite la formation de brume aux alentours et la diminution d'ensoleillement associée.

V.3.1.6 Faune et flore

La protection de la flore et de la faune à l'extérieur de l'emprise de la centrale ne nécessite pas de dispositions particulières compte tenu du faible impact prévisible de la centrale.

Par ailleurs, la préparation du site déjà réalisée pour accueillir 4 tranches permet de limiter l'impact du chantier sur la faune et la flore.

V.3.1.7 Radioécologie

Sur le plan radioécologique (Cf. **Pièce C**), les conditions de rejet limitant le débit d'activité associées aux courants marins et aux conditions de vent du site assureront toujours une dilution suffisante des effluents, conformément à l'arrêté du 26 novembre 1999 relatif aux prélèvements et rejets des installations nucléaires.

V.3.2 Choix architecturaux

Les choix architecturaux de la tranche 3 reprennent les définitions initiales du parti d'aménagement général choisi lors de la réalisation des deux premières tranches, notamment les orientations suivantes :

- Alignement des façades et extension du chenal pour constituer un front de mer en accompagnement de la taille frontale de la falaise située en arrière du plan, et s'étendant sur 900 m.
- Implantation de la tranche 3 au niveau des unités de production existantes, de manière que l'écran naturel constitué par la falaise dissimule, depuis les communes environnantes, la presque totalité des volumes à construire.
- Préservation du site actuel en utilisant la plate-forme de chantier ayant servi aux tranches 1 et 2.

V.4 CHANTIER DE CONSTRUCTION

Les travaux de terrassement déjà réalisés en 1993 sur le site de Flamanville pour l'installation éventuelle de deux tranches N4 permettent de limiter fortement les travaux préparatoires du site avant construction. Ainsi, les travaux préparatoires pour l'implantation de la tranche EPR Flamanville 3 seront limités à 18 mois comme explicité en **Pièce B, Chapitre V**.

Les terrains privés EDF sur le plateau ainsi que les zones concédées en mer au pied de la falaise sont suffisantes pour permettre l'implantation des installations nécessaires au chantier.

La présence de la falaise est un élément favorable permettant de limiter les nuisances du chantier vis-à-vis du voisinage.

Fort de son expérience des grands chantiers de construction des 58 tranches nucléaires actuelles, EDF assure la maîtrise d'œuvre du chantier de construction. Les choix techniques retenus pour la construction prennent en compte les aspects délais, environnement, sécurité et performance économique.

Sur le plan de l'environnement, le recyclage des matières premières, la protection de la ressource en eau ainsi que la limitation des rejets sont privilégiés avec :

- la réutilisation sur le site des matériaux extraits (matériaux meubles pour le remblaiement, roche pour les bétons après concassage),
- la mise en service avant les essais de démarrage d'une unité de dessalement d'eau de mer permettant de produire l'eau déminéralisée nécessaire aux essais et aux deux tranches voisines en exploitation en limitant le pompage d'eau douce dans les rivières proches du site ainsi que les rejets d'effluents liés à la production,
- le recyclage des eaux de rinçage et d'essais des circuits,
- le traitement des effluents avant rejets (eaux vannes, eaux pluviales).

PIECE E

CHAPITRE VI

**MESURES PRISES POUR SUPPRIMER, REDUIRE
ET SI POSSIBLE COMPENSER LES CONSEQUENCES
DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE
ESTIMATION DES DEPENSES**

SOMMAIRE Chapitre VI

VI	MESURES POUR SUPPRIMER, REDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER LES CONSEQUENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE – ESTIMATION DES DEPENSES	3
VI.1	MESURES PREVUES AU NIVEAU DE L'ECOSYSTEME MARIN	5
VI.1.1	Pendant le chantier	5
VI.1.1.1	Limiter l'impact des rejets chimiques dans le milieu	5
VI.1.1.2	Préserver les fonds marins	6
VI.1.1.3	Etre vigilant vis-à-vis des nuisances vibratoires.....	6
VI.1.1.4	Limiter la gêne vis-à-vis de la navigation côtière	6
VI.1.2	Pendant l'exploitation	6
VI.1.2.1	Ouvrages de prise et de rejet d'eau de refroidissement	6
VI.1.2.1.1	<i>Conception des ouvrages de prise et de rejet.....</i>	6
VI.1.2.1.2	<i>Effet thermique des rejets d'eau en mer.....</i>	7
VI.1.2.1.3	<i>Effets de la prise et du rejet sur les courants marins.....</i>	8
VI.1.2.2	Rejets d'effluents radioactifs et chimiques liquides.....	8
VI.1.2.2.1	<i>Mesures générales pour limiter les rejets.....</i>	8
VI.1.2.2.2	<i>Mesures spécifiques aux rejets d'effluents radioactifs liquides</i>	10
VI.1.2.2.2.1	Maîtrise de la production de tritium.....	10
VI.1.2.2.2.2	Réduction du rejet liquide des autres radionucléides (produits de fission ou d'activation).....	11
VI.1.2.2.3	<i>Mesures spécifiques aux rejets d'effluents chimiques</i>	11
VI.1.2.2.3.1	Rejets chimiques associés aux radioactifs et aux eaux d'exhaures de la Salle des Machines	12
VI.1.2.2.3.2	Autres rejets chimiques	13
VI.1.2.2.4	<i>Mesures de surveillance des rejets et des impacts.....</i>	15
VI.2	MESURES PREVUES AU NIVEAU DE L'ECOSYSTEME TERRESTRE	17
VI.2.1	Pendant le chantier	17
VI.2.1.1	Privilégier le recyclage des matériaux.....	17
VI.2.1.2	Limiter les dégagements de poussières.....	17
VI.2.1.3	Optimiser la gestion des déchets et prévenir les risques de pollution des sols	17
VI.2.1.4	Limiter les risques liés au trafic routier	18
VI.2.1.5	Limiter les nuisances sonores.....	18
VI.2.1.6	Limiter les prélèvements en eau douce et la consommation d'énergie	18
VI.2.2	Pendant l'exploitation	19
VI.2.2.1	Prélèvements d'eau douce.....	19
VI.2.2.1.1	<i>Une consommation d'eau optimisée au démarrage.....</i>	19
VI.2.2.1.2	<i>La production d'eau à partir d'une unité de dessalement d'eau de mer.....</i>	19
VI.2.2.2	Rejets d'effluents radioactifs gazeux.....	20
VI.2.2.2.1	<i>Un système de Traitement des Effluents Gazeux optimisé.....</i>	20
VI.2.2.2.2	<i>Absence de vanne pneumatique dans le Bâtiment Réacteur.....</i>	21
VI.2.2.2.3	<i>Réduction des rejets de Tritium gazeux</i>	21
VI.2.2.2.4	<i>Un système de Ventilation/Filtration amélioré</i>	21
VI.2.2.2.5	<i>Mesures de surveillance des rejets radioactifs et des impacts.....</i>	21
VI.2.2.3	Pollution des sols	22
VI.2.2.4	Bruit	22
VI.2.2.5	Déchets radioactifs solides	23

<i>VI.2.2.5.1 Réduction des déchets radioactifs solides issus du combustible</i>	23
<i>VI.2.2.5.2 Réduction des autres déchets radioactifs solides (hors combustible)</i>	24
<i>VI.2.2.5.3 Retraitement du combustible utilisé</i>	24
VI.3 MESURES PREVUES AU NIVEAU DE LA SANTE	26
VI.4 MESURES PREVUES AU NIVEAU DE L'ARCHITECTURE ET DU PAYSAGE	28
VI.5 ESTIMATION DES DEPENSES	29

VI MESURES POUR SUPPRIMER, REDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER LES CONSEQUENCES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE – ESTIMATION DES DEPENSES

L'insertion d'un établissement industriel dans un site nécessite qu'on en limite l'incidence par des mesures dans des domaines très variés. Pour ce qui concerne la construction nucléaire, le groupe EDF se mobilise pour réduire l'impact de ses installations sur les écosystèmes aquatiques et terrestres, sur la santé des populations, ainsi que sur les paysages.

Le niveau d'exigence et les contrôles exercés au titre de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et de l'environnement tout au long du cycle d'exploitation d'une centrale nucléaire résultent d'un engagement fort pour la préservation de l'environnement. La Direction Production Ingénierie contribue ainsi aux engagements de la politique environnementale du groupe EDF, dont celui d'agir en groupe responsable et de poursuivre la démarche ISO 14001 pour toutes ses activités.

La protection de l'environnement des centrales nucléaires est par ailleurs renforcée par :

- l'arrêté du 31 décembre 1999 modifié fixant la réglementation technique générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploitation des Installations Nucléaires de Base (INB) ;
- l'arrêté du 26 novembre 1999 qui définit entre autre le principe d'optimisation qui consiste à rechercher la mise en œuvre des meilleures technologies disponibles à un coût industriellement acceptable pour limiter les impacts associés aux prélèvements et aux rejets.

Ce principe a été appliqué pour la nouvelle tranche EPR dès la conception de l'installation et s'est traduit par la recherche systématique :

- d'une limitation des prélèvements d'eau douce dans le choix du procédé de production de l'eau déminéralisée,
- d'une limitation à la source des polluants potentiels dans le choix des matériaux constitutifs des circuits et des réactifs de conditionnement,
- d'une efficacité encore plus élevée des systèmes de recyclage et de traitement des effluents à partir du choix d'un système de tri sélectif poussé des effluents liquides et de procédés performants de filtration, déminéralisation, évaporation et stockage.

Un grand nombre d'études visant à concevoir un ouvrage ayant un impact minimum sur l'environnement peuvent entrer dans le cadre des mesures limitant ou compensant les conséquences du projet ; c'est le cas de celles liées à la sûreté nucléaire, mais aussi d'un grand nombre d'études menées en relation directe avec l'impact environnemental ; la liste ci-après à caractère général et non exhaustif donne une idée du spectre de ces études :

- **la radioactivité** : identification et quantification des différents radionucléides, tri et traitement des effluents, conditionnement des déchets, études radioécologiques,
- **l'eau** : limitation des prélèvements, meilleure diffusion des rejets, études thermiques, hydrologiques et hydroécologiques,
- **l'air** : meilleure diffusion des rejets, implantation de stations de mesures, études météorologiques, essais de diffusion,

- **le bruit** : limitation des puissances acoustiques et insonorisations (capotages, silencieux), simulation de l'impact sonore,
- **les écosystèmes (marin et terrestre)** : surveillances physico-chimiques, biologiques, thermiques, radioécologiques,
- **l'esthétique** : études architecturales et paysagères.

Par ailleurs, au-delà de la conception, la conduite du chantier de construction et de l'exploitation peut permettre d'optimiser encore l'impact sur l'environnement et la santé par la prise de conscience des activités consommatrices de ressources et génératrices d'effluents ou de nuisances et la mise en œuvre de bonnes pratiques et d'actions de surveillance.

Ce chapitre expose les différentes mesures prises pour limiter voire supprimer les conséquences du projet lors de sa construction et de son exploitation au niveau de :

- l'écosystème marin,
- l'écosystème terrestre,
- la santé,
- l'architecture et du paysage.

NOTA : les mesures prises pour faciliter le démantèlement de l'installation à la fin de l'exploitation sont détaillées dans un chapitre spécifique de l'étude de dangers, **Document 5**.

VI.1 MESURES PREVUES AU NIVEAU DE L'ECOSYSTEME MARIN

VI.1.1 Pendant le chantier

Le chantier de la tranche EPR est décrit en *Pièce B, Chapitre V*. L'impact du chantier sur l'écosystème marin est analysé au *Chapitre III.1*.

Les prélèvements et les rejets liquides du chantier s'effectueront dans le cadre des autorisations demandées pour cette phase au titre de la loi sur l'eau et seront soumis contrôle réglementaire associé.

Par ailleurs, au-delà du respect de la réglementation, l'ensemble du chantier (travaux terrestres et maritimes) sera soumis à une organisation de management de la qualité et de l'environnement qui sera conforme à la norme ISO14001. Dans ce cadre, les entreprises intervenantes seront incitées à minimiser les impacts sur l'environnement.

VI.1.1.1 Limiter l'impact des rejets chimiques dans le milieu

Les travaux de terrassement sont sources de matières en suspension. Pour limiter leur impact sur le milieu marin, les dispositions suivantes sont prises :

- les voies de circulation sont recouvertes d'un enrobé routier,
- les zones de terrassement sont autant que possible entourées de fossés permettant la récupération et la décantation des eaux pluviales,
- les zones de chantier et d'installations de chantier sont équipées de VRD permettant l'amenée et la récupération des différentes qualités d'eaux ; des limitations du taux de MES et d'hydrocarbures sont imposées aux entreprises à la sortie de chaque parcelle,
- les eaux des fonds de fouille pompées sont orientées vers les bassins de rejet des tranches en exploitation pour permettre leur rejet au large avec les eaux de refroidissement assurant ainsi une meilleure diffusion,
- les eaux issues des opérations de concassage sont traitées et recyclées,
- les eaux issues des centrales à béton et du nettoyage du matériel sont décantées.

Les eaux vannes du chantier sont assainies d'une part par des installations existantes et d'autre part par des matériels installés sur la zone. Avant la mise en service d'un système d'assainissement généralisé dédié au chantier (station d'épuration), ces matériels seront constitués de fosses adaptées. Les eaux de ruissellement des parkings et des installations de chantier sont traitées sur déshuileurs.

Pendant les essais de démarrage, nécessitant l'utilisation de produits chimiques de conditionnement, la consommation de réactifs est limitée par la préparation de la majorité des circuits par un nettoyage hydrolaser. Les rejets d'effluents chimiques liés aux essais sont réalisés dans le canal d'amenée au niveau du nouvel émissaire 15 et non à la côte, permettant ainsi une meilleure diffusion par rejet au large.

Les rejets d'effluents chimiques en phase travaux sont surveillés aux différents points d'émissions par mesure directe ou calcul des quantités injectées. Par ailleurs, un suivi hydro-écologique annuel est actuellement réalisé par l'IFREMER pour le compte de la centrale de Flamanville : mesures physico-chimiques et biologiques. Il sera complété en début et en fin de chantier par une étude couvrant les zones et les espèces pouvant être impactées par les rejets du chantier de manière à suivre ces aspects.

VI.1.1.2 Préserver les fonds marins

Les zones de clapage en mer des déblais issus du creusement du puits en mer ont fait l'objet d'études prenant en compte la granulométrie et la quantité des différents déblais selon les techniques de creusement utilisées ainsi que la nature des fonds marins autour du Cap de Flamanville. Ces études ont permis de proposer deux zones de clapage adaptées. En cas de fonçage du puits, la zone de clapage des graviers extraits correspond à la zone du puits en mer pour limiter l'étendue de l'impact sur les fonds marins. En cas de déroctage, la zone proposée se situe plus au large (Cf. **Pièce B, Chapitre V**). Elle crée une nouvelle zone d'impact sur les fonds marins mais permettrait de créer par l'apport de blocs de roches de 20 cm de côté environ un récif, d'une hauteur de 3 m sur une surface de 600 m², propice au développement des crustacés.

Concernant la plate-forme off-shore, elle sera dimensionnée de façon à limiter également son emprise sur les fonds en place.

VI.1.1.3 Etre vigilant vis-à-vis des nuisances vibratoires

En cas d'utilisation de minage pour le creusement du puits de rejet en mer, les précautions prises au niveau de la conception des tirs (microminage) visent à limiter les vibrations induites vis à vis du sous-sol et de la biologie marine.

VI.1.1.4 Limiter la gêne vis-à-vis de la navigation côtière

Afin de réduire la gêne occasionnée par l'installation de la plate-forme en mer vis-à-vis de la navigation, un balisage approprié, visible de jour comme de nuit, sera mis en place. Cette gêne sera par ailleurs très limitée dans le temps. L'avis des opérations de clapage fera l'objet d'une information dans les ports auprès des utilisateurs du domaine public maritime.

VI.1.2 Pendant l'exploitation

Les prélèvements et les rejets liquides en exploitation s'effectueront dans le cadre du renouvellement de l'autorisation de rejet du site demandé au titre du décret du 4 mai 1995 et seront soumis au contrôle réglementaire associé.

Par ailleurs, au-delà du respect de la réglementation, l'exploitation du site est soumise à une organisation de management de la qualité et de l'environnement certifiée ISO14001. Dans ce cadre, elle applique une démarche de progrès permanent visant à réduire autant que possible les impacts de son activité sur l'environnement. Ainsi, depuis le démarrage des centrales nucléaires EDF, les rejets radioactifs et chimiques ont été fortement diminués par les pratiques d'exploitation visant à limiter les fuites, favoriser les tris d'effluents, améliorer les traitements.

Les choix de conception et d'exploitation permettant de limiter les conséquences de l'exploitation sur l'écosystème marin sont détaillés dans la suite par domaine.

VI.1.2.1 Ouvrages de prise et de rejet d'eau de refroidissement

VI.1.2.1.1 Conception des ouvrages de prise et de rejet

La solution de prise d'eau au large, par galeries et ouvrages de prise en forme de tulipe ajourée, et de rejet en canal sur l'estran a été éliminée au profit de la solution inverse de prise en canal à la côte et de rejet en galeries au large.

En effet, des études hydrauliques et thermiques menées par le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement de la R&D d'EDF ont montré les points suivants :

- En ce qui concerne la tache thermique, les rejets au large permettent une meilleure dilution au niveau du rejet et donc une surface échauffée moins importante ; la perturbation des fonds marins en est amoindrie. De plus, l'éloignement des rejets par rapport à la côte permet de diminuer l'échauffement de l'estran, dont les peuplements seront ainsi également moins affectés.
- Quant à la prise d'eau proprement dite, sa forme initiale comportant des ouvrages immergés aurait pu attirer les poissons comme le font les récifs naturels immergés qui leur servent d'abri. Ce phénomène est amoindri avec la solution de prise en canal qui permet de diminuer considérablement la vitesse initiale de prise d'eau (3 m/s) jusqu'à des vitesses de l'ordre de quelques dizaines de centimètres/seconde plus compatibles avec les capacités de nage des poissons.

C'est également en vue d'une meilleure dilution des effluents que les puits de rejet sont coiffés d'ouvrages diffusants.

Enfin, le choix d'une réfrigération en circuit ouvert et non fermé (tour aéroréfrigérante) élimine l'impact environnemental global d'une réfrigération en circuit fermé en bord de mer. En effet, le site de Flamanville ne possède pas une surface au sol suffisante, au niveau de la plate-forme usine, pour l'implantation d'un aéroréfrigérant. La construction de cet ouvrage nécessiterait l'agrandissement de la plate-forme sur le domaine maritime qui pourrait générer des évolutions sédimentologiques non négligeables (phénomène d'atterrissement) et par-là même des impacts sur la vie aquatique. De plus, l'utilisation d'un aéroréfrigérant conduirait à une perte de rendement du fait d'une part de la moindre qualité de la source froide (air) relativement à celle que constitue l'eau de la Manche et d'autre part d'un mauvais tirage du fait de la proximité de la falaise.

VI.1.2.1.2 Effet thermique des rejets d'eau en mer

Comme pour les tranches 1 et 2, les dispositifs de conception du rejet permettant une bonne dilution dans le milieu sont reconduits, à savoir :

- Un rejet au large par galerie sous-marine, d'une longueur d'environ 700 m pour EPR,
- Un diffuseur au point de rejet.

Il a en effet été montré que cette solution facilitait la dilution des effluents liquides et des rejets thermiques.

Par ailleurs, il faut noter que le point de rejet en mer a été choisi de manière à limiter l'interaction avec les panaches thermiques des rejets des tranches 1 et 2 et donc à limiter le cumul des échauffements : l'accroissement, relativement aux tranches 1-2, de l'échauffement total dû à la tranche EPR est inférieur à 0,5 °C à 50 m du point de rejet.

Outre la reconduction des mesures prises pour les tranches 1 et 2 (rejet par galerie, point de rejet muni d'un diffuseur), les mesures prises dans le cadre de l'installation EPR et qui réduisent l'effet thermique des rejets d'eau en mer sont :

- un rendement énergétique amélioré (de l'ordre de 2 %) par rapport aux conceptions antérieures (à une puissance primaire identique, la puissance électrique fournie est plus grande et la puissance thermique dissipée dans l'environnement est plus faible) ; cette augmentation de rendement provient principalement de l'adoption d'un soutirage supplémentaire dans les corps basse pression de la turbine et du dimensionnement du condenseur pour un vide plus poussé (41 mbars au lieu de 52) ;
- le choix d'un optimum du couple (Echauffement condenseur, Débit du circuit CRF)¹ qui, outre une amélioration du rendement, permet d'avoir en fonctionnement normal² un échauffement condenseur plus faible, inférieur à 12°C (de l'ordre de 13°C pour les installations existantes) grâce à un débit de refroidissement de la tranche EPR supérieur à celui des tranches 1-2 (61 m³/s pour le circuit CRF de la tranche EPR au lieu de 43 m³/s pour chaque tranche existante).

Cette optimisation tient notamment compte des évolutions climatiques prévues à moyen terme (échauffement de 2°C de la température naturelle de l'eau de mer).

L'ensemble de ces dispositions de conception permet d'obtenir un échauffement inférieur à 6°C et une température inférieure à 30°C à 50 m du rejet pour un coût d'environ.

Enfin, le choix d'une réfrigération en circuit ouvert élimine l'impact environnemental global d'une réfrigération en circuit fermé en bord de mer (tours aéroréfrigérantes) : réduction de l'ensoleillement, bruit, dépôt de sel au sol...

VI.1.2.1.3 Effets de la prise et du rejet sur les courants marins

Les courants induits dans le milieu marin par la prise et les rejets d'eau en mer sont faibles et limités aux zones proches de ces ouvrages.

VI.1.2.2 Rejets d'effluents radioactifs et chimiques liquides

VI.1.2.2.1 Mesures générales pour limiter les rejets

La maîtrise des rejets d'effluents radioactifs et chimiques liquides passe par :

- La réduction de la production d'effluents à la source,
- La conception de systèmes de tri et de traitement des effluents optimaux,
- La conception de systèmes de stockage et rejets adaptés au site.

¹ l'optimum actuel qui sert de base est de (11,6°C, 61 m³/s).

² pour l'étude d'impact, les calculs aux limites (fonctionnement dégradé des pompes, basses eaux) de la tache thermique se font sur la base d'une hypothèse conservatrice d'un échauffement maximal de 14°C (15°C pour les installations existantes).

L'objectif poursuivi est une concentration de la radioactivité contenue dans les effluents liquides sous la forme d'un faible volume de déchets solides évacués vers les filières agréées et le rejet dilué et contrôlé de la radioactivité résiduelle sous forme liquide. Cette approche et les procédés mis en oeuvre constituent la meilleure technique disponible à coût acceptable pour la gestion des effluents radioactifs liquides.

Les différents points techniques synthétisés dans la suite sont décrits plus en détail en **pièce B, Chapitre II.4.**

◆ Réduction de la production d'effluents radioactifs et chimiques liquides

Le projet EPR présente des améliorations de conception qui visent à réduire la production d'effluents radioactifs et chimiques liquides, notamment :

- Le choix de matériaux limitant les relâchements de substances qui conduisent dans le process à générer des éléments radioactifs (diminution des stellites, par exemple, à l'origine du relâchement de cobalt) ;
- Des exigences renforcées d'étanchéité des organes actifs (pompes, robinetterie) et de récupération des fuites primaires ;
- L'utilisation de bore enrichi en isotope 10 pour le conditionnement de l'eau primaire qui permet de réduire la concentration en bore de l'eau primaire et donc la quantité de bore rejetée ;
- La réduction de la teneur en silice de l'eau d'appoint grâce au traitement de dessalinisation d'eau de mer qui évite la production d'effluents primaire pour des raisons de déconcentration en silice.

De plus, l'exploitation peut également être source d'optimisation par une gestion rigoureuse des effluents qui conduit à une réduction de leur production (identification des effluents et réduction à la source des volumes produits) en particulier lors des arrêts de tranche.

◆ Conception de systèmes de tri et de traitement des effluents optimaux

Les circuits de tri et de traitement des effluents radioactifs et chimiques liquides sont conçus pour diminuer le plus possible les activités des effluents liquides et pour satisfaire aux valeurs fixées par le Ministère de la Santé pour le rejet des effluents radioactifs liquides dans la mer.

Les efforts de conception visent à optimiser les systèmes de tri et de traitement pour :

- Un recyclage optimum de l'eau primaire dans le process ; sur EPR, l'eau primaire aérée peut être traitée et recyclée grâce notamment à la conception du circuit de traitement des effluents gazeux vis à vis d'effluents gazeux aérés ; cela a pour effet de réduire le volume et l'activité des effluents liquides par rapport aux tranches actuelles ainsi que les flux de bore qui leur sont associés ;
- Une collecte sélective optimale des différents effluents ; sur EPR, un tri plus poussé des drains qui collectent les fuites de matériels, les purges et les eaux de lavage des sols permet d'effectuer un traitement adapté au mieux aux caractéristiques chimiques et radiologiques des différents types d'effluents ; cela permet de diminuer fortement les activités rejetées sans augmenter la production des déchets radioactifs solides (filtres, concentrats et résines).

L'implantation de la tranche EPR sur le site de Flamanville se traduit par la création d'un Bâtiment de Traitement de Effluents (liquides et solides). Toutefois, l'optimisation de la gestion des rejets radioactifs liquides a conduit à faire le choix de la mutualisation des installations de site existantes pour le stockage des effluents liquides avant rejet. Le bâtiment est doté de systèmes de traitement des effluents par filtration, déminéralisation, évaporation des effluents liquides mais aussi de conditionnement des déchets solides. Ces dispositions permettent d'obtenir une diminution de l'activité des effluents avant rejet. Par ailleurs, la partie d'entreposage des déchets solides est semi-enterrée et les voiles et la toiture sont en béton dimensionné pour limiter les rayonnements à l'extérieur.

◆ **Conception de systèmes de stockage et rejets adaptés au site**

Les systèmes de stockage et de rejets des effluents radioactifs liquides sont conçus d'une part pour contrôler et comptabiliser l'activité des effluents avant rejet et d'autre part pour réduire le plus possible l'impact des effluents radioactifs liquides sur le milieu par une dilution optimale. L'implantation d'EPR à Flamanville conduit à augmenter le nombre de bâches de stockage opérationnelles par la construction de 3 nouveaux réservoirs KER d'une capacité de 750 m³ chacun et la mise en service de 2 nouveaux réservoirs SEK d'une capacité de 750 m³ chacun.

L'exploitant peut également optimiser l'utilisation des capacités de stockage offertes par les réservoirs de contrôle avant rejet pour réduire l'activité des effluents en allongeant volontairement la durée de séjour des effluents avant rejet. On bénéficie ainsi de la décroissance radioactive naturelle, en particulier pour les radionucléides à vie courte comme l'iode 131 et le cobalt 58.

Les dispositions adoptées pour réduire l'effet des rejets thermiques en mer sont également efficaces pour favoriser la bonne dilution des effluents radioactifs liquides et réduire ainsi leur impact.

VI.1.2.2.2 Mesures spécifiques aux rejets d'effluents radioactifs liquides

Les efforts particuliers d'optimisation des rejets radioactifs liquides par famille de radionucléides sont précisés ci-après.

VI.1.2.2.2.1 Maîtrise de la production de tritium

La production de tritium, qui est une caractéristique intrinsèque des réacteurs à eau sous pression, ne présente qu'un faible impact sanitaire du fait de sa faible contribution à la dose efficace totale et de sa période biologique courte. Cependant, la maîtrise de cette production malgré l'augmentation de puissance d'EPR est un des objectifs environnementaux du projet EPR.

Le Tritium est un radionucléide issu principalement de la réaction de capture neutronique par des isotopes du Bore (¹⁰B) et du Lithium (⁶Li), espèces chimiques nécessaires respectivement au contrôle de la réactivité et au contrôle du pH du circuit primaire et dont les concentrations sont coordonnées l'une à l'autre. Ainsi, la production de tritium est directement fonction de l'énergie produite et des concentrations en Bore et en Lithium. Dans le cas d'EPR, les améliorations en terme d'augmentation de puissance, de disponibilité, de rendement des gestions combustibles ont de ce fait un effet direct sur le terme source tritium.

Pour limiter l'augmentation des effluents de tritium induit par l'effet de puissance et de gestion combustible de la tranche EPR, les dispositions des tranches antérieures ont été reconduites : gainage des crayons combustible en alliage de zirconium pour limiter la diffusion du tritium au travers du gainage, utilisation de lithium enrichi en isotope 7. De plus, les dispositions complémentaires suivantes ont été prises :

- utilisation d'une charge de gadolinium significative (nombre de crayons gadoliniés absorbant les neutrons de la réaction nucléaire) : cette disposition réduit la production de tritium via la réduction de la concentration en bore de l'eau primaire ; elle représente un coût annuel de 2 jours de production électrique à pleine puissance ;
- optimisation de la chimie primaire par la coordination bore – lithium dégageant un optimum de la teneur en lithium évitant les concentrations élevées génératrices de tritium.

VI.1.2.2.2 Réduction du rejet liquide des autres radionucléides (produits de fission ou d'activation)

Le Retour d'EXpérience a montré que 30% du rejet en activité est lié aux drains résiduaux (DR), 60 % aux drains de plancher (DP). Les performances attendues d'EPR du fait de sa conception sont précisées ci-après.

♦ Réduction des Drains Résiduaux (fluide primaire pollué, purges, fuites des matériels) :

EPR se distingue par le **recyclage des effluents liquides primaires aérés** (grâce notamment à la compatibilité du circuit de traitement des effluents gazeux vis à vis d'effluents gazeux aérés), particulièrement en arrêt de tranche, ce qui réduit le volume des drains résiduaux (sur le Parc actuel les effluents primaires liquides aérés donnent des effluents résiduaux) et génère un gain de 35% sur ce type d'effluent (soit 10% du total).

♦ Drains de plancher (fuites des matériels, purges, lavage des sols) :

La conception d'EPR se distingue par une **amélioration de la collecte sélective** (3 catégories de drains de plancher) qui conduit à ne traiter sur évaporateur que les effluents les plus actifs « DP1 » (potentiellement contaminés), les autres drains de plancher «DP2» (potentiellement non contaminés) et « DP3 » (produits hors zone contrôlée), réputés peu ou pas actifs étant rejetés après une simple filtration. On évite ainsi de diluer des DP actifs avec des DP faiblement actifs. La conception d'EPR intègre ainsi à la conception la pratique des meilleures tranches en simplifiant l'exploitation (avec les conceptions actuelles cela implique une exploitation plus délicate des puisards et de leur orientation pour traitement).

EPR permet ainsi à la conception a minima un gain de 10% sur l'activité rejetée sous forme liquide, hors tritium et carbone 14, par rapport aux meilleures tranches 1300 du Parc.

VI.1.2.2.3 Mesures spécifiques aux rejets d'effluents chimiques

La réduction des rejets chimiques est un des objectifs poursuivis dans le cadre de la performance environnementale d'EPR. Les dispositions techniques mises en oeuvre pour réduire les rejets en ce qui concerne les espèces chimiques principales sont les suivantes.

VI.1.2.2.3.1 Rejets chimiques associés aux radioactifs et aux eaux d'exhaures de la Salle des Machines

◆ **Réduction des rejets de bore**

La réduction du rejet d'acide borique (le bore sert à la maîtrise de la réaction nucléaire, son rejet est lié aux rejets d'effluents radioactifs liquides issus du circuit primaire) est un des objectifs principaux et de nombreuses dispositions ont été prises directement en ce sens ou y participent indirectement :

- **Recyclage accru** des effluents liquides primaires aérés (compatibilité du circuit de traitement des effluents gazeux pour les effluents gazeux aérés), et donc réduction des rejets d'acide borique ;
- **Utilisation de Bore enrichi** en ^{10}B alors que sur les paliers 900, 1300 et N4 la concentration est celle de l'isotopie du Bore naturel : cette caractéristique de conception réduit la concentration nécessaire (contrôle de la réaction nucléaire) du fluide primaire en acide borique et donc son rejet ;
- **Réduction de la teneur en silice dans l'eau du circuit primaire** : cette teneur en silice amène régulièrement l'exploitant à « déconcentrer » le circuit primaire et donc à générer des rejets borés, réduire la teneur en silice dans l'eau d'appoint réduit en conséquence l'occurrence de ces rejets. La disposition technique principale est la production d'eau déminéralisée via une unité de dessalement et qui permettra d'obtenir une eau d'appoint bien plus pauvre en silice. D'autres voies encore à l'étude sont envisagées comme l'utilisation de filtres d'eau (sur RCV, PTR, TEP) relâchant moins ou pas de silice et rehausser la spécification sur la teneur en silice du fluide primaire ;
- **Maximisation des recyclages** (notamment en arrêt de tranche) via l'optimisation du circuit RPE (circuit de récupération des purges et effluents) afin de réduire le volume des effluents rejetés ainsi que leur activité et les flux de bore qui leur sont associés ;
- Enfin, adapter le traitement des effluents usés selon leurs caractéristiques radio-chimiques pour privilégier la production de déchets via un **traitement accru des drains résiduels sur évaporateur TEU** (traitement des effluents usés) pour les effluents chargés en bore.

◆ **Réduction des rejets de lithine**

Les rejets de lithine des tranches actuelles sont déjà très faibles. Toutefois, outre l'effet positif du recyclage accru des effluents primaires aérés, on notera dans le cas d'EPR une nouvelle disposition de conception prise dans le cadre d'un contrôle optimisé du pH du circuit primaire et qui réduira encore le rejet de lithine en fonctionnement normal hors aléa : récupération quasi intégrale du Li par piégeage sur un échangeur d'ions à lit mélangé situé en amont du traitement TEP (effluent primaire) : une fois saturé en Li, ce lit mélangé sera ligné en lieu et place de celui disposé sur la décharge du RCV.

◆ **Réduction des rejets d'Hydrazine**

La réduction des rejets d'hydrazine (utilisée pour le conditionnement du circuit primaire et du circuit secondaire) est un des objectifs environnementaux du projet EPR à l'instar des démarches en cours sur le parc des centrales existantes (modifications). A ce titre, EPR intègre à la conception les dispositions techniques qui permettent la destruction de l'hydrazine dans les bâches de stockage des effluents primaires avant leur rejet. On notera aussi la réduction des rejets d'hydrazine provenant des effluents du circuit secondaire par une optimisation de l'étanchéité des pompes d'injection d'hydrazine.

◆ **Réduction des rejets d'amines de conditionnement du circuit secondaire**

Sous réserve de la compatibilité de la technologie du groupe turbo-alternateur avec un conditionnement autre qu'à l'ammoniaque, EPR s'inscrit en la matière dans la continuité des améliorations actuellement mises en œuvre sur le Parc : conditionnement à la morpholine et éventuellement passage à l'éthanolamine si les essais en cours sur certaines tranches existantes se révèlent concluants (à pH identique, son meilleur coefficient de dissociation que la morpholine, nécessiterait une moindre injection et donc des rejets azotés 30% plus faibles). De plus, un effort est réalisé au niveau de l'étanchéité des matériels en salle des machines pour limiter les fuites.

◆ **Réduction des rejets de phosphate**

La réduction du rejet de phosphate (utilisé pour le conditionnement en pH des circuits de réfrigération RRI et SRI notamment) est un des objectifs environnementaux du projet EPR à l'instar des démarches en cours sur le parc des centrales existantes (modifications). A ce titre, EPR intègre à la conception sur les systèmes RRI et SRI les dispositifs d'anti-carbonatation (gardes hydrauliques qui permettent d'éviter considérablement les entrées d'air et donc la carbonatation du phosphate) qui induisent un gain d'environ 30% sur les rejets en phosphates (concentrations moindres de phosphate pour obtention d'un même pH, moins de renouvellement des circuits du fait de carbonatation).

VI.1.2.2.3.2 Autres rejets chimiques

◆ **Réduction des rejets (effluents de régénération, fer, boues) dus à la production d'eau filtrée et d'eau déminéralisée**

La production d'eau déminéralisée nécessaire au process à partir des procédés classiques de filtration et de déminéralisation d'eau douce génère des rejets (fer -sous forme de boues d'hydroxyde de fer- issus du procédé de filtration par floculation, effluents chimiques de régénération des résines de déminéralisation). Le choix d'installation d'une unité de dessalement d'eau de mer pour pourvoir aux besoins de la tranche EPR comme des tranches existantes (sauf période de pointe lors des démarrages) relève de la recherche des meilleures techniques disponibles.

Le fonctionnement de l'unité de dessalement s'appuie sur des techniques membranaires, consistant essentiellement en un procédé d'ultrafiltration puis d'osmose inverse. Cette solution nécessite cependant une première étape de coagulation/filtration avant l'ultrafiltration, une déchloration (au bisulfite de sodium) avant les étapes d'osmose inverse, une finition (polissage de l'eau) par échange d'ions sur lits mélangés et un nettoyage chimique des membranes.

Outre la production d'une eau plus pauvre en silice (point positif recherché pour limiter les rejets borés liés aux déconcentrations en silice du circuit primaire), cette unité de dessalement réduit fortement le prélèvement d'eau douce locale et de manière très significative les rejets de filtration et déminéralisation : effluents de régénération des résines échangeuses d'ion (procédé classique de déminéralisation), boues de pré-traitement (hydroxyde de fer essentiellement) issues du procédé classique de filtration par floculation.

Pour une production d'eau déminéralisée identique, l'unité de dessalement génère moins de MES, de fer et de sulfates que la station de déminéralisation (10 à 30 fois moins selon les réactifs). La quantité de sodium est supérieure, mais toute relative compte tenu de sa teneur naturelle dans l'eau de mer.

♦ **Chloration et impact biologique**

La chloration est réalisée au niveau de la prise d'eau a pour objectif de protéger les circuits de refroidissement des salissures biologiques (biofilms), de la fixation massive d'organismes (mollusques, crustacés, vers, hydraies...) ainsi que du développement de micro-organismes tels que les vibrions et bactéries naturellement présentes dans l'écosystème marin.

Pour optimiser cette vaccination, les injections sont asservies à la température de l'eau de mer et sont réalisées dès qu'elle dépasse 10°C.

Le chlore actif est produit *in situ* par électrolyse de l'eau de mer et sera injecté, en fonctionnement normal, à une concentration proche de 0,5 mg/L. L'injection sera réalisée en mode séquentiel à raison de 30 minutes par voie de refroidissement (2 voies par tranche).

L'injection de chlore en mode discontinu et à faible dose permet de contenir la croissance des organismes marins et de limiter le développement des films bactériens dans les installations de refroidissement tout en limitant la quantité de chlore produit. Cependant, une modification de la qualité de l'eau de mer ou bien l'existence de zones en eau stagnante dans les circuits peut entraîner une prolifération excessive de salissures biologiques : il est alors nécessaire de pratiquer une injection à dose plus élevée de façon ponctuelle.

Ainsi, les concentrations moyennes des produits issus de la chloration d'eau de mer dans le bassin de rejet de la tranche EPR (chlore résiduel, bromoformes essentiellement) seront identiques à celles issues des tranches 1 et 2 dans leurs bassins de rejet.

♦ **Rejets d'égoûts**

La tranche EPR sera raccordée à la station d'épuration Sud du site (capacité 800 équivalents/habitants).

Les effluents collectés par le réseau SEO sur les voiries et en salle des machines, ainsi que ceux collectés par le réseau SEH (après traitement par le déshuileur de la tranche 3) sont évacués en mer gravitairement par l'émissaire 15. Un bassin de confinement placé en dérivation de ce collecteur permet, conformément à l'article 19 de l'arrêté du 31 décembre 1999 modifié, d'isoler une pollution éventuelle.

De cette façon, les eaux d'extinction d'incendie et les eaux issues de pollutions accidentelles chimiques, qui doivent être traitées avant rejet, sont récupérées dans ce bassin de confinement. Leur composition peut ainsi être analysée afin de prévoir un traitement éventuel. En cas de pollution des eaux contenues dans le bassin de confinement, des pompes de relevage seront utilisées pour vidanger le bassin vers une citerne mobile destinée à évacuer les eaux vers une station de traitement.

On notera qu'avant de rejoindre le collecteur principal, l'installation de systèmes de contrôle des effluents en sortie du déshuileur de site et de la station d'épuration, permettra d'augmenter la connaissance des rejets de ces installations et d'en optimiser le fonctionnement.

VI.1.2.2.4 Mesures de surveillance des rejets et des impacts

L'ensemble des rejets liquides des installations du site de Flamanville fait l'objet d'un contrôle en exploitation pour s'assurer du respect des prescriptions régissant les prélèvements et les rejets. La nouvelle installation vient s'insérer dans ces suivis. Les contrôles couvrent :

- les rejets thermiques :
 - contrôles de l'échauffement à partir des puissances développées et du débit de refroidissement,
 - contrôles de la température au rejet à partir d'une mesure en entrée du condenseur,
 - surveillance des rejets thermiques et de l'extension de la tache thermique dans le cadre de la surveillance hydrobiologique réalisé par l'IFREMER à partir de mesures à quatre stations différentes,
- les rejets radioactifs liquides :
 - contrôles par analyses des effluents aux points d'émission avant rejet des bâches et suivi des rejets depuis la salle de commande et le bâtiment de traitement des effluents (BTE)
 - o activité rejetée pour les différentes catégories de radionucléides,
 - o débit d'activité au point de rejet pour le tritium, les iodes et les autres produits de fission et d'activation,
 - o activité volumique dans le milieu récepteur pour le tritium et les autres produits de fission et d'activation émetteurs bêta ou gamma,
 - contrôles de vérification de l'absence de radioactivité dans les eaux pluviales et les eaux vannes,
- les rejets chimiques liquides :
 - contrôles par analyses des effluents chimiques associés aux radioactifs aux points d'émission avant rejet des bâches,
 - contrôles des effluents issus de la déminéralisation au niveau de la fosse de neutralisation,
 - contrôles des eaux pluviales et des eaux vannes,
 - contrôles des eaux huileuses.

L'ensemble de ces résultats est consigné dans des registres transmis à la DGSNR.

De plus, une surveillance de l'environnement est réalisée au travers d'un suivi radioécologique et d'un suivi hydroécologique.

Le programme annuel de surveillance écologique dans le secteur du CNPE de Flamanville, a pour objectifs :

- de fournir un état des lieux annuel de l'écosystème aquatique, dans le secteur au droit du CNPE, par la mesure de paramètres physico-chimiques et biologiques descriptifs du milieu ;

- de déceler, au regard de l'analyse des suivis annuels depuis leur origine, l'existence ou non d'une tendance évolutive de l'un ou l'autre des paramètres étudiés ;
- d'établir dans quelle mesure ces tendances peuvent résulter du fonctionnement du CNPE.

Il est réalisé par IFREMER en plusieurs points de mesure sous l'influence ou non des rejets des installations. Il contient des prélèvements sur le domaine pélagique (physico-chimie, microbiologie, phytoplancton, zooplancton), le domaine halieutique (zooplancton et macrofaune) et le domaine benthique. Ce suivi sera poursuivi et adapté au besoin pour intégrer la tranche 3.

En complément de cette surveillance hydroécologique, un contrôle et une surveillance radioécologique sont pratiqués sur l'eau (eau de mer réceptrice, eau de mer au large, eau souterraine), les sédiments, les algues, les crustacés, les mollusques marins et les poissons. Ces études sont confiées à l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire IRSN.

VI.2 MESURES PREVUES AU NIVEAU DE L'ECOSYSTEME TERRESTRE

VI.2.1 Pendant le chantier

VI.2.1.1 Privilégier le recyclage des matériaux

Les terrassements de la tranche EPR (environ 600 000 m³) sont très limités par comparaison à ceux précédemment réalisés pour les tranches 1 et 2 (600 000 m³ contre 8 millions): ils se réduisent à une adaptation des terrassements déjà réalisés au début des années 90 dans le cadre de l'implantation (non réalisée) de deux tranches du palier technique N4.

Les déblais issus de ces terrassements seront mis en dépôt sur le site pour réutilisation en remblai autour des bâtiments nouveaux pour les déblais meubles et utilisation comme agrégats pour la fabrication du béton pour les déblais rocheux.

Les bétons utilisés pour la construction proviendront de centrales à béton installées sur site, recyclant les déblais rocheux après concassage comme agrégats.

VI.2.1.2 Limiter les dégagements de poussières

Des mesures de limitation de la quantité de poussière générée seront mises en place si nécessaire lors des travaux préparatoires.

Pour le concassage, des dispositifs d'aspersion ou de brumisation seront utilisés si nécessaire. Par ailleurs, la position des concasseurs en pied de falaise limitera les envols sur le plateau.

En ce qui concerne la remise en suspension liée au déplacement des engins sur le site, celle-ci sera limitée par une vitesse de circulation des engins sur le site inférieure à 30 km/h et par des voies d'accès recouvertes d'un enrobé routier.

VI.2.1.3 Optimiser la gestion des déchets et prévenir les risques de pollution des sols

Les déchets générés par le chantier sont triés, mis en colis adaptés et entreposés sur une aire de transit construite spécifiquement permettant de protéger l'environnement de contamination. Une attention particulière sera apportée pour réduire la quantité de déchets produits en agissant en amont sur la collecte et en recherchant une valorisation maximale de ces déchets.

L'utilisation des engins de chantier pourrait provoquer une pollution des sols par rejet incontrôlé d'hydrocarbures : la zone des installations de chantier est viabilisée et dotée de déshuileurs permettant à la fois de limiter l'impact des effluents liquides vis à vis de l'écosystème marin (Cf. **paragraphe VI.1.1.1**) et de la pollution des sols. De plus, une surveillance appropriée des entreprises sera mise en place.

L'implantation des piézomètres nécessaires au suivi des travaux en sous-sol est réalisée de manière à protéger les eaux souterraines d'infiltration des eaux de ruissellement.

NB : compte tenu de la situation géographique du CNPE de Flamanville (en pied de falaise, à l'aval de la ligne de partage des eaux superficielles) et du sens d'écoulement de la nappe fissurale du granit qui s'effectue depuis la terre, en direction de la mer, il n'existe aucun risque de pollution des captages situés à proximité du site, consécutif à un déversement accidentel d'un polluant.

Après la mise en service de l'EPR, la zone d'installations de chantier sera remise en conformité avec son état avant travaux (démontage des installations, des cantonnements, de l'aire de transit de déchets, ...).

VI.2.1.4 Limiter les risques liés au trafic routier

Le trafic va augmenter pendant la période chantier. Pour limiter les risques liés à cette augmentation, des mesures seront prises sur le site et hors du site.

Sur le site, l'accès à la zone chantier sera effectué par l'entrée Nord, séparément de l'entrée principale du site de production au Sud. Les vitesses de circulation sur le site sont par ailleurs réduites.

Concernant l'extérieur du site, la centrale ne dispose que d'un seul accès routier de capacité correcte (D23). Toutefois, des mesures seront prises pour séparer au maximum les flux routiers (décalage des horaires d'embauche par exemple).

VI.2.1.5 Limiter les nuisances sonores

Lors de la réalisation des travaux, certaines sources sonores ont été identifiées (engins de terrassement, emploi d'explosif, concassage des déblais rocheux, fonctionnement des centrales à béton). Afin d'éviter d'éventuelles nuisances vis-à-vis des riverains, les précautions suivantes seront respectées :

- les véhicules et engins de chantier (pelles hydrauliques, bouteurs, camions...) respecteront les critères d'homologation, et notamment les niveaux de puissance acoustique maximums imposés dans les arrêtés du 12/05/1997 et du 18/03/2002,
- utilisation de micro-charges d'explosif (séquençage),
- les centrale à béton et le parc à agrégats et à ciment se situeront en pied de falaise, cette dernière constituant un bon écran sonore vis à vis des riverains,
- l'ensemble des opérations et utilisations d'engins bruyants seront limitées dans le temps et se feront préférentiellement de jour, pendant les heures ouvrées sauf situation exceptionnelle nécessitant un travail en continu et ne pouvant être interrompu (ex : réalisation du génie civil du radier commun).
- durant les phases de chantiers les plus bruyantes (démolitions, terrassements...), des contrôles du niveau sonore seront réalisés au voisinage.

Enfin, les matériaux issus des démolitions et les déblais n'étant pas évacués hors du site et le béton étant produit par des centrales à béton sur place, on limite ainsi deux sources d'impact sonore en terme de trafic routier hors site : durant les travaux préparatoire, les seuls transports hors du site seront liés à l'acheminement du ciment et autres matières associées (ferrailage, coffrage, etc.) pour la réalisation du béton et à l'acheminement du personnel travaillant sur le chantier.

NB : Toute autre mesure complémentaire pourra être prise au cours du chantier si nécessaire, pour éviter le cas échéant toute nuisance vis-à-vis du voisinage.

VI.2.1.6 Limiter les prélèvements en eau douce et la consommation d'énergie

Les besoins en eau industrielle pour le chantier seront assurés par l'utilisation des prélèvements existants jusqu'à la phase essais qui bénéficiera d'eau déminéralisée fournie par l'usine de dessalement d'eau de mer permettant ainsi de limiter la pression sur les cours d'eau. Cette unité créée pour l'exploitation de la tranche Flamanville 3 servira ainsi de manière anticipée à la fin du chantier à partir de mi 2008 et permettra de préserver environ 300 000 m³ d'eau douce brute.

En cas de sécheresse ou d'étiage des cours d'eau avant cette date, les consommations seront limitées pour respecter les débits réservés de ces cours d'eau.

En ce qui concerne les économies d'énergies, des actions de sensibilisation seront mises en œuvre sur le chantier et l'utilisation de matériels à faible consommation sera privilégiée dans la mesure du possible.

VI.2.2 Pendant l'exploitation

Les mesures mises en œuvre pour limiter l'impact des activités d'exploitation de Flamanville 3 sur l'écosystème terrestre relèvent à la fois des choix de conception et d'exploitation. Au niveau de la conception, la diminution des différents prélèvements et émissions est recherchée par l'application des meilleures techniques disponibles, éprouvées industriellement, à coût acceptable. Au niveau de l'exploitation, l'optimisation des prélèvements et des rejets est systématiquement recherchée de manière à limiter les impacts aussi bas que possibles. L'exploitation sera soumise aux exigences ISO 14001 pour la tranche EPR comme pour les deux tranches existantes.

De plus, un contrôle réglementaire (précisé dans l'arrêté de rejets) et une surveillance supplémentaire de l'exploitant sont réalisés pendant l'exploitation pour vérifier l'absence d'impact notable sur l'environnement.

VI.2.2.1 Prélèvements d'eau douce

Le premier poste de consommation d'eau est lié à la production d'eau déminéralisée nécessaire au process. Les efforts ont porté sur ce poste en s'appuyant sur deux directions :

- la réduction, à la source, des besoins en eau douce filtrée et en eau déminéralisée,
- la réalisation d'une unité de dessalement visant à produire de l'eau déminéralisée à partir de l'eau de mer pour les besoins des 3 tranches et, ainsi, suppléer en grande partie la station de déminéralisation actuelle, consommatrice d'eau douce superficielle.

VI.2.2.1.1 Une consommation d'eau optimisée au démarrage

En terme de besoin en eau déminéralisée, la tranche EPR se caractérise par un système de conditionnement chimique du poste d'eau au démarrage donnant une meilleure qualité d'eau (moins de renvoi d'espèces nocives aux Générateurs de Vapeur et donc purges de déconcentration limitées et appoint au poste d'eau limité à un seul remplissage). Cela permet de réduire de 30% la consommation d'eau au démarrage (rapportée à la puissance installée) ; en fonctionnement normal la consommation d'eau déminéralisée (rapportée à la puissance installée) est comparable à une tranche 1300MWe.

VI.2.2.1.2 La production d'eau à partir d'une unité de dessalement d'eau de mer

Cette disposition technique novatrice, prise dans le cadre de la performance environnementale d'EPR, servira aussi la performance globale du site de Flamanville. Cette unité de production d'eau filtrée et d'eau déminéralisée à partir d'eau de mer (ultrafiltration, osmose inverse), fonctionnera en base pour les besoins de l'ensemble du site (les chaînes de déminéralisation classique d'eau douce fonctionnant surtout pour les périodes de pointes) ce qui réduira très considérablement les prélèvements sur la ressource naturelle en eau douce (Diélette, Petit et Grand Douet) ainsi que les rejets d'effluents liés au fonctionnement des chaînes classiques existantes de filtration et déminéralisation d'eau douce.

Compte-tenu des consommations moyennes quotidiennes des tranches 1-2 et de la tranche EPR, la capacité de production de cette unité de dessalement (2000 m³/j) permettra, en fonctionnement, de couvrir l'intégralité des consommations d'eau filtrée et d'eau déminéralisée des 3 tranches, l'unité de déminéralisation actuelle étant uniquement utilisée en appoint en cas d'indisponibilité ou d'insuffisance de la station de dessalement.

Ainsi, l'implantation de la tranche EPR n'accroît pas le prélèvement d'eau douce et ne nécessite ni de demander une augmentation des débits autorisés, ni de modifier les installations de prélèvement dans les cours d'eau.

VI.2.2.2 Rejets d'effluents radioactifs gazeux

Diverses dispositions permettent de réduire les rejets radioactifs gazeux. A l'instar des paliers techniques précédents, le traitement des effluents gazeux permet de retenir, sur EPR, l'essentiel de l'activité des effluents gazeux et les quantités d'activité résiduelle rejetées à la cheminée sont diluées, contrôlées et comptabilisées. La hauteur de la cheminée de rejet d'EPR déterminée pour une bonne diffusion de ces rejets, comme pour celles des tranches 1-2, tient compte de la hauteur de la falaise.

La conception de l'EPR apporte un gain significatif sur les rejets radioactifs gazeux, grâce en particulier au système de traitement des effluents gazeux TEG de conception similaire à celle des réacteurs Konvoi. Ce système présente en particulier l'avantage de pouvoir traiter les effluents aérés et de fonctionner en boucle quasi fermée en fonctionnement normal.

Par ailleurs, trois autres dispositions de conception permettent de réduire les effluents gazeux radioactifs par rapport aux tranches 1 et 2 :

- l'absence de vanne pneumatique dans le Bâtiment Réacteur,
- l'absence de bache TEP intermédiaire,
- un système de ventilation/filtration optimisé.

VI.2.2.2.1 Un système de Traitement des Effluents Gazeux optimisé

La conception de l'EPR apporte un gain significatif sur les rejets radioactifs gazeux, grâce en particulier au système de traitement des effluents gazeux TEG de conception similaire à celle des réacteurs Konvoi. Ce système présente en particulier l'avantage de pouvoir traiter les effluents aérés et de fonctionner en boucle quasi fermée en fonctionnement normal. Les principales améliorations qui le permettent sont :

- mise en commun des ciels de baches TEP et REA : limitation du volume des rejets gazeux en fonctionnement normal (bilan gazeux constant lors des mouvements d'eau) ;
- balayage permanent en azote des ciels de bache : abaissement de la teneur en hydrogène uniformisation du traitement de gaz que sa composition soit à dominante hydrogène ou oxygène ;
- recyclage des gaz : limitation du volume des rejets gazeux en fonctionnement normal ;
- recombinaison de l'hydrogène ;

- décroissance des gaz rares à vie courte (xénons et kryptons surtout) sur lits à retard (capacités de charbon) ;
- rejet automatique à la cheminée dès l'atteinte d'une pression seuil est modifiable (point de consigne) selon les volumes de gaz à traiter, ce qui permet une adaptation de la capacité de stockage du circuit.

VI.2.2.2 Absence de vanne pneumatique dans le Bâtiment Réacteur

L'absence de vanne pneumatique dans le bâtiment réacteur permet de diminuer les rejets gazeux issus de ce bâtiment, qui se limiteront, dans le cadre des actions de maintenance, à la mise en service de son système de ventilation par balayage (EBA).

VI.2.2.3 Réduction des rejets de Tritium gazeux

A la différence du palier technique 1300 MW, la conception d'EPR reprend au niveau du système de traitement des effluents primaires (TEP) les dispositions de conception du palier N4 relatives à l'absence de bache TEP intermédiaire (dans le cas du 1300MW, 80% des rejets gazeux de tritium en sont issus). Ainsi, dans le cas d'EPR, l'essentiel du rejet de tritium gazeux provient de l'évaporation de la piscine combustible.

VI.2.2.4 Un système de Ventilation/Filtration amélioré

L'ensemble des ventilations des locaux du BAN (Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires), BAS (Bâtiment des Auxiliaires de Sauvegarde), BK (Bâtiment Combustible) est basculable sur ventilation avec Piège à Iode (PI). Sur le 1300 MW seuls certains des locaux du BAN sont basculables sur PI après passage sur filtre à Très Haute Efficacité (THE). Sur EPR, l'ensemble des locaux, répartis par « cellules » (2 pour le BK, 3 pour le BAN, 1 pour le BAS) auxquelles sont associées des files de ventilation passe sur THE et peut basculer sur PI.

VI.2.2.5 Mesures de surveillance des rejets radioactifs et des impacts

L'ensemble des rejets gazeux des installations du site de Flamanville fait l'objet d'un contrôle en exploitation pour s'assurer du respect des prescriptions régissant les prélèvements et les rejets. La nouvelle installation vient s'insérer dans ces suivis. Les contrôles couvrent :

- la météorologie :
 - collecte grâce à une station météorologique implantée sur la falaise des données locales notamment celles relatives au vent (direction et force),
- les rejets radioactifs gazeux :
 - contrôles par analyses des effluents aux points d'émission :
 - o activité rejetée pour les différentes catégories de radionucléides,
 - o débit d'activité à la cheminée pour le tritium, les iodes, les gaz rares et les autres produits de fission et d'activation,
 - o activité volumique dans le milieu récepteur pour le tritium et les aérosols d'origine artificielle.

L'ensemble de ces résultats est consigné dans des registres transmis à la DGSNR.

De plus, une surveillance de l'environnement est réalisée au travers d'un suivi radioécologique de la radioactivité dans l'environnement et dans l'atmosphère. Un contrôle et une surveillance radioécologique sont pratiqués sur :

- l'atmosphère : mesures du rayonnement gamma ambiant sous les vents dominants en limite de site et au-delà, mesures des poussières atmosphériques et de l'eau de pluie,
- le milieu terrestre : prélèvements d'herbe, de lait et de la couche superficielle des terres et des productions agricoles locales.

VI.2.2.3 Pollution des sols

La conception des bâtiments et matériels (rétentions et étanchéités mises en place) permet de prévenir les fuites radioactives ou chimiques susceptibles d'entraîner une pollution des sols.

Par ailleurs, la surveillance piézométrique permet de vérifier l'absence de pollution ou de contamination et donc de réagir rapidement en cas d'aléa.

Enfin, le choix d'une réfrigération en circuit ouvert et non fermé (tour aéroréfrigérante) élimine l'impact environnemental global d'une réfrigération en circuit fermé en bord de mer : la présence d'un aéroréfrigérant provoquerait des retombées salines sur le sol (jusqu'à 1 km dans les terres) une à deux fois plus importantes que les apports naturels liés aux embruns.

VI.2.2.4 Bruit

L'implantation du site en pied de falaise permet de limiter les propagations sonores dans l'environnement.

Les sources sonores de Flamanville 3 font l'objet d'un inventaire en terme de puissance acoustique et de zones d'implantation. Des mesures d'insonorisation des équipements les plus bruyants sont mises en œuvre à la fois pour limiter le bruit dans les bâtiments, vis-à-vis des conditions de travail, et dans l'environnement extérieur : capotage de machines tournantes, mise en place de silencieux, adaptation de la qualité d'affaiblissement des bardages, ... Il est à noter que la majeure partie des sources sonores est située à l'intérieur des bâtiments, ce qui limite très fortement l'impact acoustique à l'extérieur du site. L'impact acoustique du site en terme d'émergence dans les Zones à Emergence Réglementée après mise en service de Flamanville 3 fait l'objet d'une modélisation, dont les premiers résultats sont présentés au **Chapitre III.2**. Ils permettent de vérifier que les mesures de conception prévues assurent le respect des limites réglementaires de l'arrêté du 31 décembre 1999 modifié en terme de limites d'émergence. Cette conformité sera vérifiée et maintenue en exploitation par les mesures correctives adéquates le cas échéant.

Il est à noter que le choix d'une réfrigération en circuit ouvert, sans tour aéroréfrigérante, élimine l'impact sonore d'une réfrigération en circuit fermé ; bien qu'il serait amoindri par l'écran que constitue la falaise, le bruit généré par une tour aéroréfrigérante resterait sensible.

En ce qui concerne le transport du personnel, celui-ci empruntera les mêmes trajets que le personnel travaillant sur les deux tranches existantes. L'accès au site se fait directement à partir de la route départementale D 23.

VI.2.2.5 Déchets radioactifs solides

La réduction du volume de déchets radioactifs solides est un des objectifs pris à la conception et qui vise à réduire l'impact de l'installation sur l'environnement.

VI.2.2.5.1 Réduction des déchets radioactifs solides issus du combustible

La capacité de la tranche EPR à mieux brûler le combustible permet de réduire la production de déchets issus du combustible. Cette capacité s'évalue au regard de deux objectifs : la **propreté** (diminution de la quantité de déchets à vie longue) et la **sobriété** (diminution directe de la consommation d'uranium et valorisation potentielle du plutonium contenu dans le combustible irradié).

L'EPR utilise les mêmes types de combustibles à l'uranium enrichi ou au plutonium (combustible MOX) que les réacteurs des générations précédentes, mais avec un rendement amélioré du fait de sa conception neutronique et de l'utilisation de combustible à haut taux de combustion (HTC) : il consomme donc moins de combustible et produit moins de matière irradiée- et donc de déchets - pour la même énergie produite.

Outre l'utilisation de combustible HTC, les améliorations en terme de propreté et de sobriété sont principalement obtenues par les deux dispositions suivantes :

- réflecteur lourd en acier,
- gros cœur (241 éléments).

Ces dispositions techniques permettent avec une gestion combustible HTC :

- moins de fuite neutrons (gain de 2 à 3% qui permet de délivrer une même énergie avec un enrichissement plus faible),
- une puissance linéique moyenne plus faible et donc un taux de fractionnement des recharges plus fort (l'effet « gros cœur » conduit, pour une même énergie fournie par recharge, à un fractionnement accru),
- des plans de chargement dits « faible fuites » avec nappes de puissance plus piquées.

Finalement, **outre une meilleure utilisation in situ du Plutonium (-15%)** par « autoconsommation » (c'est à dire recyclage in situ) les gains prévisibles de cette conception neutronique vis-à-vis de l'environnement sont :

- une utilisation plus sobre (-17%)³ des ressources d'uranium naturel,
- une diminution significative des déchets radioactifs à vie longue issus du combustible et de son gainage (-26% de déchets B à vie longue).

NB1 : Par ailleurs, le monorecyclage du plutonium (gestions HTC à 60 GWj/t) contribue à la production totale dans une proportion pouvant aller jusqu'à 11% et le recyclage de l'uranium issu du retraitement peut contribuer, selon l'évolution du prix de marché de l'uranium naturel, à une économie pouvant aller jusqu'à environ 10%.

³ le gain de sobriété de 17% est relatif à l'amont du cycle (uranium naturel et travail d'enrichissement), soit , par rapport aux gestions actuelles du parc : +2 à 3% par rendement neutronique accru, + 7% par effet « gros cœur » (fractionnement intrinsèque) et +7% selon l'optimisation de la gestion HTC, hors recyclage du plutonium.

NB2 : en outre, au travers de l'accroissement des taux de combustion et d'une souplesse accrue pour mettre en oeuvre différents types de combustibles MOX ou innovants, avec des cœurs jusqu'à 50% ou 100% MOX il est possible selon les besoins d'optimiser le recyclage et la gestion du plutonium dans les décennies à venir.

(*) : le gain de sobriété de 17% est relatif à l'amont du cycle (uranium naturel et travail d'enrichissement), soit, par rapport aux gestions actuelles du parc : +2 à 3% par rendement neutronique accru, + 7% par effet « gros cœur » (fractionnement intrinsèque) et +7% selon l'optimisation de la gestion HTC, hors recyclage du plutonium.

VI.2.2.5.2 Réduction des autres déchets radioactifs solides (hors combustible)

En ce qui concerne les déchets d'exploitation, l'approche EPR prend notamment en compte la **réduction des déchets à la source** déjà en place sur les tranches existantes selon deux leviers.

- Le premier levier consiste en l'intégration du retour d'expérience d'exploitation des tranches existantes avec pour objectif d'en retirer les meilleures pratiques pour chaque type de déchets solides (les déchets de procédés issus des activités d'exploitation comme les Filtres d'eau de traitement des effluents, résines échangeuses d'ion, concentrats d'évaporateurs..., les déchets technologiques issus des opérations de maintenance...) : la cible en volume annuel de déchet brut (hors combustible) d'EPR a ainsi été bâtie sur la base des meilleures performances du Parc par type de déchets.
- Le deuxième levier consiste en l'application pour EPR, dès le début de son exploitation contrairement à la plupart des tranches existantes, des pratiques de zonage radiologique des locaux (et donc des déchets) qui permettent de réduire considérablement le volume des déchets à considérer comme radioactifs. En ce sens, les études de réalisation d'EPR optimisent, dans la mesure du possible et des contraintes d'implantation des matériels, les dispositions pratiques qui permettront à ce zonage d'être le plus efficace possible.

NB : en ce qui concerne le démantèlement, de nombreuses dispositions ont été prises sur EPR dès la conception pour réduire le volume de déchets radioactifs générés lors de la déconstruction par des choix sur la composition des matériaux afin de réduire l'activation, ou sur la conception des circuits pour limiter les dépôts radioactifs... L'ensemble des mesures prises à la conception relatives au démantèlement est abordé en **Pièce D, Chapitre IX**.

Les déchets radioactifs issus de la tranche EPR sont traités par l'installation de Traitement des Effluents Solides (TES) comme décrit en **Pièce B, paragraphe II.4.4**. Il est veillé en exploitation à limiter la production de déchets à la source, à assurer un tri des différents déchets, un compactage pour en limiter le volume, un colisage approprié pour assurer le confinement des matières radioactives, l'entreposage dans des zones adaptées puis l'évacuation vers les filières agréées.

VI.2.2.5.3 Retraitement du combustible utilisé

Une partie du combustible utilisé est renouvelée en fonction de la durée du cycle suivant. Les éléments combustibles utilisés sont stockés sous eau, dans la piscine à l'intérieur de l'îlot nucléaire pendant plusieurs mois au cours desquels les radioéléments à vie courte (10 à 15 jours) subissent une décroissance de radioactivité d'un facteur dont l'ordre de grandeur est compris entre mille et un milliard selon les radioéléments concernés. Au terme du temps de stockage, les rayonnements émis par le combustible ne sont plus dus qu'aux radioéléments ayant des périodes longues, tels le césium 137 et les kryptons.

Ils sont ensuite placés dans des conteneurs spéciaux capables de résister à des épreuves extrêmement sévères (chocs, incendies, immersion ...) tout en conservant leur intégrité, permettant d'assurer leur transport par voie ferrée vers l'usine de retraitement de LA HAGUE dans les conditions requises de sécurité, le site étant raccordé au réseau ferroviaire.

Dans cette usine, une première opération mécanique consiste à découper les crayons de combustible. Ensuite, divers traitements chimiques permettent d'isoler les gaines, l'uranium, le plutonium et les produits de fission.

L'uranium ainsi isolé est peu radioactif, mais comme il est légèrement enrichi, il représente une valeur non négligeable et sa réutilisation est prévue dans les réacteurs. Il en est de même pour le plutonium. Les déchets provenant des gaines irradiées sont comprimés et stockés dans des silos.

Les produits de fission radioactifs sont isolés. Une faible partie est réutilisée par l'industrie et la médecine (traitement du cancer, stimulateurs cardiaques, etc ...).

Le reste, qui représente un volume de quelques mètres cubes pour une tranche EPR, est conservé sous forme de solution aqueuse liquide dans des réservoirs spéciaux.

Après cette conservation au cours de laquelle la radioactivité décroît d'une façon appréciable, ces solutions sont, après concentration et calcification, incorporées dans des verres silicoalumineux suivant la technique mise au point à MARCOULE par le CEA. Une fois vitrifiés sous formes de petits blocs inaltérables par les agents atmosphériques, ces déchets dits de « haute activité » représentent un volume de 2 à 3 m³ de verre par an pour tout le combustible d'une tranche EPR. Ils sont conservés pendant plusieurs années dans des conteneurs eux-mêmes placés dans des puits en acier inoxydable ventilés pour permettre le dégagement des calories encore produites.

Lorsque la température de ces blocs permettra de ne plus avoir recours à une ventilation, ils seront définitivement stockés dans des couches profondes et stables du sous-sol.

D'autres solutions concernant les produits à vie très longue, en particulier celle qui consiste à les transmuter en éléments à vie courte, font l'objet d'études, mais n'ont pas encore débouché sur des projets fiables et économiques.

VI.3 MESURES PREVUES AU NIVEAU DE LA SANTE

La plupart des mesures prévues au niveau des écosystèmes marin et terrestre sont également de nature à supprimer, réduire et si possible compenser les conséquences du projet sur la santé des populations. En effet, les actions mises en œuvre tant pendant la phase chantier que pendant la phase d'exploitation pour réduire l'impact des effluents et des déchets radioactifs, des effluents chimiques et du bruit de l'installation sont de nature à limiter l'impact sur la santé des populations.

C'est le cas pour la phase chantier avec les mesures prises pour :

- limiter la pollution des eaux de baignade ou de pêche
Les solutions d'évacuation des effluents liés à la réalisation du chantier (épuisement du fond de fouille) permettent un rejet au large, loin des zones de baignade dans des zones où la pêche et la baignade (plongée) sont interdites.
Pour information, on rappellera que la pêche et la baignade sont également interdites au droit du site derrière la digue dans les zones de rejet des effluents collectés sur la plate-forme d'installation de chantier.
- limiter les nuisances sonores
L'impact du bruit du chantier n'est pas notable compte tenu de l'implantation du site. Il peut constituer une nuisance selon les phases de travaux pour les riverains les plus proches mais sans risque pour la santé humaine. Les mesures mises en place durant le chantier visent à limiter les nuisances (implantation des installations bruyantes, horaires de travail, ...).
- limiter la pollution atmosphérique
Les opérations susceptibles d'émettre de la poussière bénéficient, autant que faire se peut, de brumisation (au niveau du concassage des matériaux) ou d'arrosage (au niveau des pistes et voiries).
Les matériels utilisés sont fréquemment contrôlés et entretenus afin de limiter l'émission de gaz de combustion de carburant.
- limiter les nuisances vibratoires liées au minage
Le choix technique d'utiliser des micro-charges pour effectuer les minages limite très fortement leurs impacts potentiels sur la santé humaine (bruit, poussière, vibrations).

C'est aussi le cas pour la phase d'exploitation avec les mesures prises pour :

- limiter les rejets radioactifs et chimiques liquides
Les dispositions mises en œuvre pour réduire la production d'effluents radioactifs et chimiques liquides, optimiser le recyclage des effluents primaires, traiter les effluents non recyclables avant rejet et concevoir l'ouvrage de rejet pour améliorer la diffusion du panache limitent très fortement les impacts potentiels sur la santé en terme d'irradiation externe par baignade et séjour sur les plages et de contamination interne par ingestion d'eau de mer et de produits de la mer tels que mollusques, crustacés, poissons impactés par les rejets marins.
Il est rappelé, par ailleurs, que les rejets liquides sont effectués loin des zones de baignade dans des zones où la pêche et la baignade (plongée) sont interdites

- limiter les rejets radioactifs gazeux

Les dispositions mises en œuvre pour réduire la production d'effluents radioactifs gazeux, optimiser le recyclage des effluents primaires, traiter les effluents non recyclables avant rejet et concevoir l'ouvrage de rejet pour améliorer la diffusion du panache limitent très fortement les impacts potentiels sur la santé en terme d'irradiation externe au panache et au dépôt sur le sol et d'irradiation interne par inhalation et par ingestion de denrées cultivées localement soumises aux rejets.

- surveiller l'impact des rejets radioactifs et chimiques sur l'environnement

Les programmes de surveillance des différents compartiments de l'environnement qui permettent de vérifier l'absence d'évolution notable, physico-chimique et biologique, liée au fonctionnement des installations du site nucléaire de Flamanville, apportent des garanties vis-à-vis de la santé des populations qui évoluent dans cet environnement.

- optimiser la gestion des déchets radioactifs et conventionnels

Les dispositions prises pour limiter la production de déchets, en assurer un tri et un traitement rigoureux contribuent à protéger la santé humaine par prévention des risques d'irradiation externe et de pollution des sols.

- limiter les nuisances sonores

L'impact sonore lié à l'implantation d'une troisième unité de production électrique est faible compte-tenu de la protection assurée par la falaise. Les dispositions prises à la conception visent à limiter les nuisances sonores liées aux sources prépondérantes par capotage, mise en place de silencieux, bardages des locaux. L'impact sonore du site ne présente pas de risque pour la santé humaine.

VI.4 MESURES PREVUES AU NIVEAU DE L'ARCHITECTURE ET DU PAYSAGE

Les dispositions retenues en matière d'architecture sont évoquées dans le *Chapitre III.4*.

Dès 1974, EDF a confié la définition architecturale des centrales nucléaires à un collège composé de neuf architectes reconnus au plan national et qui ont travaillé en étroite collaboration avec les ingénieurs concepteurs d'EDF. Les études relatives à l'insertion de la centrale dans le paysage ont ensuite été confiées à un architecte de site, membre du collège et assisté d'architectes, d'urbanistes et de paysagistes locaux. Ces études ont porté sur :

- l'aménagement paysager (plantations),
- le choix des matériaux et des couleurs,
- l'architecture des bâtiments annexes.

Ces études tiennent compte des spécificités de la région et de la perspective qu'offrent les ouvrages depuis les principaux points de vue qui les entourent.

Comme pour les deux tranches existantes, la construction de la tranche EPR fait l'objet d'une étude architecturale afin de garantir une homogénéité visuelle de l'ensemble des bâtiments (tranches existantes et tranche EPR), ainsi que des études d'insertion du site dans le paysage.

La construction de la tranche 3 constitue l'extension de la centrale actuelle. L'implantation de cette unité est en conformité avec le plan masse d'origine qui prévoyait également 4ème tranche.

Cette nouvelle tranche nucléaire a fait l'objet de recherches architecturales spécifiques et détaillées permettant de pouvoir définir une image contemporaine à l'ensemble des nouveaux espaces bâtis tout en respectant le plan masse d'origine, les bâtiments existants et surtout l'ensemble du site naturel.

Enfin, le choix d'une réfrigération en circuit ouvert et non fermé (tour aéroréfrigérante) élimine l'impact visuel d'une réfrigération en circuit fermé : du fait de l'humidité naturelle de l'air en bord de mer, le panache issu d'une tour aéroréfrigérante serait plus long et donc visible beaucoup plus longtemps que celui des tours équivalentes placées à l'intérieur des terres pour d'autres installations ; de plus, la faible hauteur d'émission du panache relativement au sol (compte-tenu de la falaise) induirait un risque de formation de brouillard persistant.

VI.5 ESTIMATION DES DEPENSES

Les dépenses réalisées pour limiter l'impact du projet d'implantation d'une tranche nucléaire EPR sur le site de Flamanville correspondent aux différentes dispositions techniques et organisationnelles explicitées dans les paragraphes précédents du **Chapitre VI**. Les coûts estimés ne prennent pas en compte les études générales conduites par EDF dans l'ensemble des domaines de l'environnement en prise avec les installations nucléaires.

MESURES PREVUES	PHASES	DEPENSES En euros HT
Mise en œuvre de systèmes de traitement des eaux	Chantier	7 710 000
Construction et gestion d'une déchetterie		
Analyses des eaux pluviales		
Evacuation de l'épuisement des fonds de fouille		
Volet environnement des travaux de VRD		
Réalisation d'un ouvrage de rejet	Exploitation	150 000 000
Création d'une unité de dessalement d'eau de mer		
Utilisation de bore enrichi pour limiter la concentration en bore du circuit primaire		
Traitement et recyclage des effluents radioactifs liquides		
Création d'un bâtiment de traitement des effluents		
Installation de 3 bâches KER de contrôle avant rejets supplémentaires		
Installation d'une cheminée de rejet des effluents radioactifs gazeux		
Traitement et recyclage des effluents radioactifs gazeux		
Contrôle des rejets et surveillance de l'environnement		
Gestion des déchets d'exploitation		
Insonorisation des sources et bâtiments bruyants		
Insertion architecturale et paysagère		

PIECE E

CHAPITRE VII

**ANALYSE DES METHODES UTILISEES POUR EVALUER LES
EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE**

SOMMAIRE Chapitre VII

VII	ANALYSE DES METHODES UTILISEES POUR EVALUER LES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE	3
VII.1	EVALUATION DE L'IMPACT GLOBAL DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT	3
VII.1.1	Radioécologie	3
VII.1.2	Hydro-écologie	3
VII.1.2.1	Surveillance	3
VII.1.2.2	Rejets thermiques	4
VII.1.2.3	Rejets chimiques	4
VII.1.2.4	Rejets des sédiments du canal d'aménée	5
VII.1.3	Bruit	5
VII.1.4	Paysages et socio-économie	5
VII.2	EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX ET LIQUIDES RADIOACTIFS	6
VII.2.1	Présentation générale	6
VII.2.1.1	Hypothèses de calcul – Conservatismes	6
VII.2.1.2	Limites de l'étude d'impact.....	7
VII.3	EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS DE SUBSTANCES CHIMIQUES	8
VII.3.1	Présentation de la méthodologie.....	8
VII.3.2	Hypothèses de calcul, conservatismes et limites.....	8
VII.3.2.1	Rejets chimiques liquides.....	8
VII.3.2.2	Rejets chimiques gazeux	9

VII ANALYSE DES METHODES UTILISEES POUR EVALUER LES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

VII.1 EVALUATION DE L'IMPACT GLOBAL DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

VII.1.1 Radioécologie

Les effets radioécologiques de l'exploitation des tranches 1&2 de Flamanville et de la future tranche EPR sont évalués sur la base des nombreuses études réalisées depuis plus de vingt ans dans l'environnement du site de Flamanville. En 1980 et 1981 a été réalisé, avant la divergence des tranches 1 et 2, un état de référence destiné à définir l'état radioécologique initial. Depuis 1991, EDF confie à l'IRSN la réalisation d'une campagne annuelle de prélèvements et de mesures. Dix ans après la mise en service de la tranche 2 a été réalisé un bilan radioécologique décennal (1996). Toutes ces études sont entreprises dans le but de quantifier l'impact du fonctionnement des tranches en exploitation, que ce soit dans l'écosystème terrestre ou dans l'écosystème marin. La fréquence des études a permis de caractériser précisément les différents compartiments de ces écosystèmes et de suivre l'évolution des niveaux de radioactivité au cours du temps. Ces études permettent aujourd'hui de disposer d'informations récentes sur les niveaux radioactifs environnants qui constitueront à terme un état de référence complet nécessaire à l'évaluation de l'impact radiologique de l'exploitation de la future tranche EPR. Le suivi sera reconduit à l'identique avant et après mise en service de la tranche EPR.

Des mesures sont également effectuées par le CNPE (eau de pluie, lait, végétaux, poussières atmosphériques, eau de mer, eaux souterraines, ...) dans le cadre du plan de contrôle réglementaire réalisé au titre de son arrêté d'autorisation de rejets.

VII.1.2 Hydro-écologie

VII.1.2.1 Surveillance

Un « point zéro » hydroécologique est également effectué avant la réalisation du projet. Celui-ci sert de base à la quantification de l'impact non radioactif des installations sur l'environnement marin.

Un programme de surveillance du milieu marin a été mis en place en 1983, 3 ans avant la mise en service de la première tranche du site. Des études d'avant projet avaient de plus été réalisées dès 1976.

Ces études de surveillance confiées par EDF à IFREMER consistent en un suivi écologique annuel du milieu centré sur des paramètres et des espèces jugés sensibles. Elles ont pour objectif de suivre l'évolution naturelle du milieu marin grâce à une station de référence située hors de la zone d'influence des tranches nucléaires et de détecter toute évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement de ces tranches.

Les domaines étudiés sont l'hydrologie (paramètres physico-chimiques), la microbiologie, le plancton végétal et animal, le domaine benthique et le domaine halieutique.

Ces études de surveillance seront reconduites à l'identique avant et après mise en service de la tranche EPR.

VII.1.2.2 Rejets thermiques

Plusieurs simulations numériques des rejets thermiques en mer du site de Flamanville (Flamanville 1-2 et EPR) a été réalisée à l'aide du logiciel TELEMAC 3D par EDF/R&D. Cette simulation a permis d'étudier l'évolution du panache thermique en fonction de la marée.

Le code TELEMAC 3D fait partie du système hydro-informatique TELEMAC développé sous assurance qualité par le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement d'EDF/R&D (LNHE).

VII.1.2.3 Rejets chimiques

Concernant l'impact des rejets chimiques, les substances eutrophisantes et les sels minéraux qui peuvent avoir un effet à long terme sur l'équilibre de l'écosystème, sont distinguées des substances toxiques pouvant présenter, suivant l'estimation de l'occurrence des rejets, un effet chronique ou aigu.

Pour les substances eutrophisantes, on s'appuie sur les résultats du suivi hydroécologique et on effectue une comparaison de la concentration cumulée en mer (concentration ajoutée par le site et bruit de fond naturel) avec les seuils de la proposition de grille de qualité des eaux de mer établie en 1993 par le groupe d'échange CQEL pour le compte du Ministère de l'Environnement.

Pour les substances toxiques, on s'appuie sur une approche écotoxicologique (avec un calcul du risque environnemental quand celui-ci est possible¹) en distinguant le cas des rejets chroniques ou aigus lorsque des données adaptées au milieu marin sont disponibles. L'approche du calcul de risque présente cependant des limites méthodologiques :

- Dans le cas des métaux par exemple, il est reconnu que l'approche européenne n'est pas directement applicable sans tenir compte de leur fraction biodisponible (modèle BLM (Biotic Ligand Model)). Ce sujet est encore discuté au niveau de la recherche et il ne semble pas pertinent, vu les incertitudes actuelles, de réaliser un calcul de risque.
- Dans le cas d'autres substances comme l'hydrazine, la faible disponibilité des données écotoxicologiques (et leur variabilité importante), en particulier pour les espèces marines, requiert encore une expertise fouillée sur les données sources en vue de la détermination d'une PNEC marine. En effet, faute de données dans le domaine marin, celle-ci serait dérivée d'une valeur de PNEC en eau douce, elle-même obtenue par la méthode des facteurs d'incertitudes. Une telle démarche a déjà montré ses limites si les données écotoxicologiques de base ne sont pas drastiquement sélectionnées, voire complétées par des expérimentations adaptées. La robustesse d'une telle approche requiert une sélection pour produire une PNEC la plus fiable possible.

¹ L'analyse du risque environnemental est une méthode qui a été recommandée par la communauté européenne pour la caractérisation du risque de mise sur le marché européen de nouvelles substances et non pas pour l'impact local de substances dans un milieu particulier. Elle se fonde sur l'établissement d'un indice de risque calculé par le ratio PEC/PNEC, c'est-à-dire le ratio entre la concentration prévisible dans l'environnement (PEC) et la concentration prévisible sans effet sur l'organisme (PNEC).

C'est pourquoi, dans le cas où il n'existe pas de valeurs de référence validées et faisant l'objet d'un consensus, et en l'absence de normes de qualité d'eau de mer au niveau européen ou national, une approche plus classique qui utilise les données écotoxicologiques brutes² sur le plus grand nombre de genres de l'écosystème marin est effectuée. On rappelle d'ailleurs que la PNEC est elle-même issue de ces valeurs. Cette approche permet en outre d'affiner l'étude d'impact en distinguant les compartiments biologiques potentiellement impactés, ce qui en terme de mesures à mettre en place pour la surveillance ou la limitation de l'impact est une donnée indispensable (pour l'hydrazine par exemple, qui est un algicide, on utilise principalement des valeurs de NOEC déterminées sur des algues puisque ce sont les plus contraignantes).

VII.1.2.4 Rejets des sédiments du canal d'aménée

L'impact des rejets des sédiments issus du dragage du canal d'aménée est regardé suivant plusieurs aspects : impact sur la nature des fonds marins, impact physico-chimique et impact sur la faune et la flore au niveau des différentes zones de rejets envisagés.

VII.1.3 Bruit

Dans le cadre de la vérification de la conformité des CNPE à l'arrêté du 31/12/99 relatif à l'exploitation des INB, des campagnes de mesures acoustiques ont été réalisées entre 1999 et 2002 dans l'environnement des CNPE, au niveau des Zones à Émergence Réglementée (ZER).

En complément de ce programme de mesures dans l'environnement, les principales sources sonores ont été caractérisées à l'intérieur des CNPE.

L'ensemble de ces données a permis de réaliser des modélisations de l'impact acoustique des CNPE sur leur environnement. Ces modélisations ont été réalisées à l'aide du logiciel TYMPAN 3 (code EDF de modélisation acoustique développé par la R&D faisant l'objet d'une validation sur cas-test spécifiques). Elles ont pour objectif de servir de support pour évaluer l'évolution de la situation réglementaire des sites, notamment lors de modifications importantes, telles que la construction de la tranche EPR.

VII.1.4 Paysages et socio-économie

Dans le cadre de l'implantation d'une nouvelle installation, EDF fait appel à des études d'architecte, de paysagiste et d'urbaniste pour définir l'architecture la mieux adaptée au site d'accueil en terme d'insertion dans le paysage. Des études ont été réalisées lors de l'implantation initiale des deux premières tranches sur le site de Flamanville. Elles ont été complétées par une nouvelle étude pour l'architecture de la tranche EPR en vue de son intégration paysagère sur le site.

L'impact de l'implantation d'une nouvelle centrale nucléaire sur un site est tiré du retour d'expérience d'EDF après l'implantation des 58 centrales nucléaires actuellement en service.

² On appelle données écotoxicologiques, des valeurs issues de tests écotoxicologiques normés sur les organismes telles que : CL50 : Concentration létale pour 50% des organismes par rapport au contrôle, CE50 concentration ayant un effet (non précisé) sur 50% des organismes par rapport au contrôle, CE concentration avec effet (sans précision sur le pourcentage d'effet), NOEC concentration sans effet observable.

VII.2 EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX ET LIQUIDES RADIOACTIFS

VII.2.1 Présentation générale

EDF dispose de deux codes de calcul pour évaluer l'impact sur la population des rejets radioactifs liquides et gazeux liés au fonctionnement normal des tranches REP.

Il s'agit des codes MIRRAGE pour les rejets radioactifs gazeux et BLIQID pour les rejets radioactifs liquides. Ces codes sont basés sur des équations établies en particulier à partir des mesures faites dans l'environnement des CNPE qui permettent de bien appréhender les mécanismes de transfert dans les différents compartiments de l'écosystème.

Ces deux codes, classés IPS, sont maintenus et développés sous assurance qualité.

Ils intègrent, dans la mesure du possible, les dernières évolutions des connaissances et sont donc en conformité avec les résultats issus des expériences de recherche et développement menées au niveau national et international. A titre d'exemple, les dernières évolutions des codes sont les suivantes :

- intégration d'une modélisation propre au carbone 14,
- prise en compte des évolutions de la réglementation au niveau notamment des facteurs de dose,
- intégration d'une modélisation pour les rejets liquides en mer,
- intégration du calcul de dose due à l'exposition externe aux sédiments pour les rejets liquides.

VII.2.1.1 Hypothèses de calcul – Conservatismes

Pour le fonctionnement normal, l'ensemble de l'écosystème est supposé à l'équilibre, c'est à dire que la radioactivité ajoutée par les rejets annuels est compensée par les pertes par décroissance radioactive ou par lessivage / migration des radioéléments dans le sol. Tous les paramètres sont moyennés sur l'année et les facteurs de transfert considérés entre les différents compartiments de l'écosystème sont ceux d'un système à l'équilibre.

La modélisation sur laquelle sont basés les deux codes de calcul s'appuie sur un ensemble d'hypothèses simplificatrices et généralement conservatives qui donnent un ordre de grandeur de la dose. Les principales hypothèses sont présentées en **Pièce E, chapitre IV.1** et dans les **annexes à la pièce E**.

La dose efficace totale annuelle est déterminée pour un « groupe de référence » représentant un groupe de personnes fictif (adultes et nourrissons) vivant toute l'année au voisinage du site dans la zone la plus impactée par les panaches et ayant des loisirs et un mode de vie qui les exposent plus particulièrement aux rejets, de sorte que l'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du site est soumis à un impact inférieur ou égal à celui calculé pour le groupe de référence.

Certains paramètres de calcul ont des valeurs par défaut intrinsèques au code de calcul.

D'autres sont caractéristiques du site étudié (coefficient de dilution, coefficient de transfert atmosphérique (CTA), ration alimentaire, météo, etc.). La détermination de ces paramètres se fait à partir d'études locales les plus récentes possibles. Par exemple, afin de modéliser précisément les conditions de rejet propres au site de Flamanville, EDF a mis en œuvre les moyens suivants :

- réalisation d'un modèle numérique tridimensionnel représentant le domaine marin au droit du CNPE, validé par des mesures in situ, permettant de modéliser les rejets en mer et de déterminer ainsi précisément les coefficients de dilution ;
- réalisation d'essais en soufflerie sur une maquette représentant le site de Flamanville, confortés par des mesures in situ, permettant de modéliser les écoulements atmosphériques perturbés par la présence de la falaise et ainsi de caractériser le coefficient de transfert atmosphérique propre au site.

Par ailleurs, pour évaluer l'impact radiologique à proprement parler, le choix des paramètres caractérisant le mode de vie ou la situation géographique a été fait de façon conservative, afin de présenter un calcul enveloppe. Les principaux conservatismes qui peuvent être soulignés sont les suivants :

- les individus du groupe de référence ne consomment que des aliments produits sur place, dans la zone la plus impactée par les rejets. Il y a là deux conservatismes : le taux d'autoconsommation de 100% et le choix de la zone la plus impactée (champ proche des rejets pour les liquides, hameau présentant le CTA le plus élevé pour les rejets gazeux) ;
- les individus adultes sont supposés rester 100% du temps à l'extérieur, dans la zone la plus impactée par les rejets gazeux, alors qu'il a été montré que les habitations limitaient l'impact des expositions externes aux radionucléides ;
- le coefficient de dilution choisi est calculé à partir de la valeur maximale sur un cycle de marée et n'est donc pas représentatif d'une moyenne annuelle ; de même la méthode retenue pour la détermination du CTA est la méthode la plus pénalisante ;
- pour les rejets liquides, on considère que l'activité déposée sur les fonds marins n'est pas soustraite de l'activité sous forme dissoute ce qui maximise l'activité dans l'eau de mer et donc dans les produits ingérés.

VII.2.1.2 Limites de l'étude d'impact

Les codes développés par EDF font l'objet d'un suivi et d'une veille scientifique et réglementaire. Ils sont donc mis à jour régulièrement pour intégrer les dernières avancées scientifiques.

Lorsque certaines voies de transfert ne sont pas encore bien connues, elles sont remplacées par d'autres voies de transfert plus pénalisantes. Par exemple, dans la présente étude, afin de modéliser la contamination du nourrisson, l'allaitement a été remplacé par le lait de vache ce qui est a priori plus pénalisant.

La liste des aliments retenus dans la ration alimentaire, bien que non exhaustive est néanmoins représentative de toutes les voies de transfert. Par ailleurs, le caractère local est pris en compte dans le calcul sur la catégorie socioprofessionnelle des pêcheurs, susceptibles de consommer plus de produits de la pêche.

Compte-tenu des importants conservatismes évoqués plus haut, l'évaluation effectuée malgré ces limites reste enveloppe de l'exposition réelle.

VII.3 EVALUATION DE L'IMPACT SANITAIRE DES REJETS DE SUBSTANCES CHIMIQUES

VII.3.1 Présentation de la méthodologie

Selon le principe de proportionnalité adoptable dans le champ de l'évaluation des risques sanitaires liés aux ICPE, l'étude d'impact sera plus ou moins approfondie selon l'importance des incidences prévisibles de la pollution.

Dans le cadre d'une étude approfondie (cas des émissions de poussières et des rejets liquides), la méthodologie retenue pour l'évaluation de l'impact sanitaire des rejets de substances chimiques du CNPE de Flamanville est celle de l'Évaluation Quantitative de Risque Sanitaire (EQRS) reprenant les recommandations de l'Institut de Veille Sanitaire et de l'INERIS. Elle comporte quatre étapes :

- l'identification des dangers qui consiste à recenser les substances rejetées et à décrire les effets indésirables que les substances sont intrinsèquement capables de provoquer sur la santé des populations ;
- la définition des relations dose-réponse qui s'établit à partir des données scientifiques actuellement disponibles sur les relations entre les niveaux d'exposition et la survenue des dangers ;
- l'évaluation de l'exposition des populations qui repose sur le calcul de la dose d'exposition établie selon les voies de transfert du polluant vers l'homme à partir des scénarios d'exposition et de la description de la population exposée ;
- la caractérisation des risques qui correspond à la synthèse des informations issues des étapes précédentes.

Conformément à la démarche d'étude d'impact, l'EQRS s'appuie sur le principe de proportionnalité qui veille à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude et l'importance de la pollution. Ainsi, les substances faisant l'objet d'une EQRS sont sélectionnées selon ce principe. Par ailleurs, suivant les recommandations du guide INERIS, l'évaluation effectuée en **Pièce E, chapitre IV.2** est une évaluation dite de premier niveau d'approche du risque sanitaire en adoptant une approche majorante pour évaluer l'exposition.

VII.3.2 Hypothèses de calcul, conservatismes et limites

Les données toxicologiques utilisées dans cette étude font l'objet d'une veille scientifique en collaboration avec le Service des Études Médicales d'EDF et Gaz de France. Elles sont issues de références diffusées par des instances nationales et internationales reconnues et reflètent l'état des connaissances à la date de réalisation de l'étude.

VII.3.2.1 Rejets chimiques liquides

Les conservatismes pris en compte dans l'étude de premier niveau sont les suivants :

- il a été considéré dans l'étude que l'intégralité de l'ammoniaque lié au conditionnement des circuits est oxydée en nitrates et que la morpholine est métabolisée à 12% en nitrosomorpholine ;
- l'approche retenue ne prend pas en compte les phénomènes chimiques ou physiques contribuant à diminuer les concentrations présentes dans la mer et donc à dégrader les substances avant leur ingestion ;

- l'hypothèse d'une dilution homogène en zone de pêche et zone de baignade conduit à maximiser l'évaluation de la concentration de la substance considérée dans le milieu et le calcul de dose journalière d'exposition ;
- on fait l'hypothèse d'une ingestion d'0,1 litre d'eau de mer par an et ceci durant une vie entière dans le cas d'une exposition chronique. Or, il existe évidemment une variabilité dans la population autour de ces valeurs. Le caractère conservatoire du calcul est assuré par l'hypothèse "vie entière" qui ne tient compte ni de la durée limitée du temps de fonctionnement de la centrale, ni de la mobilité des populations (baignade en dehors de la zone d'étude, vacanciers, déménagement...);
- les produits de la mer consommés sont supposés tous vivre dans la zone proche du rejet, ce qui est une hypothèse majorante. De plus, ils sont également consommés pendant une vie entière.

Les limites de l'étude d'impact sanitaire des rejets chimiques liquides sont les suivantes :

cette analyse n'aborde que deux voies d'exposition : l'ingestion d'eau de mer et de produits de la mer. Le risque associé du fait d'un contact cutané (baignade et plage) n'est pas étudié. Le contexte spécifique de l'étude (concentrations des substances très faibles dans l'eau de mer, bibliographie ne mettant pas en avant des propriétés irritantes des substances étudiées) conduit à considérer que les voies d'exposition par ingestion d'eau de mer et de produits de la mer sont largement prépondérantes.

Cependant, les règles d'itération de la démarche d'évaluation des risques sanitaires ne nous conduisent pas à affiner nos hypothèses afin de lever en partie les limites évoquées ci-dessus. En effet, les résultats obtenus à partir d'hypothèses raisonnablement majorantes dans ce premier niveau d'approche sont acceptables au regard des valeurs de référence utilisées dans un souci de protection de la santé publique.

VII.3.2.2 Rejets chimiques gazeux

En raison de l'impossibilité de réaliser une modélisation de la dispersion atmosphérique et des retombées au sol des rejets chimiques gazeux (les modélisations de la dispersion de sources diffuses sont encore du domaine de la recherche), l'évaluation des risques est menée à son terme de façon qualitative (inventaire des populations situées à proximité et des durées d'exposition prévisibles).

PIECE E

CHAPITRE VIII

CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT

SOMMAIRE Chapitre VIII

VIII	CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT	3
VIII.1	CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	3
VIII.1.1	Impact sur l'environnement marin	3
VIII.1.1.1	Impact du chantier	3
VIII.1.1.2	Impact de la centrale en fonctionnement	3
VIII.1.2	Impact sur l'environnement terrestre.....	4
VIII.1.2.1	Impact du chantier	4
VIII.1.2.2	Impact de la centrale en fonctionnement	4
VIII.1.3	Impact sur les zones naturelles.....	5
VIII.1.4	Impact sur le paysage et la socio-économie	5
VIII.1.5	Compatibilité avec le SDAGE	5
VIII.2	CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT SUR LA SANTE	7
VIII.2.1	Impact des effluents gazeux et liquides radioactifs.....	7
VIII.2.2	Impact des effluents gazeux et liquides non radioactifs.....	7

VIII CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT

VIII.1 CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

VIII.1.1 Impact sur l'environnement marin

VIII.1.1.1 Impact du chantier

La plate-forme et le canal d'amenée ayant été conçus à l'origine pour quatre tranches, les impacts des travaux sur l'hydrologie et la sédimentologie marines seront très limités. En mer, les travaux de creusement de la galerie de rejet se passeront sous-terre ce qui préservera le milieu récepteur. Seule la construction du puits de rejet en mer pourra perturber de façon très locale l'hydrologie, la sédimentologie marine et le domaine benthique. Par ailleurs, le clapage des matériaux issus du creusement du puits en mer sera susceptible d'impacter le domaine benthique. Cependant, en cas de fonçage du puits, la zone de clapage des graviers extraits correspond à la zone du puits en mer pour limiter l'étendue de l'impact sur les fonds marins. En cas de déroçtage, la zone proposée se situe plus au large. Elle crée une nouvelle zone d'impact sur les fonds marins mais permettrait de créer un récif propice au développement des crustacés.

Le chantier n'est pas à l'origine de rejets thermiques et radioactifs.

Concernant les rejets chimiques, quelle que soit la phase du chantier, ils sont sans impact sur l'écosystème marin, soit parce que les substances rejetées sont en très faible quantité par rapport aux quantités présentes dans l'eau de mer si bien que les espèces sont habituées à leur présence, soit parce que la comparaison de leurs concentrations en mer à des valeurs de référence (écotoxicologiques ou autres) conduit à une absence de risque dans le champ proche du rejet et donc a fortiori dans des zones plus éloignées.

VIII.1.1.2 Impact de la centrale en fonctionnement

Concernant l'impact des prélèvements d'eau de mer, le débit total prélevé par les tranches 1&2 et par la tranche EPR ne perturbera pas l'hydrologie marine et n'engendrera pas d'évolution bathymétrique dans la zone côtière du site de Flamanville.

Les rejets thermiques de la nouvelle tranche ne modifieront pas les échauffements résiduels en mer. Ceux-ci seront diminués de moitié à 50 m des rejets. La surface impactée par les échauffements sera un peu plus étendue mais aucun impact supplémentaire n'est attendu étant donné le retour d'expérience du fonctionnement de centrales à 4 tranches en bord de mer et le fait que les échauffements maximums sont localisés en surface ce qui limite l'impact sur la colonne d'eau.

Les effluents radioactifs liquides rejetés dans la Manche par la tranche EPR s'ajouteront à ceux produits par les tranches 1 et 2 de Flamanville ainsi que par l'usine de retraitement du combustible usé de La Hague. Comme constaté dans le passé, ces effluents radioactifs seront probablement détectés ponctuellement dans le milieu marin, sans que l'on puisse clairement identifier la part attribuable aux uns et aux autres. Quoi qu'il en soit, l'activité massique des radionucléides produits artificiellement par les installations nucléaires implantées sur la façade atlantique restera très faible au regard de la composante radioactive naturelle des échantillons environnementaux.

L'analyse des campagnes de suivi depuis la divergence du site montre que les rejets chimiques liquides effectués par le CNPE de Flamanville n'ont pas occasionné de perturbation observable de l'écosystème marin au droit du site. Quels que soient les produits rejetés par les installations, les concentrations maximales susceptibles d'être rejetées n'occasionneront pas d'impact notable sur l'écosystème marin, soit en raison du faible pourcentage que ces teneurs représentent au regard du bruit de fond naturel, soit parce que leurs comparaisons à des valeurs de référence (écotoxicologiques ou autres) amènent à une telle conclusion.

Quelle que soit la solution retenue pour le rejet des sédiments issus du dragage du canal d'amenée (galeries de rejet ou clapage en mer), aucun impact à moyen et long terme n'est attendu sur la nature des fonds, la qualité des eaux marines et la biologie marine. Un impact localisé sur les zones de dépôt des sédiments pourra être perçu mais il sera temporaire étant donnée la fréquence envisagée des dragages.

VIII.1.2 Impact sur l'environnement terrestre

VIII.1.2.1 Impact du chantier

Le site de Flamanville est déjà aménagé pour recevoir deux tranches supplémentaires de type N4 ; la construction d'un EPR n'occasionnera que de faibles modifications du bâti.

La situation géographique du chantier, en bord de mer et bas de falaise, permet de limiter son impact sur l'hydrogéologie locale ainsi que sur le paysage et l'environnement sonore des populations voisines.

Les besoins en eau, essentiellement pour la fabrication du béton et le lavage des agrégats, seront assurés par des prélèvements dans la Diélette, le Petit Douet ou le Grand Douet dans un premier temps, une usine de dessalement d'eau de mer étant mise en service dès 2008 pour minimiser ces prélèvements.

Les perturbations occasionnées (bruit, émission de poussières et de gaz d'échappement) seront susceptibles de repousser de façon ponctuelle mais réversible les animaux dont les habitats seraient très proches de la zone de chantier (digues principalement).

Les déchets de chantier seront soit, autant que faire se peut, réutilisés en remblai sur le site, soit évacués en filière agréée.

Le chantier n'est donc susceptible d'engendrer que des perturbations ponctuelles et sans effet sur le long terme pour l'écosystème terrestre.

VIII.1.2.2 Impact de la centrale en fonctionnement

La mise en service de la tranche EPR n'aura pas d'impact sur l'hydrogéologie, la plate-forme et le canal d'amenée ayant été conçus à l'origine pour quatre tranches.

Concernant les prélèvements d'eau douce, aucune modification de l'écoulement ni des habitats, et aucun impact sur les populations piscicoles ne sont à envisager. Par ailleurs, l'implantation d'une usine de dessalement d'eau de mer préalablement à la mise en service de la tranche EPR permettra de préserver la ressource en eau douce.

Les très faibles rejets gazeux non radioactifs ne viendront pas détériorer la qualité de l'air.

L'exploitation de la tranche EPR ne sera pas de nature à modifier de façon significative la situation acoustique du site.

Les études réalisées sur l'environnement ont montré que l'impact des rejets radioactifs du CNPE de Flamanville est faible et difficilement dissociable du bruit de fond ambiant. L'augmentation des rejets du fait de l'adjonction d'une tranche EPR, ne modifiera pas ce constat.

Les déchets radioactifs seront entreposés dans un bâtiment adossé au BAN ce qui évitera aux colis de sortir de la zone contrôlée. Les déchets conventionnels seront entreposés sur l'aire de transit du site de Flamanville qui est conçue de façon à limiter les pollutions du milieu récepteur.

VIII.1.3 Impact sur les zones naturelles

Au regard des analyses réalisées, les rejets liquides et gazeux, radioactifs et non radioactifs, issus du chantier de construction ou du fonctionnement de la nouvelle installation n'affectent pas de façon notable les sites susceptibles d'être classés Natura 2000 : FR 2500082, FR 2512002 et FR 2500083.

VIII.1.4 Impact sur le paysage et la socio-économie

L'insertion de la nouvelle tranche sur le site de Flamanville a fait l'objet d'études architecturale et paysagère permettant de définir une image contemporaine à l'ensemble des nouveaux espaces bâtis tout en respectant le plan masse d'origine, les bâtiments existants et surtout l'ensemble du site naturel. Les bâtiments étant construits en pieds de falaise ne perturbent aucune surface supplémentaire de plage ou de rivage par rapport aux tranches existantes et ne seront essentiellement visibles que depuis la mer.

Le chantier puis la centrale en exploitation constituent une opportunité sur le plan socio-économique pour la région avec la présence de main d'œuvre diversifiée, l'apport démographique induit, l'accroissement de l'activité des entreprises locales et de nouvelles ressources fiscales. Les infrastructures existantes sont suffisantes pour faire face à la construction et à l'exploitation de la nouvelle unité, notamment les voies de communication qui ont servi pour la réalisation des deux tranches nucléaires existantes sur le site.

VIII.1.5 Compatibilité avec le SDAGE

Le SDAGE Seine-Normandie, approuvé le 20 septembre 1996 par le préfet de la région d'Île-de-France et le préfet coordonnateur du bassin, propose, afin d'obtenir une qualité des milieux aquatiques nécessaire à la satisfaction durable des usages, des actions portant dans les trois directions suivantes :

- A - progresser vers une gestion globale des vallées assurant la cohérence des aménagements qui ont des incidences sur l'eau,
- B - gérer, restaurer et valoriser les milieux aquatiques et protéger les plus sensibles,
- C - mieux connaître, former et informer.

La gestion, la restauration et la valorisation des milieux aquatiques se décline en plusieurs orientations, parmi lesquelles deux sont concernées par le présent dossier :

- orientation n°B-4 : restaurer le patrimoine biologique. Parmi les objectifs de cette orientation, l'objectif de maintien des débits nécessaires à la satisfaction des besoins biologiques intéresse particulièrement le projet ;
- orientation n°B-6 : assurer la protection biologique et physique du milieu littoral. Les objectifs liés à cette orientation sont les suivants :
 - assurer la préservation des écosystèmes littoraux,
 - organiser la défense contre la mer (submersion, érosion, transport et sédimentation),
 - améliorer la qualité microbiologique des eaux littorales.

La construction et l'exploitation de la future tranche EPR respectent les préconisations du SDAGE au travers des mesures suivantes.

Sur les rivières

Les ouvrages de prise d'eau en rivières ne constituent pas des obstacles à l'écoulement, et donc ne gênent pas la migration des poissons. De plus, les prélèvements sont effectués près des embouchures des rivières.

Le respect du débit réservé à l'aval des prises d'eau sur le Petit Douet et la Diélette permet de maintenir un débit minimum dans la rivière, et donc de ne pas nuire à la vie biologique. De plus, avec la mise en place de la nouvelle tranche EPR, une usine de dessalement permettra de limiter encore les prélèvements en rivière du site.

Sur le littoral

Pour suivre l'impact global de la centrale sur le milieu marin, des études hydroécologiques et radioécologiques ont été menées avant la mise en service de la centrale et se poursuivent depuis. Jusqu'alors, elles ne mettent pas en évidence d'impact sur l'environnement marin lié aux prélèvements et aux rejets en mer du CNPE.

Le **chapitre III.1** de la **pièce E** précise en quoi les rejets en mer des eaux de chantier et des eaux issues du fonctionnement de la centrale n'auront pas d'incidence sur la qualité des eaux marines, ni sur la faune et la flore présentes aux abords des points de rejets en mer.

Par conséquent, le projet peut être considéré comme compatible avec les orientations du SDAGE Seine-Normandie.

VIII.2 CONCLUSION DE L'ETUDE D'IMPACT SUR LA SANTE

VIII.2.1 Impact des effluents gazeux et liquides radioactifs

L'impact sanitaire des rejets des effluents liquides et gazeux radioactifs n'est pas directement mesurable. On évalue cet impact indirectement par l'estimation de la dose efficace reçue par un groupe de référence correspondant aux populations les plus exposées, représentées ici par les habitants du hameau « Les Hougues ». Dans ces conditions et en supposant les rejets maximaux de la tranche EPR seule, la dose efficace annuelle totale est estimée à environ 4 μSv pour l'adulte et à moins de 6 μSv pour le nourrisson. En pratique, en prenant comme référence les performances attendues de la tranche EPR, cette dose est estimée à moins de 1 μSv pour l'adulte (2 μSv pour le nourrisson). Ces valeurs sont très inférieures à la limite de dose ajoutée résultant des activités humaines fixée à 1000 μSv par an par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique. En cumulant les rejets de la tranche EPR à ceux des tranches 1-2, la dose adulte passe d'environ 4 μSv à environ 11 μSv pour les rejets maximaux et de moins de 1 μSv à moins de 2 μSv pour les rejets réalistes.

VIII.2.2 Impact des effluents gazeux et liquides non radioactifs

L'étude d'impact sanitaire des rejets de chantier conclut à une absence de risques liés aux substances rejetées pendant la phase essais et aux émissions de poussière.

L'impact sanitaire des rejets en fonctionnement normal des effluents gazeux non radioactifs est négligeable du fait d'une durée de fonctionnement réduite et des faibles quantités rejetées dans l'atmosphère.

Enfin, l'évaluation quantitative des risques sanitaires des rejets d'effluents liquides non radioactifs liés au fonctionnement de la tranche EPR conclut à des expositions faibles tant pour les expositions chroniques qu'aiguës. En effet, pour les effets à seuil des substances étudiées, l'ensemble des quotients de danger étant inférieur à 1, nous pouvons conclure à une absence de risque d'apparition d'un effet toxique dû à une de ces substances par ingestion d'eau de mer et de produits de la mer pêchés près des rejets en exposition chronique et aiguë. Par ailleurs, l'évaluation quantitative du risque sanitaire lié aux toxiques cancérigènes étudiés n'a mis en évidence aucun excès de risque supérieur au critère sanitaire de l'OMS (10^{-5}). L'excès de risque individuel total obtenu par la somme des excès de risque individuels liés à chaque substance étudiée est également inférieur au critère sanitaire de l'OMS (10^{-5}). En cumulant les rejets de la tranche EPR avec ceux des tranches 1-2, ces conclusions sont inchangées.

ANNEXES A LA PIECE E

- ANNEXE E-1 :** **Impact sanitaire des rejets radioactifs liquides du site de Flamanville en fonctionnement normal – Tranches 1-2 et tranche EPR**
- ANNEXE E-2 :** **Impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux de la tranche EPR en fonctionnement normal implantée sur le site de Flamanville**
- ANNEXE E-3 :** **Impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux des tranches 1-2 du CNPE de Flamanville en fonctionnement normal**

ANNEXE E1

Impact sanitaire des rejets radioactifs liquides
du site de Flamanville en fonctionnement normal
Tranches 1-2 et tranche EPR



Nbre de pages : 38

Nbre d'annexes : 5

Rédacteur(s) : Clotilde RISSOAN;Estelle SEILHEAN

Domaine d'application : Flamanville EPR

Thème : Environnement

**Titre : Impact sanitaire des rejets radioactifs liquides
du site de Flamanville en fonctionnement normal
Tranches 1-2 et Tranche EPR - Dossier de DAC**

E	L	I	ER	/	06	00288	A	BPE
---	---	---	----	---	----	-------	---	-----

Imputation :

Affaire Technique : DAC EPR

Type de document : NOTE D'ETUDE

Mots-clés :

Résumé : Cette note présente l'évaluation des conséquences radiologiques dues aux rejets radioactifs liquides des tranches 1-2 et de la tranche EPR du site de Flamanville en fonctionnement normal dans le cadre de la rédaction du dossier de DAC d'une troisième tranche nucléaire sur le site de FLAMANVILLE.

Documents associés :

Confidentiel	<input type="checkbox"/>	L'initiateur établit une liste nominative des destinataires. Chacun d'eux reçoit un exemplaire numéroté et ne peut étendre la diffusion sans l'accord de l'initiateur.
Diffusion Restreinte	<input type="checkbox"/>	L'initiateur établit une liste explicite des destinataires. Chacun d'eux peut étendre la diffusion sous sa responsabilité et dans sa Division (sur la base d'une liste explicite).
Accès EDF	<input checked="" type="checkbox"/>	Ne peut être transmis à l'extérieur d'EDF que par un Chef de Département.
Accès Libre	<input type="checkbox"/>	Document public
		© EDF 2006

CIDEN

CENTRE D'INGÉNIERIE DÉCONSTRUCTION ET ENVIRONNEMENT

FICHE DE CONTRÔLE

Document important pour la sûreté (IPS) : OUI NON

Document important pour la gestion des déchets : OUI NON

Document important pour l'environnement : OUI NON

Document important pour la radioprotection : OUI NON

Document important pour la sécurité du personnel : OUI NON

Qualité Surveillée OUI NON

Prédiffusion formalisée (indice en cours): OUI NON

Auprès de :

Vérification Indépendante: OUI NON

Si vérification indépendante demandée, document envoyé à :
(Nom / Société) :

Indice de la note	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
	Nom – Visa - Date	Nom – Visa - Date	Nom – Visa - Date
A Prédiffusée <input type="checkbox"/>	C. RISSOAN Visé le 27/03/2006	F. BELNET Visé le 28/03/2006	C. BOURBONNAIS Visé le 28/03/2006
B Prédiffusée <input type="checkbox"/>			
C Prédiffusée <input type="checkbox"/>			
D Prédiffusée <input type="checkbox"/>			
E Prédiffusée <input type="checkbox"/>			

SOMMAIRE

1.	OBJET DE LA NOTE	4
2.	REFERENCES.....	4
3.	METHODOLOGIE ET HYPOTHESES RETENUES	4
3.1.	VOIES D'EXPOSITION.....	5
3.2.	RATION ALIMENTAIRE.....	6
3.3.	EVALUATION DES TRANSFERTS PAR LES DIFFERENTS VECTEURS	6
3.3.1.	Activité volumique ajoutée à l'eau de mer	6
3.3.2.	Exposition interne par ingestion de produits de la pêche	7
3.3.3.	Exposition interne par ingestion d'eau de mer et de sable par inadvertance	7
3.3.4.	Exposition externe due aux séjours sur la plage	7
3.3.5.	Exposition externe due à la baignade en mer.....	8
3.3.6.	Cas particulier du tritium	8
3.3.7.	Cas particulier du carbone 14	8
3.4.	EVALUATION DE LA DOSE EFFICACE ANNUELLE.....	9
4.	RESULTATS.....	9
4.1.	CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES DES REJETS LIQUIDES « MAXIMUMS »	10
4.1.1.	Tranche EPR.....	10
4.1.2.	Tranches 1-2	10
4.1.3.	Site de Flamanville.....	11
4.2.	CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES DES REJETS LIQUIDES « REALISTES »	11
4.2.1.	Tranche EPR.....	11
4.2.2.	Tranches 1-2	11
4.2.3.	Site de Flamanville.....	12
	ANNEXE 1 - PARAMETRES UTILISES DANS L'ETUDE	13
	ANNEXE 2 - RÉSULTATS DE L'ETUDE – REJETS « MAXIMUMS »	19
	ANNEXE 3 - RESULTATS DE L'ETUDE - REJETS « REALISTES »	21
	ANNEXE 4 - FICHIERS RESULTATS BLIQID - REJETS « MAXIMUMS »	23
	ANNEXE 5 - FICHIERS RESULTATS BLIQID - REJETS « REALISTES »	31

1. OBJET DE LA NOTE

Cette note présente l'évaluation des conséquences radiologiques dues aux rejets radioactifs liquides de la tranche EPR et de l'ensemble du site de Flamanville, incluant les tranches 1-2 et la tranche EPR, en fonctionnement normal, dans le cadre de la rédaction du dossier de Demande d'Autorisation de Création d'une troisième tranche nucléaire sur le site de Flamanville.

Elle regroupe toutes les hypothèses de calcul et données utilisées, ainsi que les résultats obtenus. Cette note constitue une annexe de la pièce E du dossier cité ci-dessus.

2. REFERENCES

- [1] Note EDF/SEPTEN E.N.T.TR/01.00226.A – 10/07/2002 – « Note de principe du code de calcul BLIQID V4 ».
- [2] Note EDF/SEPTEN E.N.T.TR/01.00367.A – 10/07/2002 – « Code de calcul BLIQID : paramètres d'entrée, valeurs par défaut ».
- [3] Dossier de demande d'autorisation de création d'une troisième tranche nucléaire sur le site de Flamanville.
- [4] Note EDF/CIDEN E.L.I.ER/05.00822A – 21/09/05 – « Définition des spectres types des rejets radioactifs liquides et gazeux des tranches REP en exploitation utilisés pour les calculs d'impact dosimétrique ».

3. METHODOLOGIE ET HYPOTHESES RETENUES

L'évaluation des conséquences sanitaires des rejets radioactifs liquides est faite au moyen du code de calcul BLIQID¹ qui détermine, à partir des activités rejetées annuellement, le niveau d'exposition reçu par les personnes du public vivant au voisinage de la centrale.

Cette modélisation s'appuie sur un ensemble d'hypothèses simplificatrices et conservatives, qui donne un ordre de grandeur de l'exposition maximale des personnes du public.

L'évaluation est faite à travers deux calculs :

¹ BLIQID (Évaluation de l'impact des rejets radioactifs liquides en fonctionnement normal) - Code de calcul développé par EDF/SEPTEN (Version V4 réf [1]).

- un calcul dit « aux rejets maximums » effectué à partir des rejets maximums définis pour les trois tranches (réf. [3], Pièce B),
- un calcul dit « aux rejets réalistes » effectué à partir des rejets réels des tranches 1 et 2 de Flamanville moyennés sur la période 2002-2004, ainsi que la performance attendue hors aléas de la tranche EPR (réf. [3], Pièce B).

La production de tritium est fonction, notamment, du mode de gestion du combustible. Actuellement, les tranches 1-2 du CNPE de Flamanville sont en mode GEMMES (enrichissement UO_2 à 4 %). Il est envisagé de passer à un mode de gestion du combustible à HTC (Haut Taux de Combustion : 4,5% puis 4,95%). Dans la présente note, les valeurs présentées correspondent au mode HTC dans la mesure où, lorsque la tranche EPR sera mise en service, les tranches 1-2 seront passées en mode HTC. Pour la tranche EPR, il n'est pas fait de distinction entre les différents modes de gestion du combustible, les valeurs prises en compte étant enveloppes du mode de gestion qui sera mis en place au démarrage.

L'ensemble des radionucléides et des activités rejetées associées pris en compte dans les calculs est donné dans les tableaux 1a et 1b en annexe 1.

Les valeurs des principaux paramètres utilisés dans les calculs sont rappelées dans les différents tableaux de l'annexe 1.

Les valeurs par défaut du code, non mentionnées dans cette note, sont regroupées en référence [2].

3.1. VOIES D'EXPOSITION

Le site de Flamanville est situé en bord de mer. Les principales voies d'exposition prises en compte dans les calculs sont les suivantes :

- Exposition externe due à des séjours sur les plages.
- Exposition externe due à la baignade en mer.

Pour le calcul de l'exposition externe, on retiendra, comme groupe de référence, les personnes séjournant sur les plages des anses de Vauville et Sciottot situées à moins de 10 km de la centrale, respectivement au nord et au sud.

- Exposition interne par ingestion de produits de la mer tels que les poissons, les mollusques et les crustacés.
- Exposition interne liée à l'ingestion d'eau de mer par inadvertance lors d'une baignade et de sable lors d'un séjour sur la plage.

Pour le calcul de l'exposition interne, on retiendra comme groupe de référence, les habitants des villages au voisinage du site de Flamanville, qui sont susceptibles de pratiquer la pêche à pied ou sur de petites embarcations.

A partir des habitudes alimentaires, on détermine les activités ingérées par le groupe de référence qui est supposé consommer exclusivement des produits de la pêche locale, pêchés à proximité des ouvrages de rejets.

Compte tenu des voies d'exposition, le nourrisson n'est pas pris en compte dans les calculs.

3.2. RATION ALIMENTAIRE

En ce qui concerne la ration alimentaire, on retiendra, comme référence, la ration donnée dans le tableau 2 en annexe 1, établie à partir de l'enquête locale réalisée en 1998 par le CREDOC pour le compte de la COGEMA. Une étude de sensibilité est réalisée sur la base d'une consommation plus importante en produits de la mer. En effet, il a été montré que les valeurs pouvaient être plus élevées pour certains groupes socio-professionnels comme les pêcheurs. Les calculs sont donc également effectués pour ce groupe nommé « groupe pêcheur ». Les résultats sont donnés à titre indicatif.

3.3. EVALUATION DES TRANSFERTS PAR LES DIFFERENTS VECTEURS

Le rejet des effluents radioactifs liquides des tranches 1-2 se fait par l'intermédiaire du bassin de rejet de la tranche 1 préférentiellement (ou de la tranche 2 si la tranche 1 est à l'arrêt). Dans le bassin de rejet, les effluents se mélangent aux eaux de refroidissement de la tranche (circuits CRF, SEC, débit nominal de 45 m³/s). Les eaux du bassin de rejet se rejettent ensuite en mer via une galerie sous-marine de 500 à 600 m se terminant par un diffuseur. Les eaux de refroidissement de la tranche assurent donc une prédilution des rejets liquides avant rejet en mer.

Le rejet des effluents radioactifs liquides de la tranche EPR se fait par la même galerie de rejet que pour celle rejetant les effluents des tranches 1-2, i.e avec un débit de 45 m³/s.

3.3.1. Activité volumique ajoutée à l'eau de mer

La concentration volumique moyenne de l'eau de mer en un point est fonction de l'activité rejetée pour chaque radionucléide et des conditions de dilution propres au site.

Les effluents radioactifs liquides rejetés en mer subissent une première dilution dans les eaux de refroidissement d'une tranche et se diluent ensuite dans la mer en formant un panache au sein duquel la concentration en radionucléides décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point de rejet.

En ce qui concerne la première dilution dans les eaux de refroidissement, on considère un débit de rejet de 45 m³/s qui correspond au débit nominal de rejet d'une tranche 1-2 en fonctionnement normal sur deux pompes. Il s'agit en effet d'évaluer une exposition chronique, les calculs sont donc réalisés à partir des quantités annuelles rejetées pendant le fonctionnement normal de l'installation.

En ce qui concerne la deuxième dilution en mer, le facteur de dilution des rejets dans l'eau de mer est déterminé de la façon suivante (réf. [3]) et ce quelle que soit la tranche :

- Pour l'activité transférée à l'homme par ingestion de produits de la mer, on retient un facteur de dilution de 0,2 correspondant à une zone située dans le champ proche des rejets.
- Pour l'exposition externe due aux séjours sur la plage et à la baignade, ainsi que pour l'exposition interne par ingestion d'eau de mer lors d'une baignade, la concentration de l'eau de mer au niveau de la plage considérée est calculée avec un facteur de dilution de 0,07.

3.3.2. Exposition interne par ingestion de produits de la pêche

Les poissons, les crustacés et les mollusques sont supposés vivre en permanence dans la zone située dans le champ proche des rejets.

Les radionucléides rejetés par la centrale dans la mer se concentrent plus ou moins dans les organismes marins. Ce phénomène de concentration est évalué à l'aide d'un facteur de concentration qui exprime, pour un radionucléide donné, hors tritium et hors carbone 14, le rapport entre l'activité massique des produits de la pêche et l'activité volumique de l'eau de mer.

Les facteurs de concentration sont récapitulés dans le tableau 3 en annexe 1 (réf. [2]).

3.3.3. Exposition interne par ingestion d'eau de mer et de sable par inadvertance

Au cours de la baignade, un individu peut avaler de l'eau de mer par inadvertance. On considère qu'une personne ingère 0,1 litre d'eau de mer au cours d'une année. Cette valeur est utilisée par le Groupe Radioécologie Nord Cotentin (GRNC).

Par ailleurs, l'individu peut avaler du sable par inadvertance. On considère une quantité de sable ingérée de 0,5 g/an conformément aux hypothèses du GRNC pour les adultes.

3.3.4. Exposition externe due aux séjours sur la plage

L'individu présent sur les plages contaminées (pour les activités de pêche à pied, de promenade ...), subit une irradiation externe due au sable. La modélisation de l'exposition tient compte de l'activité massique du sable, de sa densité apparente, du temps de présence sur la plage considérée et des facteurs de doses efficaces dues à une exposition externe à un milieu d'épaisseur infinie.

L'activité du sable se déduit de l'activité de l'eau de mer par l'intermédiaire du coefficient de partage eau/sable. Ce facteur traduit l'état d'équilibre entre l'adsorption et la désorption des radionucléides sur le sable. Les coefficients de partage pour les différents radionucléides sont regroupés au tableau 4 en annexe 1 (réf. [2]).

Le temps de présence annuel sur les plages est pris égal à 100 h/an. Cette valeur est utilisée par le Groupe Radioécologie Nord Cotentin (GRNC) pour les jeunes et les enfants et inclut le temps passé à la pêche à pied.

3.3.5. Exposition externe due à la baignade en mer

Au cours de la baignade, l'individu immergé dans l'eau de mer contaminée subit une irradiation externe qui tient compte de la concentration dans l'eau de mer, du temps de baignade et des facteurs de doses dues à une exposition externe par immersion.

Le temps annuel de baignade est pris égal à 20 h/an. Cette valeur est utilisée par le Groupe Radioécologie Nord Cotentin (GRNC) pour toutes les classes d'âge et représente un temps de baignade de 20 min/jour pendant 2 mois.

3.3.6. Cas particulier du tritium

Le comportement du tritium est particulier car c'est un isotope de l'hydrogène. Par suite, il ne s'accumule pas comme les autres radionucléides mais se met en équilibre entre les différents compartiments contenant de l'eau ou de la vapeur.

Pour le tritium, l'activité massique des produits de la pêche tient compte de l'activité volumique de l'eau en tritium, de la teneur en eau des organismes marins et du coefficient de fixation du tritium sur la matière organique de l'aliment. Dans les calculs, on dissocie la partie « eau tritiée » et la partie « tritium organique » car les facteurs de dose due à l'ingestion sont différents. L'activité massique du tritium correspond alors à la somme des deux contributions.

La teneur en eau des organismes marins et les coefficients de fixation du tritium sur la matière organique sont récapitulés au tableau 5 en annexe 1 (réf. [2]).

3.3.7. Cas particulier du carbone 14

Le carbone 14 est supposé se comporter comme le carbone stable quelle que soit sa forme physico-chimique. Le rapport isotopique entre l'isotope 12 et l'isotope 14 reste constant lors des transferts entre les différents constituants de l'écosystème.

Le carbone 14 est incorporé à la matière organique du phytoplancton au cours de la photosynthèse. A l'équilibre, l'activité spécifique du carbone végétal est égale à l'activité spécifique du carbone dans l'eau. Les maillons supérieurs de la chaîne trophique absorbent le carbone 14 essentiellement à partir de la nourriture : l'activité spécifique d'un organisme est égale, à l'équilibre, à celle de sa source de nourriture.

L'activité massique des produits de la pêche tient compte de l'activité volumique de l'eau de mer en carbone 14, de la teneur en carbone dans le produit, de la proportion de carbone 14 rejetée sous forme d'hydrocarbure naturel, et des concentrations en carbone stable sous forme organique dissous ou sous forme minérale dissoute.

On considère que la proportion de carbone 14 rejeté sous forme d'hydrocarbure naturel est nulle. En effet, les rejets liquides sont stockés en milieu aéré et on peut alors penser que toutes les formes organiques sont éliminées après brassage. Le carbone 14 rejeté dans les effluents liquides est donc supposé être à 100% sous forme minérale. La concentration en carbone stable sous forme dissoute est prise égale à 25,2 g/m³².

Les teneurs en carbone stable dans les produits de la pêche sont données dans le tableau 6 en annexe 1 (réf. [2]).

3.4. EVALUATION DE LA DOSE EFFICACE ANNUELLE

Les facteurs de dose efficace pour la voie d'exposition par ingestion sont donnés dans le tableau 7 en annexe 1. Ils sont extraits de l'arrêté du 1^{er} septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.

Les facteurs de dose due à l'exposition externe à un milieu d'épaisseur infinie sont donnés dans le tableau 8 en annexe 1. Ils sont extraits du Federal Guidance n°12.

Les facteurs de dose due à une exposition externe par immersion sont récapitulés dans le tableau 9 en annexe 1. Ils sont extraits du Federal Guidance n°12.

Les valeurs des facteurs de dose utilisées tiennent compte des produits de filiation des radionucléides étudiés.

L'article R1333-8 du code de la santé publique fixe la limite de dose efficace annuelle totale, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, à 1 mSv pour les personnes du public. L'impact des rejets est donc évalué vis-à-vis de cette limite. Il est à noter cependant que cette valeur doit tenir compte également de la dose due aux autres industries nucléaires de la région (ex l'usine de La Hague). La comparaison directe de la dose due au site de Flamanville à la limite de 1 mSv n'est donc pas strictement possible mais elle permet d'apprécier l'importance de l'impact.

4. RESULTATS

La dose efficace totale et la dose efficace par voie d'exposition et par radionucléide sont présentées en annexe 2 (calcul dit « aux rejets maximums ») et 3 (calcul dit « aux rejets réalistes »).

Les résultats intermédiaires : activités volumiques de l'eau, activités massiques des aliments, activités du sable, activités ingérées par l'individu, sont présentés dans les fichiers résultats en annexes 4 et 5.

² Valeur issue de l'ouvrage "Marine Ecology" [KINNE - 1970]

CIDEN	Impact sanitaire des rejets radioactifs liquides	Page : 10 / 38
	du site de Flamenville en fonctionnement normal	Réf. : EL I ER / 06 00288
	Tranches 1-2 et Tranche EPR - Dossier de DAC	Indice : A

4.1. CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES DES REJETS LIQUIDES « MAXIMUMS »

4.1.1. Tranche EPR

Pour le groupe de référence, la dose efficace totale annuelle, pour la voie d'exposition interne (ingestion) et pour la voie d'exposition externe (baignade et séjours sur la plage), tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à environ 1.10^{-6} Sv/an, soit environ **1 μ Sv/an³**, ce qui représente environ 1/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333-8 du code de la santé publique.

Pour le groupe « pêcheur », cette même dose est estimée pour l'adulte à moins de 3.10^{-6} Sv/an, soit moins de **3 μ Sv/an⁴**, ce qui représente 3/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333-8 du code de la santé publique.

4.1.2. Tranches 1-2

Pour le groupe de référence, la dose efficace totale annuelle, pour la voie d'exposition interne (ingestion) et pour la voie d'exposition externe (baignade et séjours sur la plage), tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à environ 2.10^{-6} Sv/an, soit **2 μ Sv/an⁵**, ce qui représente 2/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333-8 du code de la santé publique.

Pour le groupe « pêcheur », cette même dose est estimée pour l'adulte à environ 5.10^{-6} Sv/an, soit **5 μ Sv/an⁶**, ce qui représente 5/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333-8 du code de la santé publique.

³ Pour la catégorie « autres radionucléides » (cf tableau 1a en annexe 1), on suppose que le Cr 51 (radionucléide étant détecté le plus souvent dans le spectre du palier 1300 Mwe réf. [4]) représente l'ensemble de ces « autres radionucléides ». Pour une activité rejetée en Cr 51 de 0,06 GBq, la dose correspondante pour le groupe de référence est de l'ordre de $3,9.10^{-12}$ Sv/an, soit $3,9.10^{-6}$ μ Sv/an.

⁴ Pour une activité rejetée en Cr 51 de 0,06 GBq/an, la dose correspondante pour le groupe « pêcheur » est de l'ordre de 1.10^{-11} Sv/an, soit 1.10^{-5} μ Sv/an.

⁵ Pour la catégorie « autres radionucléides » (cf tableau 1a en annexe 1), on suppose que le Cr 51 (radionucléide étant détecté le plus souvent dans le spectre du palier 1300 Mwe réf. [4]) représente l'ensemble de ces « autres radionucléides ». Pour une activité rejetée en Cr 51 de 0,15 GBq, la dose correspondante pour le groupe de référence est de l'ordre de $9,9.10^{-12}$ Sv/an, soit $9,9.10^{-6}$ μ Sv/an.

⁶ Pour une activité rejetée en Cr 51 de 0,15 GBq/an, la dose correspondante pour le groupe « pêcheur » est de l'ordre de $2,5.10^{-11}$ Sv/an, soit $2,5.10^{-5}$ μ Sv/an.

4.1.3. Site de Flamanville

Afin de connaître l'impact radiologique dû aux rejets radioactifs liquides du site de Flamanville dans son ensemble lors du fonctionnement concomitant des 3 tranches, il suffit d'ajouter la dose due aux rejets des tranches 1-2 à celle due aux rejets de la tranche EPR, les populations pouvant être soumises en même temps aux rejets des trois installations.

Ainsi, pour le groupe de référence, la dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs liquides « aux limites demandées », toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à environ **3 $\mu\text{Sv}/\text{an}$** , ce qui représente environ 3/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique. Cette dose provient pour 70% des rejets de Flamanville 1-2 et pour 30% des rejets de la tranche EPR.

NOTA : à titre indicatif, pour le groupe « pêcheur » susceptible de consommer plus de produits de la mer que le groupe de référence, la dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs liquides « aux limites demandées », toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à moins de **8 $\mu\text{Sv}/\text{an}$** , ce qui représente moins de 8/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

4.2. CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES DES REJETS LIQUIDES « REALISTES »

4.2.1. Tranche EPR

Pour le groupe de référence, la dose efficace totale annuelle, pour la voie d'exposition interne (ingestion) et par la voie d'exposition externe (baignade et séjours sur la plage), tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à moins de $2 \cdot 10^{-7}$ Sv/an, soit moins de **0,2 $\mu\text{Sv}/\text{an}$** , ce qui représente moins de 2/10 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333-8 du code de la santé publique.

Pour le groupe « pêcheur », cette même dose est estimée pour l'adulte à environ $5 \cdot 10^{-7}$ Sv/an, soit **0,5 $\mu\text{Sv}/\text{an}$** , ce qui représente 5/10 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333-8 du code de la santé publique.

4.2.2. Tranches 1-2

Pour le groupe de référence, la dose efficace totale annuelle, pour la voie d'exposition interne (ingestion) et par la voie d'exposition externe (baignade et séjours sur la plage), tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à moins de $3 \cdot 10^{-7}$ Sv/an, soit moins de **0,3 $\mu\text{Sv}/\text{an}$** , ce qui représente moins de 3/10 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333-8 du code de la santé publique.

Pour le groupe « pêcheur », cette même dose est estimée pour l'adulte à moins de $8 \cdot 10^{-7}$ Sv/an, soit moins de **0,8 $\mu\text{Sv}/\text{an}$** , ce qui représente moins de 8/10 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333-8 du code de la santé publique.

4.2.3. Site de Flamanville

Afin de connaître l'impact radiologique dû aux rejets radioactifs liquides du site de Flamanville dans son ensemble lors du fonctionnement concomitant des 3 tranches, il suffit d'ajouter la dose due aux rejets des tranches 1-2 à celle due aux rejets de la tranche EPR, les populations pouvant être soumises en même temps aux rejets des trois installations.

Pour le groupe de référence, la dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs liquides « réels », toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à moins de **0,5 µSv/an**, ce qui représente moins de 0,5/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique. Cette dose provient pour 60% des rejets de Flamanville 1-2 et pour 40% des rejets de la tranche EPR.

NOTA : à titre indicatif, pour le groupe « pêcheur », la dose efficace totale annuelle due aux rejets radioactifs liquides « réels », toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée pour l'adulte à moins de **1,5 µSv/an**, ce qui représente moins de 1,5/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

ANNEXE 1 - PARAMETRES UTILISES DANS L'ETUDE

Tableau 1a – Radionucléides et activités rejetées pris en compte dans les calculs aux rejets maximums

radionucléides	Activités rejetées par le site de Flamanville : tranches 1-2 + tranche EPR (spectre ⁷)	Part attribuable à la tranche EPR	Part attribuable aux tranches 1-2
Ag 110m	1,995 GBq (5,7%)	0,57 GBq	1,425 GBq
Co 58	7,245 GBq (20,7%)	2,07 GBq	5,175 GBq
Co 60	10,5 GBq (30%)	3 GBq	7,5 GBq
Cs 134	1,96 GBq (5,6%)	0,56 GBq	1,4 GBq
Cs 137	3,3075 GBq (9,45%)	0,945 GBq	2,3625 GBq
Mn 54	0,945 GBq (2,7%)	0,27 GBq	0,675 GBq
Sb 124	1,715 GBq (4,9%)	0,49 GBq	1,225 GBq
Sb 125	2,8525 GBq (8,15%)	0,815 GBq	2,0375 GBq
Ni 63	3,36 GBq (9,6%)	0,96 GBq	2,4 GBq
Te 123m	0,91 GBq (2,6%)	0,26 GBq	0,65 GBq
Autres ⁸	0,21 GBq (0,6%)	0,06 GBq	0,15 GBq
<i>Total</i>	<i>35 GBq</i>	<i>10 GBq</i>	<i>25 GBq</i>
I 131	150 MBq (100%)	50 MBq	100 MBq
H3 ⁹	185 TBq (100%)	75 TBq	110 TBq (HTC)
C14	285 GBq (100%)	95 GBq	190 GBq

⁷ Le spectre retenu est établi à partir de la moyenne des rejets de toutes les tranches 1300 MWe calculée sur la période 2002-2004 sur la base des registres effluents des CNPE réf. [4]. Il est supposé identique pour les tranches 1-2 et la tranche EPR, aucun retour d'expérience n'étant disponible pour la tranche EPR.

⁸ Ensemble de différents radionucléides pouvant être détectés de façon épisodique. Sur le palier 1300 MWe, la catégorie « autres » est représentée par le Cr51 réf. [4].

⁹ La production de tritium est fonction, notamment, du mode de gestion du combustible. Actuellement, les tranches 1-2 de Flamanville sont en mode GEMMES (enrichissement UO2 à 4%). Il est envisagé de passer à un mode de gestion du combustible à HTC (Haut Taux de Combustion : 4,5% puis 4,95%). Dans la présente note, les valeurs présentées correspondent au mode HTC dans la mesure où, lorsque la tranche EPR sera mise en service, les tranches 1-2 seront passées au mode HTC. Pour la tranche EPR, il n'est pas fait de distinction entre les différents modes de gestion du combustible, les valeurs prises en compte étant enveloppes du mode de gestion qui sera mis en place au démarrage.

**Tableau 1b – Radionucléides et activités rejetées pris en compte dans les calculs
aux rejets réalistes**

radionucléides	Rejets « réels » pour le site de Flamanville : tranches 1-2 + tranche EPR	performance attendue tranche EPR¹⁰	Rejets réels 2002-2004 tranches 1-2
Ag 110m	0,1202 GBq	0,0342 GBq	0,086 GBq
Co 58	0,3782 GBq	0,1242 GBq	0,254 GBq
Co 60	0,861 GBq	0,18 GBq	0,681 GBq
Cs 134	0,0536 GBq	0,0336 GBq	0,020 GBq
Cs 137	0,1317 GBq	0,0567 GBq	0,075 GBq
Mn 54	0,0472 GBq	0,0162 GBq	0,031 GBq
Sb 124	0,0794 GBq	0,0294 GBq	0,050 GBq
Te123m	0,0256 GBq	0,0156 GBq	0,010 GBq
Ni 63	0,8016 GBq	0,0576 GBq	0,744 GBq
Sb 125	0,1809 GBq	0,0489 GBq	0,132 GBq
Cr 51	0,0036 GBq	0,0036 GBq	0 GBq
Total	2,683 GBq	0,6 GBq	2,083 GBq
I 131	23,3 MBq	7 MBq	16,3 MBq
H3	111 TBq	52 TBq	59 TBq
C14	54 GBq	23 GBq	31 GBq ¹¹

¹⁰ La répartition de l'activité entre les différents radionucléides est déterminée sur la base du spectre de répartition des rejets aux limites (aucun retour d'expérience ne permet de déterminer a priori le spectre des rejets réels de la tranche EPR).

¹¹ En l'absence de mesure, le rejet de carbone 14 est calculé avec le coefficient suivant : 15 GBq/GWe.an (énergie brute)

Tableau 2 – Ration alimentaire de l'adulte

Produit consommé	Consommation en (kg/an)	
	<i>Enquête 1998 CREDOC-COGEA¹² (groupe de référence)</i>	<i>Enquête 1998 CREDOC-COGEA (groupe « pêcheur »)</i>
Poissons	13	41,7
Mollusques	6,7	14,6
Crustacés	7,1	14,6

Ingestion d'eau de mer : 0,1 L/an

Ingestion de sable : 0,5 g/an

Tableau 3 – Facteurs de concentration des produits de la pêche (Bq/kg par Bq/L)

	Poissons	Crustacés	Mollusques
Ag	1000	5000	1E+05
Co	100	1000	1000
Cs	50	30	10
I	10	100	100
Mn	500	1000	10000
Sb	1000	300	100
Te	1000	10000	10000
Ni	500	100	100
Cr	400	500	500

¹² Enquête « Consommation alimentaire dans le Nord Cotentin », CREDOC-COGEA de juin 1998.

Tableau 4 – Coefficients de partage eau/sable K_{Dsab} (L/kg)

	K_{Dsab}
C	5
H	1
Ag	90
Co	60
Cs	270
I	1
Mn	49
Sb	45
Te	125
Ni	400
Cr	67

Tableau 5 – TRITIUM

Coefficient de fixation sur la matière organique (sans dimension)

Teneur en eau des organismes marins (kg d'eau/kg frais)

	Poissons	Crustacés	Mollusques
Teneur en eau des organismes marins	0,80	0,80	0,85
Coefficient de fixation sur la matière organique	0,64	0,64	0,64

Tableau 6 – CARBONE 14

Teneur en carbone dans les produits de la pêche (kg C/kg poids frais)

	Teneur en carbone dans les produits de la pêche
Poissons	0,095
Crustacés	0,08
Mollusques	0,08

Tableau 7 – Facteurs de dose efficace due à l’ingestion (Sv/Bq)

	Facteur de dose efficace due à l’ingestion Adulte ¹³
C 14	5,80E-10
H _e (eau tritiée)	1,80E-11
H _o (tritium organique)	4,20E-11
Ag 110m	2,80E-09
Co 58	7,40E-10
Co 60	3,40E-09
Cs 134	1,90E-08
Cs 137	1,30E-08
I 131	2,20E-08
Mn 54	7,10E-10
Sb 124	2,50E-09
Sb 125	1,10E-09
Te 123m	1,40E-09
Ni 63	1,50E-10
Cr 51	3,80E-11

Tableau 8 – Facteurs de dose efficace due à une exposition à un milieu solide d’épaisseur infinie (Sv/h par Bq/m³)

	Facteurs de dose efficace due à une exposition à un milieu solide d’épaisseur infinie
C 14 ¹⁴	0
H 3	0
Ag 110m	3,31E-13
Co 58	1,15E-13
Co 60	3,12E-13
Cs 134	1,83E-13
Cs 137	6,59E-14
I 131	4,18E-14
Mn 54	9,94E-14
Sb 124	2,25E-13
Sb 125	4,72E-14
Te 123m	1,21E-14
Ni 63	0
Cr 51	3,36E-15

¹³ Le nourrisson ne consommant que du lait n'est pas pris en compte dans le cas de rejets en mer car les produits contaminés sont uniquement les produits de la pêche

¹⁴ L'exposition externe au C 14 est négligée.

**Tableau 9 – Facteurs de dose efficace due à une exposition externe par immersion
(Sv/h par Bq/m³)**

	Facteurs de dose efficace due à une exposition externe par immersion
C 14 ¹⁵	0
H 3	0
Ag 110m	1,06E-12
Co 58	3,71E-13
Co 60	9,86E-13
Cs 134	5,90E-13
Cs 137	2,13E-13
I 131	1,43E-13
Mn 54	3,20E-13
Sb 124	7,13E-13
Sb 125	1,58E-13
Te 123m	5,18E-14
Ni 63	0
Cr 51	1,19E-14

¹⁵ L'exposition externe au C 14 est négligée.

ANNEXE 2 - RÉSULTATS DE L'ETUDE – REJETS « MAXIMUMS »

Tranches 1-2 rejets maximums groupe de référence	<i>Dose efficace totale due à l'ingestion (Sv/an)</i>	<i>Dose efficace totale due à l'exposition externe (Sv/an)</i>	<i>Dose efficace totale (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	8,20E-09	0	8,20E-09
<i>C14</i>	1,44E-06	0	1,44E-06
<i>AG110M</i>	4,04E-07	1,69E-10	4,04E-07
<i>CO58</i>	8,16E-09	1,43E-10	8,30E-09
<i>CO60</i>	5,43E-08	5,62E-10	5,49E-08
<i>CS134</i>	3,49E-09	2,74E-10	3,76E-09
<i>CS137</i>	4,03E-09	1,67E-10	4,20E-09
<i>I131</i>	4,69E-10	3,06E-14	4,69E-10
<i>MN54</i>	5,45E-09	1,32E-11	5,46E-09
<i>SB124</i>	6,83E-09	4,99E-11	6,88E-09
<i>TE123M</i>	1,94E-08	3,92E-12	1,94E-08
<i>NI63</i>	4,00E-10	0	4,00E-10
<i>SB125</i>	5,00E-09	1,74E-11	5,02E-09
<i>CR51</i>	9,73E-12	1,35E-13	9,87E-12
Total	1,96E-06	1,40E-09	1,96E-06

Tranches 1-2 rejets maximums groupe pêcheur	<i>Dose efficace totale due à l'ingestion (Sv/an)</i>	<i>Dose efficace totale due à l'exposition externe (Sv/an)</i>	<i>Dose efficace totale (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	2,17E-08	0	2,17E-08
<i>C14</i>	3,89E-06	0	3,89E-06
<i>AG110M</i>	8,86E-07	1,69E-10	8,86E-07
<i>CO58</i>	1,80E-08	1,43E-10	1,81E-08
<i>CO60</i>	1,20E-07	5,62E-10	1,21E-07
<i>CS134</i>	1,00E-08	2,74E-10	1,03E-08
<i>CS137</i>	1,16E-08	1,67E-10	1,18E-08
<i>I131</i>	1,04E-09	3,06E-14	1,04E-09
<i>MN54</i>	1,23E-08	1,32E-11	1,23E-08
<i>SB124</i>	2,05E-08	4,99E-11	2,05E-08
<i>TE123M</i>	4,28E-08	3,92E-12	4,28E-08
<i>NI63</i>	1,21E-09	0	1,21E-09
<i>SB125</i>	1,50E-08	1,74E-11	1,50E-08
<i>CR51</i>	2,52E-11	1,35E-13	2,53E-11
Total	5,04E-06	1,40E-09	5,04E-06

Tranche EPR rejets maximums groupe de référence	<i>Dose efficace totale due à l'ingestion (Sv/an)</i>	<i>Dose efficace totale sur à l'exposition externe (Sv/an)</i>	<i>Dose efficace totale (Sv/an)</i>
H3	5,60E-09	0	5,60E-09
C14	7,22E-07	0	7,22E-07
AG110M	1,62E-07	6,77E-11	1,62E-07
CO58	3,26E-09	5,72E-11	3,32E-09
CO60	2,17E-08	2,25E-10	2,19E-08
CS134	1,40E-09	1,10E-10	1,51E-09
CS137	1,61E-09	6,66E-11	1,68E-09
I131	2,34E-10	1,53E-14	2,34E-10
MN54	2,18E-09	5,28E-12	2,19E-09
SB124	2,73E-09	1,99E-11	2,75E-09
TE123M	7,76E-09	1,57E-12	7,76E-09
NI63	1,60E-10	0	1,60E-10
SB125	2,00E-09	6,97E-12	2,01E-09
CR51	3,89E-12	5,41E-14	3,94E-12
Total	9,32E-07	5,60E-10	9,33E-07

Tranche EPR rejets maximums groupe pêcheur	<i>Dose efficace totale due à l'ingestion (Sv/an)</i>	<i>Dose efficace totale sur à l'exposition externe (Sv/an)</i>	<i>Dose efficace totale (Sv/an)</i>
H3	1,50E-08	0	1,48E-08
C14	1,94E-06	0	1,94E-06
AG110M	3,55E-07	6,77E-11	3,55E-07
CO58	7,21E-09	5,72E-11	7,27E-09
CO60	4,80E-08	2,25E-10	4,82E-08
CS134	4,01E-09	1,10E-10	4,12E-09
CS137	4,63E-09	6,66E-11	4,70E-09
I131	5,18E-10	1,53E-14	5,18E-10
MN54	4,91E-09	5,28E-12	4,92E-09
SB124	8,22E-09	1,99E-11	8,24E-09
TE123M	1,71E-08	1,57E-12	1,71E-08
NI63	4,83E-10	0	4,83E-10
SB125	6,01E-09	6,97E-12	6,02E-09
CR51	1,01E-11	5,41E-14	1,02E-11
Total	2,41E-06	5,60E-10	2,41E-06

ANNEXE 3 - RESULTATS DE L'ETUDE - REJETS « REALISTES »

Tranches 1-2 rejets 2002-2004 groupe de référence	Dose efficace totale due à l'ingestion (Sv/an)	Dose efficace totale due à l'exposition externe (Sv/an)	Dose efficace totale (Sv/an)
H3	4,40E-09	0,00E+00	4,40E-09
C14	2,35E-07	0,00E+00	2,35E-07
AG110M	2,44E-08	1,02E-11	2,44E-08
CO58	4,00E-10	7,02E-12	4,07E-10
CO60	4,93E-09	5,10E-11	4,98E-09
CS134	4,99E-11	3,92E-12	5,38E-11
CS137	1,28E-10	5,29E-12	1,33E-10
I131	7,64E-11	4,99E-15	7,64E-11
MN54	2,50E-10	6,06E-13	2,51E-10
SB124	2,79E-10	2,04E-12	2,81E-10
TE123M	2,98E-10	6,03E-14	2,98E-10
NI63	1,24E-10	0,00E+00	1,24E-10
SB125	3,24E-10	1,13E-12	3,25E-10
Total	2,71E-07	8,13E-11	2,71E-07

Tranches 1-2 rejets 2002-2004 groupe pêcheur	Dose efficace totale due à l'ingestion (Sv/an)	Dose efficace totale due à l'exposition externe (Sv/an)	Dose efficace totale (Sv/an)
H3	1,16E-08	0,00E+00	1,16E-08
C14	6,34E-07	0,00E+00	6,34E-07
AG110M	5,35E-08	1,02E-11	5,35E-08
CO58	8,85E-10	7,02E-12	8,92E-10
CO60	1,09E-08	5,10E-11	1,10E-08
CS134	1,43E-10	3,92E-12	1,47E-10
CS137	3,67E-10	5,29E-12	3,72E-10
I131	1,69E-10	4,99E-15	1,69E-10
MN54	5,63E-10	6,06E-13	5,64E-10
SB124	8,38E-10	2,04E-12	8,40E-10
TE123M	6,59E-10	6,03E-14	6,59E-10
NI63	3,74E-10	0,00E+00	3,74E-10
SB125	9,74E-10	1,13E-12	9,75E-10
Total	7,15E-07	8,13E-11	7,15E-07

Tranche EPR performance attendue groupe de référence	<i>Dose efficace totale due à l'ingestion (Sv/an)</i>	<i>Dose efficace totale due à l'exposition externe (Sv/an)</i>	<i>Dose efficace totale (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	3,88E-09	0	3,88E-09
<i>C14</i>	1,75E-07	0	1,75E-07
<i>AG110M</i>	9,71E-09	4,06E-12	9,71E-09
<i>CO58</i>	1,96E-10	3,43E-12	1,99E-10
<i>CO60</i>	1,30E-09	1,35E-11	1,31E-09
<i>CS134</i>	8,38E-11	6,58E-12	9,04E-11
<i>CS137</i>	9,67E-11	4,00E-12	1,01E-10
<i>I131</i>	3,28E-11	2,14E-15	3,28E-11
<i>MN54</i>	1,31E-10	3,17E-13	1,31E-10
<i>SB124</i>	1,64E-10	1,20E-12	1,65E-10
<i>TE123M</i>	4,65E-10	9,40E-14	4,65E-10
<i>NI63</i>	0,00E+00	0	0,00E+00
<i>SB125</i>	1,20E-10	4,18E-13	0,00E+00
<i>CR51</i>	2,34E-13	3,24E-15	0,00E+00
Total	1,91E-07	3,36E-11	1,91E-07

Tranche EPR performance attendue groupe pêcheur	<i>Dose efficace totale due à l'ingestion (Sv/an)</i>	<i>Dose efficace totale due à l'exposition externe (Sv/an)</i>	<i>Dose efficace totale (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	1,02E-08	0	1,02E-08
<i>C14</i>	4,70E-07	0	4,70E-07
<i>AG110M</i>	2,13E-08	4,06E-12	2,13E-08
<i>CO58</i>	4,33E-10	3,43E-12	4,36E-10
<i>CO60</i>	2,88E-09	1,35E-11	2,89E-09
<i>CS134</i>	2,40E-10	6,58E-12	2,47E-10
<i>CS137</i>	2,78E-10	4,00E-12	2,82E-10
<i>I131</i>	7,25E-11	2,14E-15	7,25E-11
<i>MN54</i>	2,94E-10	3,17E-13	2,94E-10
<i>SB124</i>	4,93E-10	1,20E-12	4,94E-10
<i>TE123M</i>	1,03E-09	9,40E-14	1,03E-09
<i>NI63</i>	2,90E-11	0	0,00E+00
<i>SB125</i>	3,61E-10	4,18E-13	3,61E-10
<i>CR51</i>	6,04E-13	3,24E-15	6,07E-13
Total	5,08E-07	3,36E-11	5,08E-07

ANNEXE 4 - FICHIERS RESULTATS BLIQID - REJETS « MAXIMUMS »

REJETS LIQUIDES DES TRANCHES 1-2 DE FLAMANVILLE – CLASSE ADULTE

EXPOSITION INTERNE PAR INGESTION

Le facteur de dilution de l'eau de mer pris en compte pour l'exposition interne par ingestion de produits de la mer est de 0,2. Pour l'exposition interne par ingestion d'eau de mer, le facteur de dilution pris en compte est de 0,07.

Concentration moyenne de l'eau de mer

	<i>Concentration moyenne dans l'eau de mer Facteur de dilution 0,2 (Bq/L)</i>	<i>Concentration moyenne dans l'eau de mer Facteur de dilution 0,07 (Bq/L)</i>
H3	1,55E+01	5,43E+00
C14	2,68E-02	9,38E-03
AG110M	2,01E-04	7,04E-05
CO58	7,30E-04	2,56E-04
CO60	1,06E-03	3,70E-04
CS134	1,98E-04	6,91E-05
CS137	3,33E-04	1,17E-04
I131	1,41E-05	4,94E-06
MN54	9,52E-05	3,33E-05
SB124	1,73E-04	6,05E-05
TE123M	9,17E-05	3,21E-05
NI63	3,39E-04	1,19E-04
SB125	2,87E-04	1,01E-04
CR51	2,12E-05	7,41E-06

Concentration dans le produit de la pêche (Bq/kg)

	<i>Poissons</i>	<i>Crustacés</i>	<i>Mollusques</i>
H3	1,44E+01	1,44E+01	1,47E+01
C14	1,01E+02	8,51E+01	8,51E+01
AG110M	2,01E-01	1,01E+00	2,01E+01
CO58	7,30E-02	7,30E-01	7,30E-01
CO60	1,06E-01	1,06E+00	1,06E+00
CS134	9,88E-03	5,93E-03	1,98E-03
CS137	1,67E-02	1,00E-02	3,33E-03
I131	1,41E-04	1,41E-03	1,41E-03
MN54	4,76E-02	9,52E-02	9,52E-01
SB124	1,73E-01	5,19E-02	1,73E-02
TE123M	9,17E-02	9,17E-01	9,17E-01
NI63	1,69E-01	3,39E-02	3,39E-02
SB125	2,87E-01	8,62E-02	2,87E-02
CR51	8,47E-03	1,06E-02	1,06E-02
Total	1,17E+02	1,04E+02	1,24E+02

Activité ingérée annuellement (Bq/an) – groupe de référence

	<i>Eau</i>	<i>Sable</i>	<i>Poissons</i>	<i>Crustacés</i>	<i>Mollusques</i>
H3	5,43E-01	2,72E-03	1,87E+02	1,02E+02	9,84E+01
C14	9,38E-04	2,35E-05	1,31E+03	6,04E+02	5,70E+02
AG110M	7,04E-06	3,17E-06	2,61E+00	7,14E+00	1,35E+02
CO58	2,56E-05	7,67E-06	9,49E-01	5,18E+00	4,89E+00
CO60	3,70E-05	1,11E-05	1,38E+00	7,51E+00	7,09E+00
CS134	6,91E-06	9,33E-06	1,28E-01	4,21E-02	1,32E-02
CS137	1,17E-05	1,58E-05	2,17E-01	7,10E-02	2,23E-02
I131	4,94E-07	2,47E-09	1,83E-03	1,00E-02	9,45E-03
MN54	3,33E-06	8,17E-07	6,19E-01	6,76E-01	6,38E+00
SB124	6,05E-06	1,36E-06	2,25E+00	3,68E-01	1,16E-01
TE123M	3,21E-06	2,01E-06	1,19E+00	6,51E+00	6,14E+00
NI63	1,19E-05	2,37E-05	2,20E+00	2,40E-01	2,27E-01
SB125	1,01E-05	2,26E-06	3,74E+00	6,12E-01	1,93E-01
CR51	7,41E-07	2,48E-07	1,10E-01	7,51E-02	7,09E-02

Dose efficace totale – groupe de référence

	<i>Ingestion eau de mer et sable (Sv/an)</i>	<i>Ingestion produits de la mer (Sv/an)</i>
H3	2,29E-11	8,18E-09
C14	5,58E-13	1,44E-06
AG110M	2,86E-14	4,04E-07
CO58	2,46E-14	8,16E-09
CO60	1,64E-13	5,43E-08
CS134	3,09E-13	3,49E-09
CS137	3,56E-13	4,03E-09
I131	1,09E-14	4,69E-10
MN54	2,95E-15	5,45E-09
SB124	1,85E-14	6,83E-09
TE123M	7,30E-15	1,94E-08
NI63	5,33E-15	4,00E-10
SB125	1,36E-14	5,00E-09
CR51	3,76E-17	9,73E-12
Total	2,44E-11	1,96E-06

Activité ingérée annuellement (Bq/an) – groupe « pêcheur »

	<i>Poissons</i>	<i>Crustacés</i>	<i>Mollusques</i>
H3	6,01E+02	2,10E+02	2,14E+02
C14	4,21E+03	1,24E+03	1,24E+03
AG110M	8,38E+00	1,47E+01	2,94E+02
CO58	3,04E+00	1,07E+01	1,07E+01
CO60	4,41E+00	1,54E+01	1,54E+01
CS134	4,12E-01	8,65E-02	2,88E-02
CS137	6,95E-01	1,46E-01	4,87E-02
I131	5,88E-03	2,06E-02	2,06E-02
MN54	1,99E+00	1,39E+00	1,39E+01
SB124	7,21E+00	7,57E-01	2,52E-01
TE123M	3,82E+00	1,34E+01	1,34E+01
NI63	7,06E+00	4,94E-01	4,94E-01
SB125	1,20E+01	1,26E+00	4,20E-01
CR51	3,53E-01	1,54E-01	1,54E-01

Dose efficace totale – groupe « pêcheur »

	<i>Ingestion produits de la mer (Sv/an)</i>
H3	2,17E-08
C14	3,89E-06
AG110M	8,86E-07
CO58	1,80E-08
CO60	1,20E-07
CS134	1,00E-08
CS137	1,16E-08
I131	1,04E-09
MN54	1,23E-08
SB124	2,05E-08
TE123M	4,28E-08
NI63	1,21E-09
SB125	1,50E-08
CR51	2,52E-11
Total	5,05E-06

EXPOSITION EXTERNE PAR BAINNADE ET SEJOURS SUR LA PLAGES

Le facteur de dilution de l'eau de mer pris en compte pour ce calcul est de 0,07.

Activité massique du sable

	<i>Activité massique du sable (Bq/kg)</i>
H3	5,43E+00
C14	4,69E-02
AG110M	6,33E-03
CO58	1,53E-02
CO60	2,22E-02
CS134	1,87E-02
CS137	3,15E-02
I131	4,94E-06
MN54	1,63E-03
SB124	2,72E-03
TE123M	4,01E-03
NI63	4,74E-02
SB125	4,53E-03
CR51	4,96E-04
Total	5,63E+00

Dose efficace due à l'exposition externe – groupe de référence et groupe « pêcheur »

	<i>Plage (Sv/an)</i>	<i>Baignade (Sv/an)</i>	<i>Total (Sv/an)</i>
H3	0	0	0
C14	0	0	0
AG110M	1,68E-10	1,49E-12	1,69E-10
CO58	1,41E-10	1,90E-12	1,43E-10
CO60	5,55E-10	7,30E-12	5,62E-10
CS134	2,73E-10	8,16E-13	2,74E-10
CS137	1,66E-10	4,97E-13	1,67E-10
I131	1,65E-14	1,41E-14	3,06E-14
MN54	1,30E-11	2,13E-13	1,32E-11
SB124	4,90E-11	8,63E-13	4,99E-11
TE123M	3,88E-12	3,33E-14	3,92E-12
NI63	0	0	0
SB125	1,71E-11	3,18E-13	1,74E-11
CR51	1,33E-13	1,76E-15	1,35E-13
Total	1,39E-09	1,34E-11	1,40E-09

REJETS LIQUIDES DE LA TRANCHE EPR DE FLAMANVILLE – CLASSE ADULTE

EXPOSITION INTERNE PAR INGESTION

Le facteur de dilution de l'eau de mer pris en compte pour l'exposition interne par ingestion de produits de la mer est de 0,2. Pour l'exposition interne par ingestion d'eau de mer, le facteur de dilution pris en compte est de 0,07.

Concentration moyenne de l'eau de mer

	<i>Concentration moyenne dans l'eau de mer Facteur de dilution 0,2 (Bq/L)</i>	<i>Concentration moyenne dans l'eau de mer Facteur de dilution 0,07 (Bq/L)</i>
<i>H3</i>	1,06E+01	3,70E+00
<i>C14</i>	1,34E-02	4,69E-03
<i>AG110M</i>	8,04E-05	2,81E-05
<i>CO58</i>	2,92E-04	1,02E-04
<i>CO60</i>	4,23E-04	1,48E-04
<i>CS134</i>	7,90E-05	2,77E-05
<i>CS137</i>	1,33E-04	4,67E-05
<i>I131</i>	7,05E-06	2,47E-06
<i>MN54</i>	3,81E-05	1,33E-05
<i>SB124</i>	6,91E-05	2,42E-05
<i>TE123M</i>	3,67E-05	1,28E-05
<i>NI63</i>	1,35E-04	4,74E-05
<i>SB125</i>	1,15E-04	4,02E-05
<i>CR51</i>	8,47E-06	2,96E-06

Concentration dans le produit de la pêche (Bq/kg)

	<i>Poissons</i>	<i>Crustacés</i>	<i>Mollusques</i>
<i>H3</i>	9,82E+00	9,82E+00	1,00E+01
<i>C14</i>	5,05E+01	4,26E+01	4,26E+01
<i>AG110M</i>	8,04E-02	4,02E-01	8,04E+00
<i>CO58</i>	2,92E-02	2,92E-01	2,92E-01
<i>CO60</i>	4,23E-02	4,23E-01	4,23E-01
<i>CS134</i>	3,95E-03	2,37E-03	7,90E-04
<i>CS137</i>	6,67E-03	4,00E-03	1,33E-03
<i>I131</i>	7,05E-05	7,05E-04	7,05E-04
<i>MN54</i>	1,90E-02	3,81E-02	3,81E-01
<i>SB124</i>	6,91E-02	2,07E-02	6,91E-03
<i>TE123M</i>	3,67E-02	3,67E-01	3,67E-01
<i>NI63</i>	6,77E-02	1,35E-02	1,35E-02
<i>SB125</i>	1,15E-01	3,45E-02	1,15E-02
<i>CR51</i>	3,39E-03	4,23E-03	4,23E-03
Total	6,08E+01	5,40E+01	6,21E+01

Activité ingérée annuellement (Bq/an) – groupe de référence

	<i>Eau</i>	<i>Sable</i>	<i>Poissons</i>	<i>Crustacés</i>	<i>Mollusques</i>
<i>H3</i>	3,70E-01	1,85E-03	1,28E+02	6,97E+01	6,71E+01
<i>C14</i>	4,69E-04	1,17E-05	6,57E+02	3,02E+02	2,85E+02
<i>AG110M</i>	2,81E-06	1,27E-06	1,05E+00	2,86E+00	5,39E+01
<i>CO58</i>	1,02E-05	3,07E-06	3,80E-01	2,07E+00	1,96E+00
<i>CO60</i>	1,48E-05	4,44E-06	5,50E-01	3,01E+00	2,84E+00
<i>CS134</i>	2,77E-06	3,73E-06	5,14E-02	1,68E-02	5,29E-03
<i>CS137</i>	4,67E-06	6,30E-06	8,67E-02	2,84E-02	8,93E-03
<i>I131</i>	2,47E-07	1,23E-09	9,17E-04	5,01E-03	4,73E-03
<i>MN54</i>	1,33E-06	3,27E-07	2,48E-01	2,70E-01	2,55E+00
<i>SB124</i>	2,42E-06	5,44E-07	8,99E-01	1,47E-01	4,63E-02
<i>TE123M</i>	1,28E-06	8,02E-07	4,77E-01	2,60E+00	2,46E+00
<i>NI63</i>	4,74E-06	9,48E-06	8,80E-01	9,62E-02	9,08E-02
<i>SB125</i>	4,02E-06	9,06E-07	1,49E+00	2,45E-01	7,70E-02
<i>CR51</i>	2,96E-07	9,93E-08	4,40E-02	3,01E-02	2,84E-02

Dose efficace totale – groupe de référence

	<i>Ingestion eau de mer et sable (Sv/an)</i>	<i>Ingestion produits de la mer (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	1,56E-11	5,58E-09
<i>C14</i>	2,79E-13	7,22E-07
<i>AG110M</i>	1,14E-14	1,62E-07
<i>CO58</i>	9,83E-15	3,26E-09
<i>CO60</i>	6,55E-14	2,17E-08
<i>CS134</i>	1,23E-13	1,40E-09
<i>CS137</i>	1,43E-13	1,61E-09
<i>I131</i>	5,46E-15	2,34E-10
<i>MN54</i>	1,18E-15	2,18E-09
<i>SB124</i>	7,41E-15	2,73E-09
<i>TE123M</i>	2,92E-15	7,76E-09
<i>NI63</i>	2,13E-15	1,60E-10
<i>SB125</i>	5,42E-15	2,00E-09
<i>CR51</i>	1,50E-17	3,89E-12
Total	1,63E-11	9,32E-07

Activité ingérée annuellement (Bq/an) – groupe « pêcheur »

	<i>Poissons</i>	<i>Crustacés</i>	<i>Mollusques</i>
<i>H3</i>	4,09E+02	1,43E+02	1,46E+02
<i>C14</i>	2,11E+03	6,21E+02	6,21E+02
<i>AG110M</i>	3,35E+00	5,87E+00	1,17E+02
<i>CO58</i>	1,22E+00	4,26E+00	4,26E+00
<i>CO60</i>	1,77E+00	6,18E+00	6,18E+00
<i>CS134</i>	1,65E-01	3,46E-02	1,15E-02
<i>CS137</i>	2,78E-01	5,84E-02	1,95E-02
<i>I131</i>	2,94E-03	1,03E-02	1,03E-02
<i>MN54</i>	7,94E-01	5,56E-01	5,56E+00
<i>SB124</i>	2,88E+00	3,03E-01	1,01E-01
<i>TE123M</i>	1,53E+00	5,36E+00	5,36E+00
<i>NI63</i>	2,82E+00	1,98E-01	1,98E-01
<i>SB125</i>	4,80E+00	5,04E-01	1,68E-01
<i>CR51</i>	1,41E-01	6,18E-02	6,18E-02

Dose efficace totale – groupe « pêcheur »

	<i>Ingestion produits de la mer (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	1,48E-08
<i>C14</i>	1,94E-06
<i>AG110M</i>	3,55E-07
<i>CO58</i>	7,21E-09
<i>CO60</i>	4,80E-08
<i>CS134</i>	4,01E-09
<i>CS137</i>	4,63E-09
<i>I131</i>	5,18E-10
<i>MN54</i>	4,91E-09
<i>SB124</i>	8,22E-09
<i>TE123M</i>	1,71E-08
<i>NI63</i>	4,83E-10
<i>SB125</i>	6,01E-09
<i>CR51</i>	1,01E-11
Total	2,41E-06

EXPOSITION EXTERNE PAR BAINNADE ET SEJOURS SUR LA PLAGES

Le facteur de dilution de l'eau de mer pris en compte pour ce calcul est de 0,07.

Activité massique du sable

	<i>Activité massique du sable (Bq/kg)</i>
<i>H3</i>	3,70E+00
<i>C14</i>	2,35E-02
<i>AG110M</i>	2,53E-03
<i>CO58</i>	6,13E-03
<i>CO60</i>	8,89E-03
<i>CS134</i>	7,47E-03
<i>CS137</i>	1,26E-02
<i>I131</i>	2,47E-06
<i>MN54</i>	6,53E-04
<i>SB124</i>	1,09E-03
<i>TE123M</i>	1,60E-03
<i>NI63</i>	1,90E-02
<i>SB125</i>	1,81E-03
<i>CR51</i>	1,99E-04
Total	3,79E+00

Dose efficace due à l'exposition externe – groupe de référence et groupe « pêcheur »

	<i>Plage (Sv/an)</i>	<i>Baignade (Sv/an)</i>	<i>Total (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	0	0	0
<i>C14</i>	0	0	0
<i>AG110M</i>	6,71E-11	5,97E-13	6,77E-11
<i>CO58</i>	5,64E-11	7,58E-13	5,72E-11
<i>CO60</i>	2,22E-10	2,92E-12	2,25E-10
<i>CS134</i>	1,09E-10	3,26E-13	1,10E-10
<i>CS137</i>	6,64E-11	1,99E-13	6,66E-11
<i>I131</i>	8,26E-15	7,06E-15	1,53E-14
<i>MN54</i>	5,20E-12	8,53E-14	5,28E-12
<i>SB124</i>	1,96E-11	3,45E-13	1,99E-11
<i>TE123M</i>	1,55E-12	1,33E-14	1,57E-12
<i>NI63</i>	0	0	0
<i>SB125</i>	6,84E-12	1,27E-13	6,97E-12
<i>CR51</i>	5,34E-14	7,05E-16	5,41E-14
Total	5,54E-10	5,38E-12	5,60E-10

ANNEXE 5 - FICHIERS RESULTATS BLIQID - REJETS « REALISTES »

**REJETS LIQUIDES DES TRANCHES 1-2 DE FLAMANVILLE – CLASSE ADULTE –
MOYENNE DES REJETS REELS 2002-2004**

EXPOSITION INTERNE PAR INGESTION

Le facteur de dilution de l'eau de mer pris en compte pour l'exposition interne par ingestion de produits de la mer est de 0,2. Pour l'exposition interne par ingestion d'eau de mer, le facteur de dilution pris en compte est de 0,07.

Concentration moyenne de l'eau de mer

	<i>Concentration moyenne dans l'eau de mer Facteur de dilution 0,2 (Bq/L)</i>	<i>Concentration moyenne dans l'eau de mer Facteur de dilution 0,07 (Bq/L)</i>
H3	8,32E+00	2,91E+00
C14	4,37E-03	1,53E-03
AG110M	1,21E-05	4,25E-06
CO58	3,58E-05	1,25E-05
CO60	9,61E-05	3,36E-05
CS134	2,82E-06	9,88E-07
CS137	1,06E-05	3,70E-06
I131	2,30E-06	8,05E-07
MN54	4,37E-06	1,53E-06
SB124	7,05E-06	2,47E-06
TE123M	1,41E-06	4,94E-07
NI63	1,05E-04	3,67E-05
SB125	1,86E-05	6,52E-06

Concentration dans le produit de la pêche (Bq/kg)

	<i>Poissons</i>	<i>Crustacés</i>	<i>Mollusques</i>
H3	7,73E+00	7,73E+00	7,87E+00
C14	1,65E+01	1,39E+01	1,39E+01
AG110M	1,21E-02	6,07E-02	1,21E+00
CO58	3,58E-03	3,58E-02	3,58E-02
CO60	9,61E-03	9,61E-02	9,61E-02
CS134	1,41E-04	8,47E-05	2,82E-05
CS137	5,29E-04	3,17E-04	1,06E-04
I131	2,30E-05	2,30E-04	2,30E-04
MN54	2,19E-03	4,37E-03	4,37E-02
SB124	7,05E-03	2,12E-03	7,05E-04
TE123M	1,41E-03	1,41E-02	1,41E-02
NI63	5,25E-02	1,05E-02	1,05E-02
SB125	1,86E-02	5,59E-03	1,86E-03
Total	2,43E+01	2,18E+01	2,32E+01

Activité ingérée annuellement (Bq/an) – groupe de référence

	<i>Eau</i>	<i>Sable</i>	<i>Poissons</i>	<i>Crustacés</i>	<i>Mollusques</i>
<i>H3</i>	2,91E-01	1,46E-03	1,00E+02	5,48E+01	5,28E+01
<i>C14</i>	1,53E-04	3,83E-06	2,14E+02	9,86E+01	9,30E+01
<i>AG110M</i>	4,25E-07	1,91E-07	1,58E-01	4,31E-01	8,13E+00
<i>CO58</i>	1,25E-06	3,76E-07	4,66E-02	2,54E-01	2,40E-01
<i>CO60</i>	3,36E-06	1,01E-06	1,25E-01	6,82E-01	6,44E-01
<i>CS134</i>	9,88E-08	1,33E-07	1,83E-03	6,01E-04	1,89E-04
<i>CS137</i>	3,70E-07	5,00E-07	6,88E-03	2,25E-03	7,09E-04
<i>I131</i>	8,05E-08	4,02E-10	2,99E-04	1,63E-03	1,54E-03
<i>MN54</i>	1,53E-07	3,75E-08	2,84E-02	3,11E-02	2,93E-01
<i>SB124</i>	2,47E-07	5,56E-08	9,17E-02	1,50E-02	4,73E-03
<i>TE123M</i>	4,94E-08	3,09E-08	1,83E-02	1,00E-01	9,45E-02
<i>NI63</i>	3,67E-06	7,35E-06	6,82E-01	7,45E-02	7,03E-02
<i>SB125</i>	6,52E-07	1,47E-07	2,42E-01	3,97E-02	1,25E-02

Dose efficace totale – groupe de référence

	<i>Ingestion eau de mer et sable (Sv/an)</i>	<i>Ingestion produits de la mer (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	1,23E-11	4,39E-09
<i>C14</i>	9,10E-14	2,35E-07
<i>AG110M</i>	1,72E-15	2,44E-08
<i>CO58</i>	1,21E-15	4,00E-10
<i>CO60</i>	1,49E-14	4,93E-09
<i>CS134</i>	4,41E-15	4,99E-11
<i>CS137</i>	1,13E-14	1,28E-10
<i>I131</i>	1,78E-15	7,64E-11
<i>MN54</i>	1,35E-16	2,50E-10
<i>SB124</i>	7,56E-16	2,79E-10
<i>TE123M</i>	1,12E-16	2,98E-10
<i>NI63</i>	1,65E-15	1,24E-10
<i>SB125</i>	8,78E-16	3,24E-10
Total	1,24E-11	2,71E-07

Activité ingérée annuellement (Bq/an) – groupe « pêcheur »

	<i>Poissons</i>	<i>Crustacés</i>	<i>Mollusques</i>
<i>H3</i>	3,22E+02	1,13E+02	1,15E+02
<i>C14</i>	6,88E+02	2,03E+02	2,03E+02
<i>AG110M</i>	5,06E-01	8,86E-01	1,77E+01
<i>CO58</i>	1,49E-01	5,23E-01	5,23E-01
<i>CO60</i>	4,01E-01	1,40E+00	1,40E+00
<i>CS134</i>	5,88E-03	1,24E-03	4,12E-04
<i>CS137</i>	2,21E-02	4,63E-03	1,54E-03
<i>I131</i>	9,59E-04	3,36E-03	3,36E-03
<i>MN54</i>	9,12E-02	6,39E-02	6,39E-01
<i>SB124</i>	2,94E-01	3,09E-02	1,03E-02
<i>TE123M</i>	5,88E-02	2,06E-01	2,06E-01
<i>NI63</i>	2,19E+00	1,53E-01	1,53E-01
<i>SB125</i>	7,77E-01	8,16E-02	2,72E-02

Dose efficace totale – groupe « pêcheur »

	<i>Ingestion produits de la mer (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	1,16E-08
<i>C14</i>	6,34E-07
<i>AG110M</i>	5,35E-08
<i>CO58</i>	8,85E-10
<i>CO60</i>	1,09E-08
<i>CS134</i>	1,43E-10
<i>CS137</i>	3,67E-10
<i>I131</i>	1,69E-10
<i>MN54</i>	5,63E-10
<i>SB124</i>	8,38E-10
<i>TE123M</i>	6,59E-10
<i>NI63</i>	3,74E-10
<i>SB125</i>	9,74E-10
Total	7,15E-07

EXPOSITION EXTERNE PAR BAINNADE ET SEJOURS SUR LA PLAGE

Le facteur de dilution de l'eau de mer pris en compte pour ce calcul est de 0,07.

Activité massique du sable

	<i>Activité massique du sable (Bq/kg)</i>
<i>H3</i>	2,91E+00
<i>C14</i>	7,65E-03
<i>AG110M</i>	3,82E-04
<i>CO58</i>	7,53E-04
<i>CO60</i>	2,02E-03
<i>CS134</i>	2,67E-04
<i>CS137</i>	1,00E-03
<i>I131</i>	8,05E-07
<i>MN54</i>	7,50E-05
<i>SB124</i>	1,11E-04
<i>TE123M</i>	6,17E-05
<i>NI63</i>	1,47E-02
<i>SB125</i>	2,93E-04
Total	2,94E+00

Dose efficace due à l'exposition externe – groupe de référence et groupe « pêcheur »

	<i>Plage (Sv/an)</i>	<i>Baignade (Sv/an)</i>	<i>Total (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	0	0	0
<i>C14</i>	0	0	0
<i>AG110M</i>	1,01E-11	9,00E-14	1,02E-11
<i>CO58</i>	6,92E-12	9,31E-14	7,02E-12
<i>CO60</i>	5,04E-11	6,63E-13	5,10E-11
<i>CS134</i>	3,90E-12	1,17E-14	3,92E-12
<i>CS137</i>	5,27E-12	1,58E-14	5,29E-12
<i>I131</i>	2,69E-15	2,30E-15	4,99E-15
<i>MN54</i>	5,96E-13	9,80E-15	6,06E-13
<i>SB124</i>	2,00E-12	3,52E-14	2,04E-12
<i>TE123M</i>	5,98E-14	5,12E-16	6,03E-14
<i>NI63</i>	0	0	0
<i>SB125</i>	1,11E-12	2,06E-14	1,13E-12
Total	8,04E-11	9,42E-13	8,13E-11

**REJETS LIQUIDES DE LA TRANCHE EPR DE FLAMANVILLE – CLASSE ADULTE –
PERFORMANCE ATTENDUE HORS ALEAS**

EXPOSITION INTERNE PAR INGESTION

Le facteur de dilution de l'eau de mer pris en compte pour l'exposition interne par ingestion de produits de la mer est de 0,2. Pour l'exposition interne par ingestion d'eau de mer, le facteur de dilution pris en compte est de 0,07.

Concentration moyenne de l'eau de mer

	<i>Concentration moyenne dans l'eau de mer Facteur de dilution 0,2 (Bq/L)</i>	<i>Concentration moyenne dans l'eau de mer Facteur de dilution 0,07 (Bq/L)</i>
H3	7,34E+00	2,57E+00
C14	3,25E-03	1,14E-03
AG110M	4,83E-06	1,69E-06
CO58	1,75E-05	6,13E-06
CO60	2,54E-05	8,89E-06
CS134	4,74E-06	1,66E-06
CS137	8,00E-06	2,80E-06
I131	9,88E-07	3,46E-07
MN54	2,29E-06	8,00E-07
SB124	4,15E-06	1,45E-06
TE123M	2,20E-06	7,70E-07
NI63	8,13E-06	2,84E-06
SB125	6,90E-06	2,41E-06
CR51	5,08E-07	1,78E-07

Concentration dans le produit de la pêche (Bq/kg)

	<i>Poissons</i>	<i>Crustacés</i>	<i>Mollusques</i>
H3	6,81E+00	6,81E+00	6,94E+00
C14	1,22E+01	1,03E+01	1,03E+01
AG110M	4,83E-03	2,41E-02	4,83E-01
CO58	1,75E-03	1,75E-02	1,75E-02
CO60	2,54E-03	2,54E-02	2,54E-02
CS134	2,37E-04	1,42E-04	4,74E-05
CS137	4,00E-04	2,40E-04	8,00E-05
I131	9,88E-06	9,88E-05	9,88E-05
MN54	1,14E-03	2,29E-03	2,29E-02
SB124	4,15E-03	1,24E-03	4,15E-04
TE123M	2,20E-03	2,20E-02	2,20E-02
NI63	4,06E-03	8,13E-04	8,13E-04
SB125	6,90E-03	2,07E-03	6,90E-04
CR51	2,03E-04	2,54E-04	2,54E-04
Total	1,91E+01	1,72E+01	1,78E+01

Activité ingérée annuellement (Bq/an) – groupe de référence

	<i>Eau</i>	<i>Sable</i>	<i>Poissons</i>	<i>Crustacés</i>	<i>Mollusques</i>
<i>H3</i>	2,57E-01	1,28E-03	8,85E+01	4,83E+01	4,65E+01
<i>C14</i>	1,14E-04	2,84E-06	1,59E+02	7,31E+01	6,90E+01
<i>AG110M</i>	1,69E-07	7,60E-08	6,27E-02	1,71E-01	3,23E+00
<i>CO58</i>	6,13E-07	1,84E-07	2,28E-02	1,24E-01	1,17E-01
<i>CO60</i>	8,89E-07	2,67E-07	3,30E-02	1,80E-01	1,70E-01
<i>CS134</i>	1,66E-07	2,24E-07	3,08E-03	1,01E-03	3,18E-04
<i>CS137</i>	2,80E-07	3,78E-07	5,20E-03	1,70E-03	5,36E-04
<i>I131</i>	3,46E-08	1,73E-10	1,28E-04	7,01E-04	6,62E-04
<i>MN54</i>	8,00E-08	1,96E-08	1,49E-02	1,62E-02	1,53E-01
<i>SB124</i>	1,45E-07	3,27E-08	5,39E-02	8,84E-03	2,78E-03
<i>TE123M</i>	7,70E-08	4,81E-08	2,86E-02	1,56E-01	1,47E-01
<i>NI63</i>	2,84E-07	5,69E-07	5,28E-02	5,77E-03	5,45E-03
<i>SB125</i>	2,41E-07	5,43E-08	8,97E-02	1,47E-02	4,62E-03
<i>CR51</i>	1,78E-08	5,96E-09	2,64E-03	1,80E-03	1,70E-03

Dose efficace totale – groupe de référence

	<i>Ingestion eau de mer et sable (Sv/an)</i>	<i>Ingestion produits de la mer (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	1,08E-11	3,87E-09
<i>C14</i>	6,75E-14	1,75E-07
<i>AG110M</i>	6,86E-16	9,71E-09
<i>CO58</i>	5,90E-16	1,96E-10
<i>CO60</i>	3,93E-15	1,30E-09
<i>CS134</i>	7,41E-15	8,38E-11
<i>CS137</i>	8,55E-15	9,67E-11
<i>I131</i>	7,64E-16	3,28E-11
<i>MN54</i>	7,07E-17	1,31E-10
<i>SB124</i>	4,45E-16	1,64E-10
<i>TE123M</i>	1,75E-16	4,65E-10
<i>NI63</i>	1,28E-16	9,61E-12
<i>SB125</i>	3,25E-16	1,20E-10
<i>CR51</i>	9,02E-19	2,34E-13
Total	1,09E-11	1,91E-07

Activité ingérée annuellement (Bq/an) – groupe « pêcheur »

	<i>Poissons</i>	<i>Crustacés</i>	<i>Mollusques</i>
<i>H3</i>	2,84E+02	9,94E+01	1,01E+02
<i>C14</i>	5,10E+02	1,50E+02	1,50E+02
<i>AG110M</i>	2,01E-01	3,52E-01	7,05E+00
<i>CO58</i>	7,31E-02	2,56E-01	2,56E-01
<i>CO60</i>	1,06E-01	3,71E-01	3,71E-01
<i>CS134</i>	9,88E-03	2,08E-03	6,92E-04
<i>CS137</i>	1,67E-02	3,50E-03	1,17E-03
<i>I131</i>	4,12E-04	1,44E-03	1,44E-03
<i>MN54</i>	4,77E-02	3,34E-02	3,34E-01
<i>SB124</i>	1,73E-01	1,82E-02	6,06E-03
<i>TE123M</i>	9,18E-02	3,21E-01	3,21E-01
<i>NI63</i>	1,69E-01	1,19E-02	1,19E-02
<i>SB125</i>	2,88E-01	3,02E-02	1,01E-02
<i>CR51</i>	8,47E-03	3,71E-03	3,71E-03

Dose efficace totale – groupe « pêcheur »

	<i>Ingestion produits de la mer (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	1,02E-08
<i>C14</i>	4,70E-07
<i>AG110M</i>	2,13E-08
<i>CO58</i>	4,33E-10
<i>CO60</i>	2,88E-09
<i>CS134</i>	2,40E-10
<i>CS137</i>	2,78E-10
<i>I131</i>	7,25E-11
<i>MN54</i>	2,94E-10
<i>SB124</i>	4,93E-10
<i>TE123M</i>	1,03E-09
<i>NI63</i>	2,90E-11
<i>SB125</i>	3,61E-10
<i>CR51</i>	6,04E-13
Total	5,08E-07

EXPOSITION EXTERNE PAR BAINNADE ET SEJOURS SUR LA PLAGES

Le facteur de dilution de l'eau de mer pris en compte pour ce calcul est de 0,07.

Activité massique du sable

	<i>Activité massique du sable (Bq/kg)</i>
<i>H3</i>	2,57E+00
<i>C14</i>	5,68E-03
<i>AG110M</i>	1,52E-04
<i>CO58</i>	3,68E-04
<i>CO60</i>	5,33E-04
<i>CS134</i>	4,48E-04
<i>CS137</i>	7,56E-04
<i>I131</i>	3,46E-07
<i>MN54</i>	3,92E-05
<i>SB124</i>	6,53E-05
<i>TE123M</i>	9,63E-05
<i>NI63</i>	1,14E-03
<i>SB125</i>	1,09E-04
<i>CR51</i>	1,19E-05
Total	2,58E+00

Dose efficace due à l'exposition externe – groupe de référence et groupe « pêcheur »

	<i>Plage (Sv/an)</i>	<i>Baignade (Sv/an)</i>	<i>Total (Sv/an)</i>
<i>H3</i>	0	0	0
<i>C14</i>	0	0	0
<i>AG110M</i>	4,02E-12	3,58E-14	4,06E-12
<i>CO58</i>	3,39E-12	4,55E-14	3,43E-12
<i>CO60</i>	1,33E-11	1,75E-13	1,35E-11
<i>CS134</i>	6,56E-12	1,96E-14	6,58E-12
<i>CS137</i>	3,99E-12	1,19E-14	4,00E-12
<i>I131</i>	1,16E-15	9,89E-16	2,14E-15
<i>MN54</i>	3,12E-13	5,12E-15	3,17E-13
<i>SB124</i>	1,18E-12	2,07E-14	1,20E-12
<i>TE123M</i>	9,32E-14	7,98E-16	9,40E-14
<i>NI63</i>	0	0	0
<i>SB125</i>	4,10E-13	7,63E-15	4,18E-13
<i>CR51</i>	3,20E-15	4,23E-17	3,24E-15
Total	3,33E-11	3,23E-13	3,36E-11

ANNEXE E2

Impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux
de la tranche EPR en fonctionnement normal
implantée sur le site de Flamanville



Nbre de pages : 78
Nbre d'annexes : 5

Rédacteur(s) : Sophie CHAMPEL; Séverine CELSE

Domaine d'application : Flamanville

Thème : Environnement

Titre : **Impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux
de la tranche EPR en fonctionnement normal implantée
sur le site de FLAMANVILLE - Dossier de DAC**

E	L	I	ER	/	06	00300	B	BPE
---	---	---	----	---	----	-------	---	-----

Imputation : E230/028431/II-PROJ-L
Affaire Technique :

Type de document : NOTE

Mots-clés : EPR - DAC - Flamanville - Rejets radioactifs gazeux - Doses

Résumé : Cette note présente l'évaluation des conséquences radiologiques dues aux rejets radioactifs gazeux d'une tranche EPR implantée sur le site de Flamanville, en fonctionnement normal, dans le cadre de la rédaction du dossier de DAC d'une troisième tranche nucléaire sur le site de FLAMANVILLE. Les calculs sont effectués à l'aide du code de calcul MIRRAGE.

Documents associés :

Confidentiel	<input type="checkbox"/>	L'initiateur établit une liste nominative des destinataires. Chacun d'eux reçoit un exemplaire numéroté et ne peut étendre la diffusion sans l'accord de l'initiateur.
Diffusion Restreinte	<input type="checkbox"/>	L'initiateur établit une liste explicite des destinataires. Chacun d'eux peut étendre la diffusion sous sa responsabilité et dans sa Division (sur la base d'une liste explicite).
Accès EDF	<input type="checkbox"/>	Ne peut être transmis à l'extérieur d'EDF que par un Chef de Département.
Accès Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Document public
		© EDF 2006

CIDEN

CENTRE D'INGÉNIERIE DÉCONSTRUCTION ET ENVIRONNEMENT

CIDEN	Impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux de la tranche EPR en fonctionnement normal implantée sur le site de FLAMANVILLE - Dossier de DAC	Page : 2 / 78	
		Réf. : EL I ER / 06 00300	
		Indice : B	
FICHE DE CONTRÔLE			
Document important pour la sûreté (IPS) :	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>	
Document important pour la gestion des déchets :	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>	
Document important pour l'environnement :	OUI <input checked="" type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>	
Document important pour la radioprotection :	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>	
Document important pour la sécurité du personnel :	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>	
Qualité Surveillée	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>	
Prédiffusion formalisée (indice en cours):	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>	
Après de :			
Vérification Indépendante:	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>	
Si vérification indépendante demandée, document envoyé à : (Nom / Société) :			
Indice de la note	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
	Nom – Visa - Date	Nom – Visa - Date	Nom – Visa - Date
A Prédiffusée <input type="checkbox"/>	CHAMPEL S. P.o. M. PAPAPOULOS CELSE S. Visé le 16/03/2006	VERMOGEN M. Visé le 16/03/2006	BOURBONNAIS C. Visé le 17/03/2006
B Prédiffusée <input type="checkbox"/>	S. CHAMPEL 30/03/2006 S. CELSE 30/03/2006 P.O. Papadopoulos M. PAPAPOULOS	M. VERMOGEN 30/03/06	C. BOURBONNAIS 30/03/06
C Prédiffusée <input type="checkbox"/>			
D Prédiffusée <input type="checkbox"/>			
E Prédiffusée <input type="checkbox"/>			

SOMMAIRE

1.	OBJET DE LA NOTE	4
2.	RÉFÉRENCES	4
3.	MÉTHODOLOGIE ET HYPOTHÈSES RETENUES	5
3.1.	ÉVALUATION DES TRANSFERTS PAR LES DIFFÉRENTS VECTEURS	7
3.1.1.	Dispersion atmosphérique.....	7
3.1.1.1.	Détermination des CTA en conditions de diffusion normale et mauvaise	8
3.1.1.2.	Détermination des CTA pondérés et choix du groupe de référence	10
3.1.2.	Dépôt au sol.....	11
3.1.3.	Transfert le long des chaînes alimentaires	12
3.1.3.1.	Halogènes et aérosols	12
3.1.3.2.	Tritium.....	13
3.1.3.3.	Carbone 14	13
3.2.	EVALUATION DE LA DOSE EFFICACE ANNUELLE	14
4.	RÉSULTATS	15
4.1.	CONSÉQUENCES RADIOLOGIQUES DES REJETS GAZEUX « MAXIMUMS »	15
4.2.	CONSÉQUENCES RADIOLOGIQUES DES REJETS GAZEUX « RÉALISTES » (I.E. PERFORMANCES ATTENDUES DE LA TRANCHE EPR)	15
	ANNEXE 1 - PARAMÈTRES UTILISÉS DANS L'ÉTUDE	16
	ANNEXE 2 - RÉSULTATS DE L'ÉTUDE - REJETS « MAXIMUMS »	27
	ANNEXE 3 - RÉSULTATS DE L'ÉTUDE - REJETS « RÉALISTES » (I.E. PERFORMANCES ATTENDUES)	30
	ANNEXE 4 - FICHIERS RÉSULTATS DU CODE DE CALCUL MIRRAGE - CALCUL « AUX REJETS MAXIMUMS »	33
	ANNEXE 5 - FICHIERS RÉSULTATS DU CODE DE CALCUL MIRRAGE - CALCUL AUX « REJETS RÉALISTES » (I.E. PERFORMANCES ATTENDUES)	56

1. OBJET DE LA NOTE

Cette note présente l'évaluation des conséquences radiologiques dues aux rejets radioactifs gazeux de la tranche EPR implantée sur le site de Flamanville en fonctionnement normal, dans le cadre de la rédaction du dossier de Demande d'Autorisation de Création (DAC) d'une troisième tranche nucléaire sur le site de Flamanville.

Elle regroupe toutes les hypothèses de calcul et données utilisées, ainsi que les résultats obtenus. Cette note constitue une annexe de la pièce E du dossier cité ci-dessus.

Liste des mises à jour	Objet
Indice A	Création de la note
Indice B	Corrections de forme

2. RÉFÉRENCES

- [1] Note EDF/SEPTEN ENTEAG030270 ind A - 08/01/2004 - "Note de principe du code de calcul MIRRAGE"
- [2] Dossier de demande d'autorisation de création d'une troisième tranche nucléaire sur le site de Flamanville
- [3] Note EDF/SEPTEN E.N.T.TH/01.00339A - 10/04/2001 - "Code de calcul MIRRAGE avec un domaine d'utilisation étendu : paramètres d'entrée, valeurs par défaut"
- [4] Note EDF/SEPTEN ENTEAG030271 ind A - 08/01/2004 - "Code de calcul MIRRAGE : paramètres d'entrée ; valeurs par défaut"
- [5] Rapport CEA R-3945 (1970) - R. LE QUINIO - "Évaluation de la diffusion d'effluents gazeux en atmosphère libre à partir d'une source ponctuelle continue, Abaques et commentaires"
- [6] Rapport METEO France SEFDDI00724 - 02/03/2005 - "Climatologie et conditions de dispersion du site de Flamanville (1994 - 2003), version 1"
- [7] Note EDF/EE/IDE/JSE/94200 ind A - 06/01/1995 - "Procédures administratives relatives aux rejets radioactifs - Évaluation des conséquences radiologiques dans l'environnement"

- [8] Note ETIGDS/980162 ind C - 20/06/2000 - "Évaluation des conséquences radiologiques dues aux rejets radioactifs gazeux de la centrale de FLAMANVILLE en fonctionnement normal – Mise à jour du Rapport de Sûreté de site"
- [9] Note DE/REC EPWC0014Z000490RECECP - 28/12/1981 - "Proposition et justification du calage du niveau supérieur des cheminées de rejet des effluents gazeux des îlots nucléaires de la centrale de Flamanville (1^{ère} et 2^{ème} tranches)"
- [10] Note EDF/CIDEN ELIER 0500822 ind A – 09/2005 – « Définition des spectres types des rejets radioactifs liquides et gazeux des tranches REP en exploitation utilisés pour les calculs d'impact dosimétrique »
- [11] Note EDF/CIDEN ELIER 0500415 ind A – 01/2006 – « Guide référentiel des dossiers de rejets – Pratiques actuelles d'évaluation de l'impact sanitaire des rejets d'effluents radioactifs gazeux en fonctionnement normal »
- [12] Note EDF/CIDEN ELIER 0501056 ind B – 11/2005 – « Rations alimentaires : méthodes de calcul »

3. MÉTHODOLOGIE ET HYPOTHÈSES RETENUES

L'évaluation des conséquences sanitaires des rejets radioactifs gazeux est faite au moyen du code de calcul MIRRAGE¹ qui détermine, à partir des activités rejetées annuellement, le niveau d'exposition reçu par les personnes du public vivant au voisinage de la centrale.

Cette modélisation analytique s'appuie sur un ensemble d'hypothèses simplificatrices et conservatoires, qui donne un ordre de grandeur de l'exposition maximale des personnes du public.

L'évaluation est faite en considérant :

- d'une part, les rejets « maximums » de la tranche EPR, calcul dit « aux rejets maximums » (réf. [2]),
- et d'autre part, les performances attendues de la tranche EPR, calcul dit « aux rejets réalistes » (réf. [2]).

L'ensemble des radionucléides et des activités rejetées pris en compte dans les calculs est présenté dans les tableaux 1a et 1b en Annexe 1.

¹ MIRRAGE (Méthode d'évaluation de l'Impact des Rejets Radioactifs Gazeux dans l'Environnement en fonctionnement normal) - Code de calcul développé par EDF/SEPTEN (Version V 2.0.5 expert) (réf. [1]).

Les voies d'exposition prises en compte sont les suivantes :

- l'exposition externe au panache radioactif,
- l'exposition externe au dépôt radioactif au sol,
- l'exposition interne par inhalation du panache,
- l'exposition interne par ingestion d'aliments contaminés.

La dose efficace due à l'exposition externe pour le nourrisson (réf.[11]) est calculée à partir de la dose efficace due à l'exposition externe pour l'adulte (qui est supposé rester 100% du temps à l'extérieur), en considérant que le nourrisson passe 80 % du temps à l'intérieur des habitations et que l'habitat apporte un facteur de protection de 0,15 pour l'exposition externe au panache et de 0,05 pour l'exposition externe au dépôt au sol (valeurs utilisées dans le cadre des études réalisées par le Groupe Radioécologie Nord Cotentin).

L'exposition externe due à la remise en suspension est négligée pour les raisons suivantes : sur la base d'une contamination surfacique de $2,44 \text{ Bq/m}^2$ (calcul « aux rejets maximums ») déterminée au hameau Les Hougues (groupe de référence retenu cf §3.1.1), et en considérant un facteur de remise en suspension de 10^{-8} m^{-1} (valeur utilisée dans le cadre des études Nord-Cotentin correspondant à l'ambiance généralement rencontrée), l'impact dosimétrique dû à la remise en suspension dans l'air des dépôts au sol (vents, pratiques culturelles ...) est négligeable puisque la concentration dans l'air, estimée à $2,98 \text{ Bq/m}^3$ pour le lieu le plus exposé, serait augmentée de $2,44 \cdot 10^{-8} \text{ Bq/m}^3$ environ. Pour un calcul « aux rejets réalistes », la concentration dans l'air, estimée à $1,86 \cdot 10^{-1} \text{ Bq/m}^3$ pour le lieu le plus exposé, serait augmentée de $3,88 \cdot 10^{-10} \text{ Bq/m}^3$ environ.

Les coefficients de transfert atmosphérique, traduisant l'importance de l'activité volumique en un point, ont été estimés par trois méthodes indépendantes : modèle numérique « Le Quinio », essais sur maquette en soufflerie et campagne de traçage sur site (cf. §3.1.1).

Les lieux retenus pour les calculs sont les suivants :

- Diélette
- Les Hougues
- La Berquerie
- Hameau Guérard
- Flamanville
- La Coquaise

Ces lieux donnent une vision représentative de l'ensemble des situations rencontrées autour du site. La figure 1 de l'Annexe 1 situe géographiquement ces différents lieux. Les caractéristiques de ces lieux sont présentées dans le tableau 2 en Annexe 1.

Les résultats de calcul de dispersion conduisent à retenir comme groupe de référence vis à vis des rejets gazeux le hameau Les Hougues, situé à environ 650 m de la cheminée de la tranche EPR dans la direction 60°² (cf. §3.1.1). Les habitants de ce lieu sont supposés rester toute l'année dans leur hameau et consommer exclusivement des produits locaux.

La durée de fonctionnement de l'installation est de 60 ans.

Les valeurs des principaux paramètres utilisés dans les calculs sont rappelées dans les différents tableaux de l'Annexe 1.

Les valeurs par défaut du code, non mentionnées dans cette note, sont regroupées réf. [3] et [4]. Les valeurs mentionnées mais non référencées dans cette note, sont regroupées réf. [3] et [4].

3.1. ÉVALUATION DES TRANSFERTS PAR LES DIFFÉRENTS VECTEURS

Le site de Flamanville est situé en bord de mer en pied de falaise. La diffusion atmosphérique à courte distance est fortement influencée par les particularités topographiques du site. Le calcul de la dispersion atmosphérique est spécifique à ce site.

Le site de Flamanville est installé sur une plate-forme réalisée par excavation de la falaise à 12,40 m NGF. Les matériaux extraits ont été mis en remblais en mer à l'abri de digues et prolongent la plate-forme. L'altitude de la falaise au niveau du site est d'environ 80 m NGF.

La tranche EPR devrait être implantée à côté de la tranche 2. Les effluents radioactifs gazeux de la tranche EPR seront rejetés par la cheminée de ventilation du BAN. On considère que les rejets auront lieu à une trentaine de mètres au-dessus de la falaise, la hauteur des rejets de la tranche EPR devant être équivalente à celle des rejets des tranches 1-2, i.e. de l'ordre de 110 m NGF.

Dans les calculs, les débits d'activité vers l'atmosphère sont considérés comme constants, sachant que sur l'ensemble de l'année, les irrégularités n'ont que très peu d'effet.

3.1.1. Dispersion atmosphérique

Le transfert des éléments radioactifs rejetés avec les effluents gazeux fait intervenir, en premier lieu, la diffusion de ces effluents dans l'atmosphère qui permet d'évaluer l'activité volumique de l'air dans l'environnement.

La concentration atmosphérique en un point est fonction d'une part du débit de rejet et d'autre part d'un coefficient de transfert atmosphérique (CTA) qui tient compte de la distance au point de rejet et des conditions météorologiques.

² L'angle 0° indique la direction du Nord. Le sens de rotation angulaire est l'inverse du sens trigonométrique.

Pour les sites en plaine, ce CTA est déterminé sur la base de modèles utilisant un grand nombre de données expérimentales (modèle IPSN - abaques "Le Quinio" réf. [5]).

Pour les sites présentant une topographie irrégulière (comme les sites « falaise »), l'analyse de la dispersion est complétée par des essais physiques. Pour le site de Flamanville, deux types d'essai ont été réalisés :

- des essais sur maquette en soufflerie,
- des expériences de traçage in situ.

Les paragraphes suivants présentent :

- la détermination des CTA en conditions de diffusion normale et mauvaise à partir des différents types d'essais,
- la détermination des CTA pondérés obtenus à partir des CTA en conditions de diffusion normale et mauvaise et des données météorologiques,
- le choix du groupe de référence.

3.1.1.1. Détermination des CTA en conditions de diffusion normale et mauvaise

3.1.1.1.1. *Calculs à partir des abaques « Le Quinio »*

Le modèle gaussien de dispersion atmosphérique « Le Quinio » considère deux conditions de diffusion :

- si la turbulence est forte, une condition de diffusion « normale »,
- si la turbulence est faible, une condition de diffusion « mauvaise ».

Les équations permettant de calculer les CTA correspondant à chaque type de diffusion sont présentées ci-après (réf. [1] et [5]) ; elles supposent un rejet au niveau du sol :

- $CTA_{diffusion\ normale} = 8,4634 \cdot 10^{-3} \cdot x^{-1,2}$ (x : distance au point de rejet)
- $CTA_{diffusion\ mauvaise} = 8,988 \cdot 10^{-3} \cdot x^{-1,3782}$

3.1.1.1.2. *Calculs à partir des essais de diffusion sur maquette en soufflerie*

L'École Centrale de Lyon a réalisé en 1980 une étude en soufflerie sur une maquette au 1/600^{ème} représentant le site de Flamanville et sa topographie définitive jusqu'à 3 km environ (réf. [9]).

La diffusion atmosphérique des effluents gazeux a été étudiée pour plusieurs directions de vent (Nord-Ouest, Ouest et Sud-Ouest), le rejet étant positionné au niveau de la cheminée de la tranche 1.

Ces essais, disponibles pour différentes hauteurs de cheminée (87,4 m NGF, 99,9 m NGF, 112,4 m NGF et 122,4 m NGF), ont permis de fixer la côte des niveaux supérieurs des deux cheminées (tranches 1 et 2) à 110 m NGF.

Ils permettent également de déterminer les coefficients de transfert atmosphérique pour des conditions de diffusion normale.

Ces essais seront donc utilisés pour déterminer les CTA en conditions de diffusion normale pour la tranche EPR, étant donné la hauteur de rejet prévue (équivalente à celle des tranches actuelles).

Pour effectuer la transposition du CTA maquette au CTA site, plusieurs corrections ont été prises en compte :

- une correction d'échelle ;
- une correction concernant la turbulence : la direction moyenne du vent est stable en soufflerie. Dans la réalité, pour des durées d'observations (donc de rejet) prolongées, une heure par exemple, le vent subit de lentes variations en vitesse et en direction dues aux turbulences de l'atmosphère à grande échelle, et qui ne peuvent être reproduites en soufflerie. Par conséquent, pour tenir compte de ces turbulences, les valeurs obtenues avec la maquette ont été divisées par 2 ;
- une correction concernant la vitesse de vent (prise en compte de la vitesse moyenne réelle du vent dans la direction considérée, issue du rapport météo (réf. [6])).

Les valeurs de CTA présentées dans le tableau suivant correspondent aux CTA maximaux en condition normale de diffusion pour des rejets au niveau 110 m NGF, dans les trois directions considérées. Les valeurs maximales sont obtenues pour des distances au point de rejet se situant selon les cas entre 900 et 1000 m.

	Vent de S.O.	Vent de O.	Vent de N.O.
« CTA soufflerie » maximal (s/m ³)	5.10 ⁻⁵	3,1.10 ⁻⁵	1,9.10 ⁻⁵

En condition de diffusion mauvaise, les coefficients de transfert atmosphérique ne peuvent pas être vérifiés sur modèle physique ; si la turbulence est faible, le panache reste confiné à une épaisseur verticale relativement plus faible et donc son impact avec le sol se produit plus loin de la source et avec des valeurs maximales généralement plus faibles. On considère que quelles que soient les conditions de diffusion, la falaise induit un phénomène de turbulence mécanique. On retiendra donc en situation de diffusion normale et mauvaise les mêmes coefficients de diffusion.

3.1.1.1.3. *Calculs à partir de la campagne de traçage sur le site*

En vue de vérifier les coefficients de diffusion atmosphérique déduits des essais sur maquette, une campagne de mesures in situ a été confiée au Centre d'Études Nucléaires de Cadarache (réf. [8]).

Le rejet d'effluents a été simulé par une émission d'hexafluorure de soufre (SF₆) au niveau de rejet retenu, soit 110 m NGF à proximité de la tranche 1, au mois de juin 1982, donc à une époque où les principaux bâtiments étaient déjà élevés de sorte que le site présentait pratiquement son aspect définitif.

Nous utiliserons donc ces essais pour déterminer les CTA en conditions de diffusion normale pour la tranche EPR, étant donné la hauteur de rejet prévue (équivalente à celle des tranches actuelles).

Les concentrations en SF₆ dans le panache ont été mesurées à l'aide d'un réseau de 40 enregistreurs fixes répartis autour de la centrale à différentes distances. Les mesures ont eu lieu pour plusieurs situations météorologiques.

Dans le cas du vent d'Ouest, les observations ont eu lieu avec des situations météorologiques variables. L'importance des conditions météorologiques est apparue avec netteté puisque, suivant les cas, la valeur du coefficient de diffusion atmosphérique peut être augmentée d'un facteur 10. Seule la valeur maximale est présentée.

A 1000 m, les valeurs suivantes de CTA sont données :

	Vent de S.O.	Vent de O.	Vent de N.O.
« CTA mesuré in situ » (s/m ³)	6,2.10 ⁻⁶	9,6.10 ⁻⁶	4,5.10 ⁻⁶

A l'identique des essais sur maquette, on retiendra en situation de diffusion normale et mauvaise, les mêmes coefficients de diffusion.

3.1.1.2. Détermination des CTA pondérés et choix du groupe de référence

Afin de tenir compte des conditions atmosphériques réelles sur le site de Flamanville, les CTA en conditions de diffusion normale et mauvaise, obtenus par les différentes méthodes explicitées au §3.1.1.1, doivent être pondérés par les données météorologiques locales qui prennent en compte notamment les proportions de temps sec et de temps de pluie, la fréquence du vent dans la direction du lieu pour lequel le calcul est effectué et la probabilité d'être en conditions de diffusion "normale" ou "mauvaise" par temps sec et par temps de pluie.

Les valeurs météorologiques utilisées pour effectuer cette pondération sont issues du rapport de Météo-France du site de Flamanville sur la période janvier 1994 - décembre 2003 (réf. [6]). Les caractéristiques de transfert atmosphérique retenues pour le calcul sont présentées dans le tableau 2 de l'annexe 1.

Les distances au point de rejet prises en compte pour le calcul correspondent à la situation de l'habitation la plus proche dans une direction donnée.

La rose des vents interannuelle du site sur la période 1994-2003, par temps sec et par temps de pluie, est présentée figure 3 de l'annexe 1.

Les CTA pondérés obtenus à partir des résultats des 3 méthodes sont présentés dans le tableau suivant :

	Diélette	Les Hougues	La Berquerie	Flamanville	Hameau Guérard	La Coquaise
Distance du point de rejet (m)	1150	650	700	1250	750	950
Direction du vent ³	SO	SO	O	NO	NO	NO
« CTA soufflerie » pondéré	$2,97.10^{-6}$	$3,55.10^{-6}$	$2,09.10^{-6}$	$1,50.10^{-6}$	$9,88.10^{-7}$	$9,88.10^{-7}$
« CTA Le Quinio » pondéré	$1,85.10^{-7}$	$4,69.10^{-7}$	$4,03.10^{-7}$	$2,20.10^{-7}$	$2,84. 10^{-7}$	$2,08.10^{-7}$
« CTA traçage » pondéré	$3,68.10^{-7}$	$4,40.10^{-7}$	$6,47.10^{-7}$	$3,55.10^{-7}$	$2,34.10^{-7}$	$2,34.10^{-7}$

Les CTA obtenus à partir des essais en soufflerie (les plus pénalisants) sont retenus pour la suite des études.

Parmi les lieux étudiés, le CTA le plus pénalisant correspond au CTA du hameau Les Hougues, à savoir $3,55.10^{-6}$ s/m³.

Par conséquent, le groupe de référence retenu correspond au hameau Les Hougues situé à 650 m du point de rejet dans la direction 60°.

3.1.2. Dépôt au sol

Pour l'exposition externe due au dépôt au sol, le calcul ne prend pas en compte :

- ✓ les gaz rares, chimiquement inertes, qui ne se déposent pas,
- ✓ le tritium, présent sous forme d'eau tritiée, qui ne s'accumule pas à la surface du sol,
- ✓ le carbone 14, émetteur d'un rayonnement ionisant (β pur) à faible pouvoir de pénétration dans l'atmosphère.

Une partie de l'activité de l'air est transférée au sol par dépôt, selon des lois différentes en fonction du type de temps, sec ou pluvieux.

La terre fixe les radionucléides par sorption, l'eau de pluie les entraîne par lessivage, l'équilibre entre les deux actions conduit à une "accumulation-décroissance". Un coefficient d'"accumulation-décroissance" du radionucléide au cours du temps comptabilise l'ensemble des apports compte tenu de la décroissance radioactive et des pertes écologiques.

³ La direction du vent est définie par rapport au point de rejet de la tranche EPR, positionné d'après la pièce F de la référence [2].

La vitesse de dépôt sur le sol nu est de 10^{-2} m/s pour les iodes⁴ et 5.10^{-3} m/s pour les aérosols.

Le taux de lavage du panache par la pluie est de 7.10^{-5} s⁻¹ pour les iodes et 3.10^{-4} s⁻¹ pour les aérosols.

Le facteur de transfert entre l'atmosphère et l'eau de pluie est de 0,12 m²/L pour les iodes et 0,5 m²/L pour les aérosols.

3.1.3. Transfert le long des chaînes alimentaires

Les gaz rares ne sont pas considérés dans ces calculs car ils n'entrent pas dans la chaîne alimentaire du fait qu'ils ne sont pas métabolisés par les végétaux.

3.1.3.1. Halogènes et aérosols

- *Transfert dans les produits d'origine végétale*

Le transfert dans le milieu végétal se fait par le dépôt sec des radionucléides sur le végétal, les apports de radionucléides par l'eau de pluie et les apports dus à l'accumulation des radionucléides dans le sol.

L'intervalle de temps entre deux jours de pluie est de 4 jours.

Le rendement cultural en poids frais est pris égal à 0,5 kg frais/m² pour tous les végétaux, ce facteur traduit la capacité de captation de la surface du végétal où se dépose le radionucléide.

L'irrigation annuelle est fixée à 200 L/m².an pour tous les végétaux.

La pluviométrie en moyenne annuelle est de 824,7 mm/an, et l'évapotranspiration potentielle totale annuelle est de 663,9 mm/an environ (réf. [6]).

Pour l'homme, la ration alimentaire se compose de légumes feuilles, légumes racines et légumes fruits ; pour les bovins, elle se compose d'herbe et de foin.

- *Transfert dans les produits d'origine animale*

Les produits considérés dans la ration alimentaire de l'homme sont le lait et la viande de bœuf.

Le transfert dans le milieu animal se fait par ingestion de végétaux contaminés, abreuvement d'eau de pluie contaminée et inhalation de radionucléides présents dans l'atmosphère.

La ration alimentaire du bovin et les facteurs de transfert au lait et à la viande sont donnés dans les tableaux 5 et 6 en annexe 1.

La ration retenue pour le bovin est extraite des études du GRNC (réf. [12]).

⁴ L'iode est considérée sous forme moléculaire I₂, ce qui est une hypothèse majorante.

On tient compte de la décroissance radioactive liée au stockage des produits de l'alimentation du bovin.

- *Transfert à l'homme*

La ration alimentaire de l'homme (réf. [12]), retenue pour les calculs, est présentée dans le tableau 4 en annexe 1 ; elle est extraite de l'enquête CREDOC de 1998 et regroupe, sous une même dénomination, l'ensemble des produits appartenant à une même catégorie d'aliments. On suppose que les habitants consomment exclusivement les produits locaux.

On tient compte de la décroissance radioactive liée au stockage des produits de l'alimentation de l'homme.

3.1.3.2. Tritium

Le transfert du tritium dans les produits végétaux et animaux est traité séparément de la façon suivante : le tritium se retrouve dans les différents compartiments où l'eau est présente en phase vapeur ou liquide.

A l'échelle annuelle, le tritium présent dans le végétal ne se cumule pas, mais s'équilibre entre ces différents compartiments, et par exemple se trouve être relié à l'humidité moyenne de l'atmosphère ; l'hydrogène étant un constituant de la matière organique, le tritium se retrouvera également dans celle-ci par suite de la synthèse chlorophyllienne.

La concentration dans un produit animal tient compte de l'atmosphère tritiée inhalée par l'animal et de l'eau d'abreuvement tritiée consommée par l'animal. On suppose un coefficient de fixation du tritium sur la matière organique des animaux de 0,5 et une proportion d'eau dans le poids frais égale à 0,6 pour la viande et 0,88 pour le lait (réf. [1]).

L'humidité atmosphérique relative et la température en moyenne annuelle sont respectivement de 82,9 % et 11,7 °C, l'humidité atmosphérique absolue à saturation en moyenne annuelle est donc de 10,25 g/m³ et l'humidité atmosphérique absolue en moyenne annuelle de 8,92 g/m³ (réf. [6] et [7]).

Le taux de lavage du panache par la pluie et le facteur de transfert entre l'atmosphère et l'eau de pluie sont respectivement de 2.10⁻⁴ s⁻¹ et de 0,2 m²/L pour le tritium.

La proportion d'eau contenue dans le poids frais du végétal est donnée par végétal dans les tableaux 4 et 5 en annexe 1.

3.1.3.3. Carbone 14

Le ¹⁴C sous forme de CO₂ est incorporé à la matière organique des végétaux au cours de la photosynthèse. A l'équilibre, l'activité spécifique du carbone végétal est égale à l'activité spécifique du carbone atmosphérique.

La forme organique CH_4 ne participe pas à la photosynthèse et, par suite, ne se transfère pas directement aux végétaux et aux animaux. Le méthane est oxydé progressivement dans l'atmosphère dans une suite de réactions photochimiques, qui aboutissent à la formation de dioxyde de carbone qui ne peut être prise en compte à l'échelle locale (réactions très lentes).

Par conséquent, pour les transferts par la chaîne alimentaire, les calculs sont effectués en ne tenant compte que du ^{14}C sous forme de $^{14}\text{CO}_2$ (forme minérale), soit 20 % du ^{14}C total rejeté.

La concentration en ^{14}C dans les produits alimentaires est fonction de la concentration atmosphérique moyenne du ^{14}C sous forme minérale, de la fraction de carbone stable dans le produit et de la concentration atmosphérique en carbone stable fixée à $0,19 \text{ g/m}^3$ (réf. [1]).

La fraction de carbone stable dans les aliments est présentée dans le tableau 7 en annexe 1.

3.2. EVALUATION DE LA DOSE EFFICACE ANNUELLE

Les facteurs de dose, pour l'exposition externe au panache et au dépôt au sol, sont présentés dans le tableau 8 en annexe 1, ils sont extraits du Federal Guidance n°12.

Le tritium et le carbone 14 ne sont pas concernés, l'exposition externe à ces deux radioéléments étant négligée.

Les facteurs de dose efficace pour les voies d'exposition par ingestion et par inhalation sont présentés dans le tableau 9 en annexe 1.

Pour la voie ingestion, les valeurs sont extraites de l'arrêté⁵ du 1^{er} septembre 2003, extrait du J.O. de la République Française du 13 novembre 2003.

Pour la voie inhalation, les valeurs sont également extraites de l'arrêté du 1^{er} septembre 2003. Le type de clairance⁶ pulmonaire pris en compte est généralement celui recommandé par la CIPR 71 s'il existe, sinon la forme la plus pénalisante est considérée.

Le tritium est considéré sous forme d'eau tritiée et l'iode sous forme moléculaire.

Pour l'exposition par inhalation, la totalité du ^{14}C rejeté est prise en compte, en supposant que 80 % sont rejetés sous forme organique (CH_4) et 20 % sous forme minérale (CO_2 principalement).

⁵ Arrêté du 1er septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.

⁶ La clairance est le coefficient d'épuration correspondant à l'aptitude d'un tissu, d'un organe, à éliminer une substance.

Le volume d'air inhalé est pris égal à 8400 m³/an pour l'adulte, et à 1100 m³/an pour le nourrisson (réf. [4]).

Les gaz rares n'entrent pas dans le calcul de l'exposition par inhalation. En effet, la dose par inhalation des gaz rares est négligée : « Pour la plupart des radionucléides du type gaz inerte, l'exposition interne résultant de gaz absorbés dans les tissus de l'organisme ou contenus dans les poumons est négligeable si on la compare à l'exposition externe de la peau et des autres organes lorsqu'une personne est immergée dans un gaz radioactif. » (extrait de l'arrêté du 1^{er} septembre 2003 du J.O. de la République Française du 13 novembre 2003).

L'article R1333.8 du Code de la Santé Publique fixe la limite de dose efficace annuelle totale, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, à 1 mSv pour les personnes du public (hors exposition à la radioactivité naturelle et hors pratiques médicales).

4. RÉSULTATS

Les doses efficaces totales par voie d'exposition et par radionucléide pour le groupe de référence Les Hougues sont présentées en annexes 2 (rejets « maximums ») et 3 (rejets « réalistes », i.e. performances attendues).

Les résultats détaillés (doses, activités volumiques de l'air, activités surfaciques, activités massiques des aliments, activités ingérées et inhalées par l'individu) sont présentés dans les fichiers résultats en annexes 4 et 5 pour le groupe de référence retenu et, à titre indicatif, pour tous les lieux étudiés.

4.1. CONSÉQUENCES RADIOLOGIQUES DES REJETS GAZEUX « MAXIMUMS »

La dose efficace annuelle, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus est estimée pour l'adulte à environ 3.10⁻⁶ Sv/an, soit environ **3 µSv/an, au hameau Les Hougues** (650 m, 60°), ce qui représente environ 3/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

Concernant le nourrisson, la dose efficace annuelle, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée à moins de 6.10⁻⁶ Sv/an, soit moins de **6 µSv/an, au hameau Les Hougues.**

4.2. CONSÉQUENCES RADIOLOGIQUES DES REJETS GAZEUX « RÉALISTES » (I.E. PERFORMANCES ATTENDUES DE LA TRANCHE EPR)

La dose efficace annuelle, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus est estimée pour l'adulte à moins de 6.10⁻⁷ Sv/an, soit **0,6 µSv/an, au hameau Les Hougues,** ce qui représente moins de 6/10 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv.

Concernant le nourrisson, la dose efficace annuelle, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée à moins de 2.10⁻⁶ Sv/an, soit moins de **2 µSv/an, au hameau Les Hougues.**

ANNEXE 1 - PARAMÈTRES UTILISÉS DANS L'ÉTUDE

Tableau 1a - Radionucléides et activités rejetés pris en compte dans les calculs « aux rejets maximums » pour la tranche EPR

Radionucléides	Rejets « maximums » en GBq.an ⁻¹ (spectre) ⁷
Kr 85	3 127,5 (13,9 %)
Xe 133	14 197,5 (63,1 %)
Xe 135	4 455 (19,8 %)
Ar 41	652,5 (2,9 %)
Xe 131m	67,5 (0,3 %)
Total Gaz rares	22 500
I 131	0,1824 (45,6 %)
I 133	0,2176 (54,4 %)
Total Iodes	0,4
Co 58	0,0867 (25,5 %)
Co 60	0,10234 (30,1 %)
Cs 134	0,07956 (23,4 %)
Cs 137	0,0714 (21 %)
Total PF/PA	0,340
H3	3 000
C 14	900

⁷ Le spectre est établi à partir de la moyenne des rejets radioactifs gazeux des tranches 1300 MWe sur la période 2002 - 2004 (réf. [10]).

**Tableau 1b - Radionucléides et activités rejetés pris en compte dans les calculs
« aux rejets réalistes » (i.e. performances attendues) pour EPR**

Radionucléides	Rejets « réalistes » en GBq.an ⁻¹ (spectre) ⁸
Kr 85	111,2 (13,9 %)
Xe 133	504,8 (63,1 %)
Xe 135	158,4 (19,8 %)
Ar 41	23,2 (2,9 %)
Xe 131m	2,4 (0,3 %)
Total Gaz rares	800
I 131	0,0228 (45,6 %)
I 133	0,0272 (54,4 %)
Total Iodes	0,05
Co 58	0,000102 (25,5 %)
Co 60	0,0001204 (30,1 %)
Cs 134	0,0000936 (23,4 %)
Cs 137	0,000084 (21 %)
Total PF/PA	0,0004
H3	500
C 14	350

⁸ Le spectre retenu est le même que celui appliqué aux rejets aux limites (cf. nota 8).

Figure 1 – Situation des lieux étudiés pour l'impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux



SCAN 25®
 © IGN PARIS
 reproduction interdite

CENTRALE DE FLAMANVILLE

PLAN DE SITUATION
 AU 1 / 25 000 ème

FIGURE 1

Tableau 2 - Caractéristiques des lieux ⁹(vents à 20 m)

	Diélette	Les Hougues	La Berquerie	Flamanville	Hameau Guérard	La Coquaise
Distance (m) ¹⁰	1150	650	700	1250	750	950
Secteur lieu (°) ¹¹	40	60	80	120	140	140
Secteur données vents (°)	220	240	260	300	320	320
Proportion de temps sec	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891
Proportion de temps de pluie	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109
Probabilité d'être en conditions "normales" de diffusion par temps sec	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640
Probabilité d'être en conditions "normales" de diffusion par temps de pluie	0,624	0,624	0,624	0,624	0,624	0,624
Probabilité d'être sous le vent par temps sec	0,055	0,066	0,064	0,082	0,055	0,055
Probabilité d'être sous le vent par temps de pluie	0,097	0,113	0,096	0,054	0,028	0,028
Vitesse moyenne du vent (m/s)	8,4	8,2	7,5	7,6	6,4	6,4
CTA "maquette" pondéré (s/m ³)	2,97.10 ⁻⁶	3,55.10 ⁻⁶	2,09.10 ⁻⁶	1,50.10 ⁻⁶	9,88.10 ⁻⁷	9,88.10 ⁻⁷

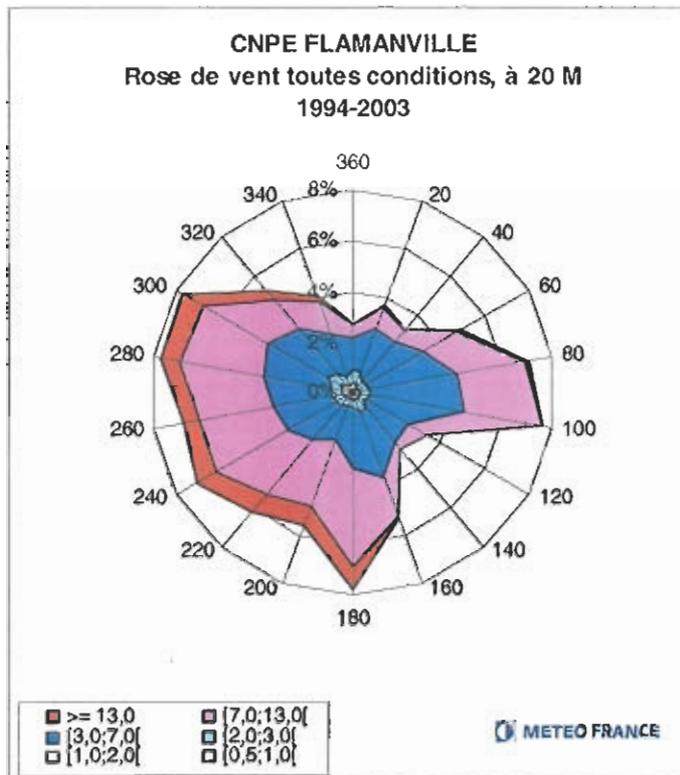
Le pH du sol et la proportion de matières organiques au sol sont respectivement de 6 et 4 % (standard).
L'intervalle de temps entre deux jours de pluie est de 4 jours.

⁹ Les caractéristiques des lieux (distance et secteur lieu) sont définies par rapport au point de rejet de la tranche EPR.

¹⁰ Les distances au point de rejet correspondent à la situation de l'habitation la plus proche.

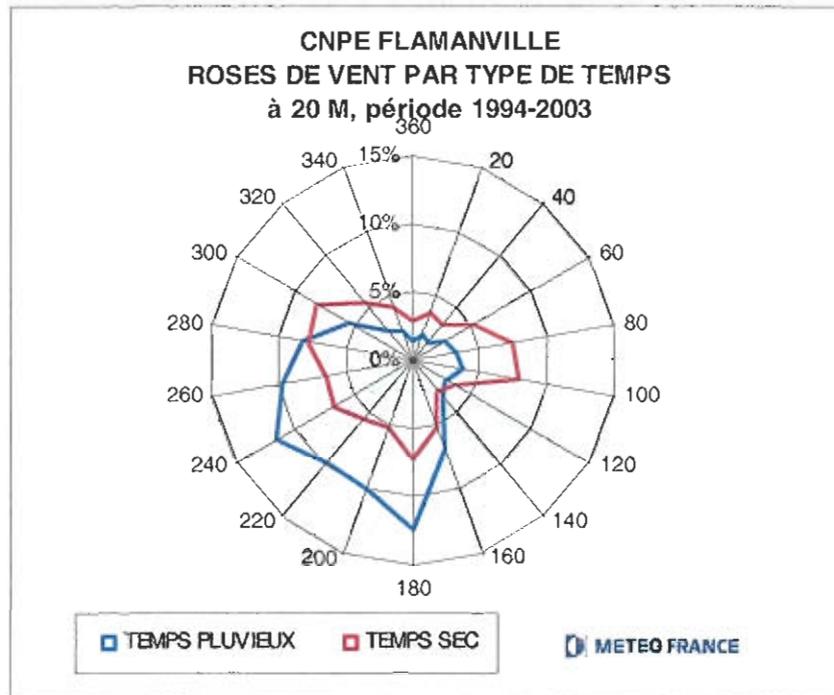
¹¹ L'angle 0° indique la direction du Nord. Le sens de rotation angulaire est l'inverse du sens trigonométrique.

Figure 2 – Rose des vents à 20 m, toutes conditions météorologiques – Site de Flamanville



Hauteur 20 m.	Fréquence (pour mille)								Vitesse moyenne par secteur	
	Secteur en degré	Classes de vitesses de vent (m/s)								Toutes
		Calmes	[0,5;1[	[1;2[	[2;3[	[3;7[	[7;13[	>=13	
20	0	1	3	5	18	9	1	36	5.3	
40	0	0	2	4	20	6	0	31	5.0	
60	0	0	2	4	26	16	1	49	6.1	
80	0	1	2	4	35	27	1	69	6.5	
100	0	1	2	4	38	31	0	75	6.4	
120	0	0	2	3	20	9	0	34	5.5	
140	0	1	2	5	18	3	0	29	4.2	
160	0	1	2	5	28	16	1	53	5.9	
180	0	1	2	3	24	39	9	77	8.3	
200	0	0	2	3	15	28	8	56	8.5	
220	0	1	2	4	17	28	9	60	8.4	
240	0	1	2	4	22	33	9	71	8.2	
260	0	1	3	4	24	29	6	68	7.5	
280	0	1	3	4	28	33	8	78	7.7	
300	0	1	4	6	28	29	10	79	7.6	
320	0	1	3	6	23	15	4	52	6.4	
340	0	1	2	3	19	13	2	40	6.4	
360	0	1	3	5	13	5	0	27	4.8	
Nb Observations	1384	1034	3422	6268	34847	30700	5832	83487	6.8	
Repartition	1.7%	1.2%	4.1%	7.5%	41.7%	36.8%	7.0%	100.0%	moyenne tous secteur	

Figure 3 – Rose des vents à 20 m selon le régime de précipitations - Site de Flamanville



Secteur (en °)	Temps Sec		Temps Pluvieux	
	Fréquence (pour 1000)	Vmoy (en m/s)	Fréquence (pour 1000)	Vmoy (en m/s)
20	38	5,2	21	7,3
40	33	4,9	17	6
60	52	6	27	6,6
80	74	6,5	32	6,7
100	79	6,4	36	6,3
120	35	5,5	28	5,8
140	28	4,1	34	5
160	51	5,5	68	8
180	72	7,9	122	10,4
200	51	7,9	99	11
220	55	7,8	97	11,3
240	66	7,6	113	10,7
260	64	7	96	10,1
280	77	7,4	82	10,5
300	82	7,4	54	10,6
320	55	6,2	28	9,1
340	42	6,2	24	9
360	29	4,7	14	6,2
Vents Calmes	18		7	
Nb Observations	74392		9095	
Répartition	89,1%		10,9%	

Tableau 3 : Fréquence des conditions météo considérées

	Niveau : <u>20 m</u>		
	Temps sec	Temps pluvieux	Temps sec ou pluvieux
Diffusion faible	32,1 %	4,1 %	36,2 %
Diffusion normale	57,0 %	6,8 %	63,8 %
Toutes conditions de diffusion	<u>89,1 %</u>	<u>10,9 %</u>	100,0 %

Tableau 4 - Ration alimentaire (adulte/nourrisson)

Produit consommé	Consommation en kg/an	β (kg d'eau/kg frais)
ADULTE	<i>CREDOC 1998</i>	
<u>Végétaux</u>		
Légumes feuilles	4,6	0,92
Légumes racines	31,4	0,86
Légumes fruits	59,6	0,85
<u>Produits d'origine animale</u>		
Lait	97,8	
Viande	47,8	
NOURRISSON		
Lait	255,5	

β : proportion d'eau dans le poids frais du végétal au moment de son utilisation

Tableau 5 - Ration alimentaire du bovin

	Produit consommé	Consommation (kg/j)	Temps de consommation mois (fréquence)	β (kg d'eau/kg frais)
<i>Ration</i>	Eau	18		
	Herbe	40	12	0,90
	Foin	2	(1)	0,21
	Mais ensilage	15		0,69

β : proportion d'eau dans le poids frais du végétal au moment de son utilisation

Nota : le temps de séjour moyen de l'eau de pluie dans un abreuvoir a été estimé à environ 7 jours

Tableau 6 - Facteurs de transfert au lait et à la viande (jour.kg⁻¹ frais)*Par ingestion et par abreuvement*

	Lait de vache	Viande de bœuf
I	1E-02	4E-02
Co	2E-03	3E-02
Cs	1E-02	5E-02

Par inhalation

	Lait de vache	Viande de bœuf
I	6E-03	4E-03
Co	3E-03	2E-03
Cs	4E-03	2E-02

Tableau 7 - Fraction de carbone stable dans le poids frais des aliments (kgC.kg⁻¹ poids frais)

Herbe ou fourrage vert	0,160
Foin	0,330
Légume feuille	0,035
Autres légumes	0,072
Fruits	0,065
Lait	0,067
Viande	0,265
Maïs ensilage	0,360

Tableau 8 - Exposition externe : Facteurs de dose efficace

	Facteur de dose Exposition au panache (Sv.m ³ .Bq ⁻¹ .an ⁻¹)	Facteur de dose Exposition au dépôt sur le sol (Sv.m ² .Bq ⁻¹ .an ⁻¹)	Facteur de dose Exposition aux 1 ^{ères} couches du sol (Sv.kg sol sec.Bq ⁻¹ .an ⁻¹)
Ar 41	2,05E-06	Non concerné	Non concerné
Kr 85	3,76E-09	Non concerné	Non concerné
Xe 133	4,92E-08	Non concerné	Non concerné
Xe 135	3,76E-07	Non concerné	Non concerné
Xe 131m	1,23E-08	Non concerné	Non concerné
I 131	5,74E-07	1,19E-08	3,53E-07
I 133	9,28E-07	1,88E-08	5,60E-07
Co 58	1,50E-06	3,00E-08	8,94E-07
Co 60	3,98E-06	7,42E-08	2,25E-06
Cs 134	2,39E-06	4,80E-08	1,43E-06
Cs 137	8,62E-07	1,75E-08	5,20E-07

Tableau 9 - Exposition interne : Facteurs de dose efficace

	Facteur de dose efficace <u>Inhalation</u> (Sv/Bq) <i>Adulte</i>	Facteur de dose efficace <u>Ingestion</u> (Sv/Bq) <i>Adulte</i>	Facteur de dose efficace <u>Inhalation</u> (Sv/Bq) <i>Nourrisson</i>	Facteur de dose efficace <u>Ingestion</u> (Sv/Bq) <i>Nourrisson</i>
H 3	1,8E-11	1,8E-11	6,4E-11	6,4E-11
C 14 (CO ₂)	6,2E-12	5,8E-10	1,9E-11	1,4E-09
C 14 (CH ₄)	2,9E-12	¹²	6,6E-12	-
I 131 ¹³	2,0E-08	2,2E-08	1,7E-07	1,8E-07
I 133	4,0E-09	4,3E-09	4,5E-08	4,9E-08
Co 58	1,6E-09	7,4E-10	7,3E-09	7,3E-09
Co 60	1,0E-08	3,4E-09	4,2E-08	5,4E-08
Cs 134	6,6E-09	1,9E-08	1,1E-08	2,6E-08
Cs 137	4,6E-09	1,3E-08	8,8E-09	2,1E-08

¹² Seule la forme CO₂ est prise en compte pour le calcul de la dose due à l'ingestion de C14 gazeux.

¹³ Les iodes (131, 133) sont considérées sous forme moléculaire I₂, ce qui est une hypothèse majorante.

ANNEXE 2 - RÉSULTATS DE L'ÉTUDE - REJETS « MAXIMUMS »**Doses efficaces par voie d'exposition (Sv/an)**

	Les Hougues
ADULTE	
Dose efficace due au panache	4,21 E-07
Dose efficace due au dépôt au sol	7,40 E-07
Dose efficace due à l'inhalation	6,03 E-08
Dose efficace due à l'ingestion	1,88 E-06
Dose efficace TOTALE	3,10 E-06
NOURRISSON	
Dose efficace due au panache ¹⁴	1,35 E-07
Dose efficace due au dépôt au sol ¹⁵	1,78 E-07
Dose efficace due à l'inhalation	3,07 E-08
Dose efficace due à l'ingestion	5,24 E-06
Dose efficace TOTALE	5,59 E-06

¹⁴ La dose efficace due au panache pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due au panache pour l'adulte (cf § 3).

¹⁵ La dose efficace due au dépôt au sol pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due au panache pour l'adulte (cf § 3).

Doses efficaces par voie d'exposition et par radionucléide (Sv/an) – Rejets « maximums »

Adulte

*Les Hougues

* Isotope *	* Dose efficace due au dépôt Sv.an-1 *	* Dose efficace due au panache Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *	* Dose efficace totale Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	5.107E-008	1.278E-007	1.789E-007
* C14 *	Non calculée	Non calculée	3.038E-009	1.337E-006	1.340E-006
* I131 *	4.508E-009	1.181E-011	3.456E-009	2.208E-007	2.288E-007
* I133 *	9.609E-010	2.278E-011	8.246E-010	1.385E-009	3.193E-009
* CS134 *	1.059E-007	2.138E-011	4.959E-010	5.774E-008	1.642E-007
* CS137 *	1.857E-007	6.920E-012	3.102E-010	1.279E-007	3.139E-007
* CO58 *	1.297E-008	1.462E-011	1.310E-010	3.074E-010	1.342E-008
* CO60 *	4.297E-007	4.580E-011	9.665E-010	3.139E-009	4.338E-007
* KR85 *	Non calculée	1.328E-009	Non calculée	Non calculée	1.328E-009
* XE133 *	Non calculée	7.886E-008	Non calculée	Non calculée	7.886E-008
* XE135 *	Non calculée	1.891E-007	Non calculée	Non calculée	1.891E-007
* AR41 *	Non calculée	1.510E-007	Non calculée	Non calculée	1.510E-007
* Xe 131m *	Non calculée	9.373E-011	Non calculée	Non calculée	9.373E-011

Nourrisson

Seules les doses liées aux voies d'exposition interne pour le nourrisson sont calculées par le code de calcul MIRRAGE.

*Les Hougues

* Isotope *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *
* H3 *	2.378E-008	5.823E-007
* C14 *	1.015E-009	2.558E-006
* I131 *	3.847E-009	1.815E-006
* I133 *	1.215E-009	2.932E-008
* CS134 *	1.082E-010	6.555E-008
* CS137 *	7.771E-011	1.771E-007
* CO58 *	7.828E-011	9.130E-010
* CO60 *	5.316E-010	1.452E-008
* KR85 *	Non calculée	Non calculée
* XE133 *	Non calculée	Non calculée
* XE135 *	Non calculée	Non calculée
* AR41 *	Non calculée	Non calculée
* XE131M *	Non calculée	Non calculée

Les doses liées aux voies d'exposition externe pour le nourrisson sont calculées à partir des doses de l'adulte de la façon suivante (cf § 3) :

$$\text{Dose externe panache}_{\text{Nourrisson}} = \text{Dose externe panache}_{\text{Adulte}} \times (0,2 + 0,8 \times 0,15)$$

$$\text{Dose externe dépôt au sol}_{\text{Nourrisson}} = \text{Dose externe dépôt au sol}_{\text{Adulte}} \times (0,2 + 0,8 \times 0,05)$$

Les doses efficaces liées aux voies d'exposition externe pour le nourrisson sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Les Hougues :

Isotope	Dose efficace due au dépôt Sv.an ⁻¹	Dose efficace due au panache Sv.an ⁻¹
H3	Non calculée	0.000E+00
C14	Non calculée	Non calculée
I131	1.082E-09	3.779E-12
I133	2.306E-10	7.290E-12
CS134	2.542E-08	6.842E-12
CS137	4.457E-08	2.214E-12
CO58	3.113E-09	4.678E-12
CO60	1.031E-07	1.466E-11
KR85	Non calculée	4.250E-10
XE133	Non calculée	2.524E-08
XE135	Non calculée	6.051E-08
AR41	Non calculée	4.832E-08
XE131M	Non calculée	2.999E-11

La dose efficace totale, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est présentée dans le tableau ci-dessous :

Les Hougues :

Isotope	Dose efficace totale Sv.an ⁻¹
H3	6.061E-07
C14	2.559E-06
I131	1.820E-06
I133	3.077E-08
CS134	9.108E-08
CS137	2.217E-07
CO58	4.109E-09
CO60	1.182E-07
KR85	4.250E-10
XE133	2.524E-08
XE135	6.051E-08
AR41	4.832E-08
XE131M	2.999E-11

ANNEXE 3 - RÉSULTATS DE L'ÉTUDE - REJETS « RÉALISTES » (I.E. PERFORMANCES ATTENDUES)

Doses efficaces par voie d'exposition (Sv/an)

	Les Hougues
ADULTE	
Dose efficace due au panache	1,50 E-08
Dose efficace due au dépôt au sol	1,55 E-09
Dose efficace due à l'inhalation	1,02 E-08
Dose efficace due à l'ingestion	5,69 E-07
Dose efficace TOTALE	5,96 E-07
NOURRISSON	
Dose efficace due au panache ¹⁶	4,78 E-09
Dose efficace due au dépôt au sol ¹⁷	3,71 E-10
Dose efficace due à l'inhalation	4,99 E-09
Dose efficace due à l'ingestion	1,32 E-06
Dose efficace TOTALE	1,33 E-06

¹⁶ La dose efficace due au panache pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due au panache pour l'adulte (cf § 3).

¹⁷ La dose efficace due au dépôt au sol pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due au panache pour l'adulte (cf § 3).

Doses efficaces par voie d'exposition et par radionucléide (Sv/an) – Rejets « réalistes » (i.e. performances attendues)

Adulte

*Les Hougues

* Isotope *	* Dose efficace due au dépôt Sv.an-1 *	* Dose efficace due au panache Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *	* Dose efficace totale Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	8.512E-009	2.130E-008	2.981E-008
* C14 *	Non calculée	Non calculée	1.182E-009	5.200E-007	5.212E-007
* I131 *	5.635E-010	1.476E-012	4.320E-010	2.760E-008	2.860E-008
* I133 *	1.201E-010	2.847E-012	1.031E-010	1.732E-010	3.993E-010
* CS134 *	1.246E-010	2.515E-014	5.834E-013	6.793E-011	1.932E-010
* CS137 *	2.185E-010	8.141E-015	3.649E-013	1.505E-010	3.694E-010
* CO58 *	1.526E-011	1.720E-014	1.541E-013	3.616E-013	1.579E-011
* CO60 *	5.055E-010	5.388E-014	1.137E-012	3.693E-012	5.104E-010
* KR85 *	Non calculée	4.720E-011	Non calculée	Non calculée	4.720E-011
* XE133 *	Non calculée	2.804E-009	Non calculée	Non calculée	2.804E-009
* XE135 *	Non calculée	6.724E-009	Non calculée	Non calculée	6.724E-009
* AR41 *	Non calculée	5.369E-009	Non calculée	Non calculée	5.369E-009
* Xe 131m *	Non calculée	3.333E-012	Non calculée	Non calculée	3.333E-012

Nourrisson

Seules les doses liées aux voies d'exposition interne pour le nourrisson sont calculées par le code de calcul MIRRAGE.

*Les Hougues

* Isotope *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *
* H3 *	3.963E-009	9.704E-008
* C14 *	3.947E-010	9.949E-007
* I131 *	4.809E-010	2.269E-007
* I133 *	1.519E-010	3.665E-009
* CS134 *	1.273E-013	7.711E-011
* CS137 *	9.142E-014	2.084E-010
* CO58 *	9.209E-014	1.074E-012
* CO60 *	6.254E-013	1.708E-011
* KR85 *	Non calculée	Non calculée
* XE133 *	Non calculée	Non calculée
* XE135 *	Non calculée	Non calculée
* AR41 *	Non calculée	Non calculée
* XE131M *	Non calculée	Non calculée

Les doses liées aux voies d'exposition externe pour le nourrisson sont calculées à partir des doses de l'adulte de la façon suivante (cf § 3) :

$$\text{Dose externe panache}_{\text{Nourrisson}} = \text{Dose externe panache}_{\text{Adulte}} \times (0,2 + 0,8 \times 0,15)$$

$$\text{Dose externe dépôt au sol}_{\text{Nourrisson}} = \text{Dose externe dépôt au sol}_{\text{Adulte}} \times (0,2 + 0,8 \times 0,05)$$

Les doses efficaces liées aux voies d'exposition externe pour le nourrisson sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Les Hougues :

Isotope	Dose efficace due au dépôt Sv.an ⁻¹	Dose efficace due au panache Sv.an ⁻¹
H3	Non calculée	0.000E+00
C14	Non calculée	Non calculée
I131	1.352E-10	4.723E-13
I133	2.882E-11	9.110E-13
CS134	2.990E-11	8.048E-15
CS137	5.244E-11	2.605E-15
CO58	3.662E-12	5.504E-15
CO60	1.213E-10	1.724E-14
KR85	Non calculée	1.510E-11
XE133	Non calculée	8.973E-10
XE135	Non calculée	2.152E-09
AR41	Non calculée	1.718E-09
XE131M	Non calculée	1.067E-12

La dose efficace totale, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est présentée dans le tableau ci-dessous :

Les Hougues :

Isotope	Dose efficace totale Sv.an ⁻¹
H3	1.010E-07
C14	9.953E-07
I131	2.275E-07
I133	3.847E-09
CS134	1.071E-10
CS137	2.609E-10
CO58	4.834E-12
CO60	1.390E-10
KR85	1.510E-11
XE133	8.973E-10
XE135	2.152E-09
AR41	1.718E-09
XE131M	1.067E-12

ANNEXE 4 - FICHIERS RÉSULTATS DU CODE DE CALCUL MIRRAGE - CALCUL « AUX REJETS MAXIMUMS »

Rejets gazeux de la tranche EPR sur le site de FLAMANVILLE – Classe Adulte (rejets « maximums »)

.....
DONNEES DE LA CENTRALE

*Durée de fonctionnement de l'installation nucléaire (années) : 60

.....
RESULTATS

COEFFICIENTS DE TRANSFERT ATMOSPHERIQUE

Coefficients de transfert atmosphérique CTAN et CTAM par lieu

Lieu	CTAN s.m-3	CTAM s.m-3
Les Hougues	5.000E-005	5.000E-005
Hameau Guérard	1.900E-005	1.900E-005
La Coquaise	1.900E-005	1.900E-005
Flamanville	1.900E-005	1.900E-005
Dielette	5.000E-005	5.000E-005
La Berquerie	3.100E-005	3.100E-005

Coefficients de transfert atmosphérique moyen par lieu et par isotope

*Les Hougues

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	3.546E-006
C14	3.556E-006
I131	3.553E-006
I133	3.553E-006
CS134	3.542E-006
CS137	3.542E-006
CO58	3.542E-006
CO60	3.542E-006
KR85	3.556E-006
XE133	3.556E-006
XE135	3.556E-006
AR41	3.556E-006
Xe 131m	3.556E-006

*Hameau Guérard

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	9.877E-007
C14	9.891E-007
I131	9.886E-007
I133	9.886E-007
CS134	9.871E-007
CS137	9.871E-007
CO58	9.871E-007
CO60	9.871E-007
KR85	9.891E-007
XE133	9.891E-007
XE135	9.891E-007
AR41	9.891E-007
Xe 131m	9.891E-007

*La Coquaise

* Isotope *	CTA Moyen	*
	s.m-3	
* H3 *	9.874E-007	*
* C14 *	9.891E-007	*
* I131 *	9.885E-007	*
* I133 *	9.885E-007	*
* CS134 *	9.866E-007	*
* CS137 *	9.866E-007	*
* CO58 *	9.866E-007	*
* CO60 *	9.866E-007	*
* KR85 *	9.891E-007	*
* XE133 *	9.891E-007	*
* XE135 *	9.891E-007	*
* AR41 *	9.891E-007	*
* Xe 131m *	9.891E-007	*

*Flamanville

* Isotope *	CTA Moyen	*
	s.m-3	
* H3 *	1.496E-006	*
* C14 *	1.500E-006	*
* I131 *	1.499E-006	*
* I133 *	1.499E-006	*
* CS134 *	1.495E-006	*
* CS137 *	1.495E-006	*
* CO58 *	1.495E-006	*
* CO60 *	1.495E-006	*
* KR85 *	1.500E-006	*
* XE133 *	1.500E-006	*
* XE135 *	1.500E-006	*
* AR41 *	1.500E-006	*
* Xe 131m *	1.500E-006	*

*Dielette

* Isotope *	CTA Moyen	*
	s.m-3	
* H3 *	2.965E-006	*
* C14 *	2.979E-006	*
* I131 *	2.974E-006	*
* I133 *	2.974E-006	*
* CS134 *	2.958E-006	*
* CS137 *	2.958E-006	*
* CO58 *	2.958E-006	*
* CO60 *	2.958E-006	*
* KR85 *	2.979E-006	*
* XE133 *	2.979E-006	*
* XE135 *	2.979E-006	*
* AR41 *	2.979E-006	*
* Xe 131m *	2.979E-006	*

*La Berquerie

* Isotope *	CTA Moyen	*
	s.m-3	
* H3 *	2.086E-006	*
* C14 *	2.092E-006	*
* I131 *	2.090E-006	*
* I133 *	2.090E-006	*
* CS134 *	2.083E-006	*
* CS137 *	2.083E-006	*
* CO58 *	2.083E-006	*
* CO60 *	2.083E-006	*
* KR85 *	2.092E-006	*
* XE133 *	2.092E-006	*
* XE135 *	2.092E-006	*
* AR41 *	2.092E-006	*
* Xe 131m *	2.092E-006	*

ACTIVITES

Concentrations atmosphériques et dans l'eau de pluie

*Les Hougues

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	3.378E-001	1.241E-001
C14	1.016E-001	0.000E+000
I131	2.057E-005	4.575E-006
I133	2.454E-005	5.457E-006
CS134	8.945E-006	8.164E-006
CS137	8.028E-006	7.327E-006
CO58	9.748E-006	8.897E-006
CO60	1.151E-005	1.050E-005
KR85	3.531E-001	Non calculée
XE133	1.603E+000	Non calculée
XE135	5.029E-001	Non calculée
AR41	7.366E-002	Non calculée
Xe 131m	7.620E-003	Non calculée

*Hameau Guérard

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	9.407E-002	3.389E-002
C14	2.826E-002	0.000E+000
I131	5.725E-006	1.255E-006
I133	6.829E-006	1.498E-006
CS134	2.493E-006	2.221E-006
CS137	2.237E-006	1.993E-006
CO58	2.717E-006	2.420E-006
CO60	3.207E-006	2.857E-006
KR85	9.820E-002	Non calculée
XE133	4.458E-001	Non calculée
XE135	1.399E-001	Non calculée
AR41	2.049E-002	Non calculée
Xe 131m	2.119E-003	Non calculée

*La Coquaise

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	9.404E-002	2.659E-002
C14	2.826E-002	0.000E+000
I131	5.724E-006	9.889E-007
I133	6.828E-006	1.180E-006
CS134	2.492E-006	1.737E-006
CS137	2.236E-006	1.559E-006
CO58	2.715E-006	1.893E-006
CO60	3.205E-006	2.234E-006
KR85	9.820E-002	Non calculée
XE133	4.458E-001	Non calculée
XE135	1.399E-001	Non calculée
AR41	2.049E-002	Non calculée
Xe 131m	2.119E-003	Non calculée

*Flamanville

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	1.425E-001	3.271E-002
C14	4.286E-002	0.000E+000
I131	8.678E-006	1.219E-006
I133	1.035E-005	1.455E-006
CS134	3.775E-006	2.134E-006
CS137	3.388E-006	1.915E-006
CO58	4.114E-006	2.325E-006
CO60	4.856E-006	2.745E-006
KR85	1.489E-001	Non calculée
XE133	6.761E-001	Non calculée
XE135	2.121E-001	Non calculée
AR41	3.107E-002	Non calculée
Xe 131m	3.214E-003	Non calculée

*Dielette

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	2.823E-001	5.811E-002
C14	8.511E-002	0.000E+000
I131	1.722E-005	2.158E-006
I133	2.054E-005	2.574E-006
CS134	7.470E-006	3.800E-006
CS137	6.704E-006	3.411E-006
CO58	8.141E-006	4.141E-006
CO60	9.609E-006	4.889E-006
KR85	2.958E-001	Non calculée
XE133	1.343E+000	Non calculée
XE135	4.213E-001	Non calculée
AR41	6.171E-002	Non calculée
Xe 131m	6.383E-003	Non calculée

*La Berquerie

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	1.987E-001	1.067E-001
C14	5.978E-002	0.000E+000
I131	1.210E-005	3.942E-006
I133	1.444E-005	4.702E-006
CS134	5.261E-006	7.012E-006
CS137	4.722E-006	6.293E-006
CO58	5.734E-006	7.641E-006
CO60	6.768E-006	9.019E-006
KR85	2.077E-001	Non calculée
XE133	9.430E-001	Non calculée
XE135	2.959E-001	Non calculée
AR41	4.334E-002	Non calculée
Xe 131m	4.483E-003	Non calculée

*Concentrations dans le sol et sur le sol, par lieux *

*Les Hougues

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	4.170E-003	2.552E-001
I133	5.417E-004	3.498E-002
CS134	5.564E-002	5.493E-001
CS137	3.380E-001	5.687E-001
CO58	6.036E-003	2.524E-001
CO60	1.654E-001	7.757E-001

*Hameau Guérard

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	1.160E-003	7.100E-002
I133	1.507E-004	9.732E-003
CS134	1.551E-002	1.531E-001
CS137	9.418E-002	1.585E-001
CO58	1.682E-003	7.035E-002
CO60	4.609E-002	2.162E-001

*La Coquaise

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	1.160E-003	7.098E-002
I133	1.507E-004	9.730E-003
CS134	1.548E-002	1.528E-001
CS137	9.403E-002	1.582E-001
CO58	1.679E-003	7.023E-002
CO60	4.602E-002	2.158E-001

*Flamanville

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	1.759E-003	1.076E-001
I133	2.285E-004	1.475E-002
CS134	2.343E-002	2.314E-001
CS137	1.423E-001	2.395E-001
CO58	2.542E-003	1.063E-001
CO60	6.966E-002	3.267E-001

*Dielette

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	3.490E-003	2.135E-001
I133	4.533E-004	2.927E-002
CS134	4.636E-002	4.577E-001
CS137	2.816E-001	4.738E-001
CO58	5.029E-003	2.103E-001
CO60	1.378E-001	6.463E-001

*La Berquerie

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	2.454E-003	1.501E-001
I133	3.187E-004	2.058E-002
CS134	3.280E-002	3.239E-001
CS137	1.993E-001	3.353E-001
CO58	3.559E-003	1.488E-001
CO60	9.752E-002	4.573E-001

*Concentrations dans les végétaux, par lieux *

*Les Hougues

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais *	* Concentration totale Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 3.574E+001 *
* LEGUME FEUILLE *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 3.743E+000 *
* LEGUME FEUILLE *	* I131 *	* 4.941E-006 *	* 2.401E-001 *	* 5.220E-005 *	* 2.402E-001 *
* LEGUME FEUILLE *	* I133 *	* 6.549E-007 *	* 4.483E-002 *	* 7.090E-006 *	* 4.484E-002 *
* LEGUME FEUILLE *	* CS134 *	* 3.380E-005 *	* 1.387E-002 *	* 3.476E-004 *	* 1.425E-002 *
* LEGUME FEUILLE *	* CS137 *	* 3.077E-005 *	* 1.287E-002 *	* 2.190E-003 *	* 1.510E-002 *
* LEGUME FEUILLE *	* CO58 *	* 2.455E-005 *	* 8.946E-003 *	* 3.644E-005 *	* 9.007E-003 *
* LEGUME FEUILLE *	* CO60 *	* 3.402E-005 *	* 1.292E-002 *	* 1.011E-003 *	* 1.396E-002 *
* LEGUME RACINE *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 3.065E+001 *
* LEGUME RACINE *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 7.701E+000 *
* LEGUME RACINE *	* I131 *	* 4.941E-007 *	* 2.401E-002 *	* 5.543E-005 *	* 2.407E-002 *
* LEGUME RACINE *	* I133 *	* 6.549E-008 *	* 4.483E-003 *	* 7.155E-006 *	* 4.490E-003 *
* LEGUME RACINE *	* CS134 *	* 3.380E-006 *	* 1.387E-003 *	* 3.581E-004 *	* 1.748E-003 *
* LEGUME RACINE *	* CS137 *	* 3.077E-006 *	* 1.287E-003 *	* 2.248E-003 *	* 3.538E-003 *
* LEGUME RACINE *	* CO58 *	* 2.455E-006 *	* 8.946E-004 *	* 2.835E-005 *	* 9.254E-004 *
* LEGUME RACINE *	* CO60 *	* 3.402E-006 *	* 1.292E-003 *	* 7.901E-004 *	* 2.085E-003 *
* LEGUME FRUIT *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 3.444E+001 *
* LEGUME FRUIT *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 6.952E+000 *
* LEGUME FRUIT *	* I131 *	* 7.411E-007 *	* 3.593E-002 *	* 1.237E-004 *	* 3.605E-002 *
* LEGUME FRUIT *	* I133 *	* 9.823E-008 *	* 6.713E-003 *	* 1.594E-005 *	* 6.729E-003 *
* LEGUME FRUIT *	* CS134 *	* 5.070E-006 *	* 2.088E-003 *	* 2.692E-004 *	* 2.363E-003 *
* LEGUME FRUIT *	* CS137 *	* 4.616E-006 *	* 1.924E-003 *	* 1.683E-003 *	* 3.612E-003 *
* LEGUME FRUIT *	* CO58 *	* 3.683E-006 *	* 1.338E-003 *	* 2.580E-005 *	* 1.367E-003 *
* LEGUME FRUIT *	* CO60 *	* 5.104E-006 *	* 1.948E-003 *	* 7.130E-004 *	* 2.666E-003 *
* FOURRAGE *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 3.481E+001 *
* FOURRAGE *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 1.711E+001 *
* FOURRAGE *	* I131 *	* 4.941E-006 *	* 1.199E-001 *	* 8.589E-006 *	* 1.199E-001 *
* FOURRAGE *	* I133 *	* 6.549E-007 *	* 2.230E-002 *	* 1.114E-006 *	* 2.231E-002 *
* FOURRAGE *	* CS134 *	* 3.380E-005 *	* 6.950E-003 *	* 8.762E-003 *	* 1.575E-002 *
* FOURRAGE *	* CS137 *	* 3.077E-005 *	* 6.423E-003 *	* 5.338E-002 *	* 5.984E-002 *
* FOURRAGE *	* CO58 *	* 2.455E-005 *	* 4.464E-003 *	* 2.421E-006 *	* 4.491E-003 *
* FOURRAGE *	* CO60 *	* 3.402E-005 *	* 6.479E-003 *	* 6.633E-005 *	* 6.580E-003 *
* FOIN *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 2.252E+001 *
* FOIN *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 3.529E+001 *
* FOIN *	* I131 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 7.286E-001 *
* FOIN *	* I133 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 1.356E-001 *
* FOIN *	* CS134 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 9.569E-002 *
* FOIN *	* CS137 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 3.636E-001 *
* FOIN *	* CO58 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 2.729E-002 *
* FOIN *	* CO60 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 3.998E-002 *
* MAIS *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 3.146E+001 *
* MAIS *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 3.850E+001 *
* MAIS *	* I131 *	* 4.941E-006 *	* 2.401E-001 *	* 4.551E-007 *	* 2.401E-001 *
* MAIS *	* I133 *	* 6.549E-007 *	* 4.483E-002 *	* 5.884E-008 *	* 4.483E-002 *
* MAIS *	* CS134 *	* 3.380E-005 *	* 1.387E-002 *	* 1.649E-004 *	* 1.407E-002 *
* MAIS *	* CS137 *	* 3.077E-005 *	* 1.287E-002 *	* 1.039E-003 *	* 1.395E-002 *
* MAIS *	* CO58 *	* 2.455E-005 *	* 8.946E-003 *	* 2.241E-007 *	* 8.971E-003 *
* MAIS *	* CO60 *	* 3.402E-005 *	* 1.292E-002 *	* 6.265E-006 *	* 1.296E-002 *
* HERBE *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 3.537E+001 *
* HERBE *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 1.711E+001 *
* HERBE *	* I131 *	* 4.941E-006 *	* 1.199E-001 *	* 8.577E-006 *	* 1.199E-001 *
* HERBE *	* I133 *	* 6.549E-007 *	* 2.230E-002 *	* 1.114E-006 *	* 2.231E-002 *
* HERBE *	* CS134 *	* 3.380E-005 *	* 6.950E-003 *	* 8.752E-003 *	* 1.574E-002 *
* HERBE *	* CS137 *	* 3.077E-005 *	* 6.423E-003 *	* 5.316E-002 *	* 5.961E-002 *
* HERBE *	* CO58 *	* 2.455E-005 *	* 4.464E-003 *	* 2.420E-006 *	* 4.491E-003 *
* HERBE *	* CO60 *	* 3.402E-005 *	* 6.479E-003 *	* 6.630E-005 *	* 6.580E-003 *

*Hameau Guérard

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais *	* Concentration totale Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.954E+000
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.041E+000
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 1.356E-006	* 6.682E-002	* 1.452E-005	* 6.683E-002
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 1.797E-007	* 1.247E-002	* 1.973E-006	* 1.248E-002
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 9.194E-006	* 3.865E-003	* 9.687E-005	* 3.971E-003
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 8.371E-006	* 3.588E-003	* 6.102E-004	* 4.207E-003
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 6.680E-006	* 2.493E-003	* 1.015E-005	* 2.510E-003
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 9.256E-006	* 3.600E-003	* 2.817E-004	* 3.891E-003
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.535E+000
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.142E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 1.356E-007	* 6.682E-003	* 1.543E-005	* 6.697E-003
* LEGUME RACINE	* I133	* 1.797E-008	* 1.247E-003	* 1.991E-006	* 1.249E-003
* LEGUME RACINE	* CS134	* 9.194E-007	* 3.865E-004	* 9.980E-005	* 4.872E-004
* LEGUME RACINE	* CS137	* 8.371E-007	* 3.588E-004	* 6.264E-004	* 9.861E-004
* LEGUME RACINE	* CO58	* 6.680E-007	* 2.493E-004	* 7.901E-006	* 2.579E-004
* LEGUME RACINE	* CO60	* 9.256E-007	* 3.600E-004	* 2.202E-004	* 5.811E-004
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.591E+000
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.934E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 2.034E-007	* 9.997E-003	* 3.441E-005	* 1.003E-002
* LEGUME FRUIT	* I133	* 2.696E-008	* 1.868E-003	* 4.434E-006	* 1.873E-003
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 1.379E-006	* 5.820E-004	* 7.503E-005	* 6.584E-004
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 1.256E-006	* 5.363E-004	* 4.690E-004	* 1.007E-003
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 1.002E-006	* 3.728E-004	* 7.190E-006	* 3.810E-004
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 1.388E-006	* 5.429E-004	* 1.987E-004	* 7.430E-004
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.695E+000
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.759E+000
* FOURRAGE	* I131	* 1.356E-006	* 3.336E-002	* 2.390E-006	* 3.336E-002
* FOURRAGE	* I133	* 1.797E-007	* 6.207E-003	* 3.101E-007	* 6.207E-003
* FOURRAGE	* CS134	* 9.194E-006	* 1.937E-003	* 2.442E-003	* 4.388E-003
* FOURRAGE	* CS137	* 8.371E-006	* 1.790E-003	* 1.488E-002	* 1.667E-002
* FOURRAGE	* CO58	* 6.680E-006	* 1.244E-003	* 6.745E-007	* 1.252E-003
* FOURRAGE	* CO60	* 9.256E-006	* 1.806E-003	* 1.848E-005	* 1.834E-003
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.273E+000
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.816E+000
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.027E-001
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.772E-002
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.667E-002
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.013E-001
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 7.606E-003
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.114E-002
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.761E+000
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.071E+001
* MAIS	* I131	* 1.356E-006	* 6.682E-002	* 1.266E-007	* 6.682E-002
* MAIS	* I133	* 1.797E-007	* 1.247E-002	* 1.637E-008	* 1.247E-002
* MAIS	* CS134	* 9.194E-006	* 3.865E-003	* 4.595E-005	* 3.920E-003
* MAIS	* CS137	* 8.371E-006	* 3.588E-003	* 2.896E-004	* 3.886E-003
* MAIS	* CO58	* 6.680E-006	* 2.493E-003	* 6.245E-008	* 2.500E-003
* MAIS	* CO60	* 9.256E-006	* 3.600E-003	* 1.746E-006	* 3.611E-003
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.850E+000
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.759E+000
* HERBE	* I131	* 1.356E-006	* 3.336E-002	* 2.387E-006	* 3.336E-002
* HERBE	* I133	* 1.797E-007	* 6.207E-003	* 3.100E-007	* 6.207E-003
* HERBE	* CS134	* 9.194E-006	* 1.937E-003	* 2.439E-003	* 4.385E-003
* HERBE	* CS137	* 8.371E-006	* 1.790E-003	* 1.481E-002	* 1.661E-002
* HERBE	* CO58	* 6.680E-006	* 1.244E-003	* 6.743E-007	* 1.252E-003
* HERBE	* CO60	* 9.256E-006	* 1.806E-003	* 1.848E-005	* 1.834E-003

*La Coquaise

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais *	* Concentration totale Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.950E+000
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.041E+000
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 1.068E-006	* 6.681E-002	* 1.452E-005	* 6.682E-002
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 1.416E-007	* 1.247E-002	* 1.972E-006	* 1.247E-002
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 7.191E-006	* 3.863E-003	* 9.671E-005	* 3.967E-003
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 6.547E-006	* 3.586E-003	* 6.092E-004	* 4.202E-003
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 5.224E-006	* 2.492E-003	* 1.014E-005	* 2.507E-003
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 7.239E-006	* 3.598E-003	* 2.813E-004	* 3.887E-003
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.532E+000
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.142E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 1.068E-007	* 6.681E-003	* 1.542E-005	* 6.696E-003
* LEGUME RACINE	* I133	* 1.416E-008	* 1.247E-003	* 1.991E-006	* 1.249E-003
* LEGUME RACINE	* CS134	* 7.191E-007	* 3.863E-004	* 9.964E-005	* 4.867E-004
* LEGUME RACINE	* CS137	* 6.547E-007	* 3.586E-004	* 6.254E-004	* 9.847E-004
* LEGUME RACINE	* CO58	* 5.224E-007	* 2.492E-004	* 7.889E-006	* 2.576E-004
* LEGUME RACINE	* CO60	* 7.239E-007	* 3.598E-004	* 2.198E-004	* 5.804E-004
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.587E+000
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.934E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 1.602E-007	* 9.996E-003	* 3.441E-005	* 1.003E-002
* LEGUME FRUIT	* I133	* 2.124E-008	* 1.868E-003	* 4.434E-006	* 1.872E-003
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 1.079E-006	* 5.817E-004	* 7.491E-005	* 6.577E-004
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 9.820E-007	* 5.360E-004	* 4.683E-004	* 1.005E-003
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 7.836E-007	* 3.726E-004	* 7.179E-006	* 3.806E-004
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 1.086E-006	* 5.426E-004	* 1.984E-004	* 7.421E-004
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.991E+000
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.759E+000
* FOURRAGE	* I131	* 1.068E-006	* 3.335E-002	* 2.390E-006	* 3.336E-002
* FOURRAGE	* I133	* 1.416E-007	* 6.206E-003	* 3.100E-007	* 6.206E-003
* FOURRAGE	* CS134	* 7.191E-006	* 1.936E-003	* 2.438E-003	* 4.381E-003
* FOURRAGE	* CS137	* 6.547E-006	* 1.789E-003	* 1.485E-002	* 1.665E-002
* FOURRAGE	* CO58	* 5.224E-006	* 1.244E-003	* 6.734E-007	* 1.249E-003
* FOURRAGE	* CO60	* 7.239E-006	* 1.805E-003	* 1.845E-005	* 1.831E-003
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.271E+000
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.816E+000
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.027E-001
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.771E-002
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.662E-002
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.012E-001
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 7.593E-003
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.112E-002
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.758E+000
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.071E+001
* MAIS	* I131	* 1.068E-006	* 6.681E-002	* 1.266E-007	* 6.681E-002
* MAIS	* I133	* 1.416E-007	* 1.247E-002	* 1.637E-008	* 1.247E-002
* MAIS	* CS134	* 7.191E-006	* 3.863E-003	* 4.588E-005	* 3.916E-003
* MAIS	* CS137	* 6.547E-006	* 3.586E-003	* 2.892E-004	* 3.882E-003
* MAIS	* CO58	* 5.224E-006	* 2.492E-003	* 6.235E-008	* 2.497E-003
* MAIS	* CO60	* 7.239E-006	* 3.598E-003	* 1.743E-006	* 3.607E-003
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.847E+000
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.759E+000
* HERBE	* I131	* 1.068E-006	* 3.335E-002	* 2.386E-006	* 3.336E-002
* HERBE	* I133	* 1.416E-007	* 6.206E-003	* 3.100E-007	* 6.206E-003
* HERBE	* CS134	* 7.191E-006	* 1.936E-003	* 2.435E-003	* 4.378E-003
* HERBE	* CS137	* 6.547E-006	* 1.789E-003	* 1.479E-002	* 1.659E-002
* HERBE	* CO58	* 5.224E-006	* 1.244E-003	* 6.732E-007	* 1.249E-003
* HERBE	* CO60	* 7.239E-006	* 1.805E-003	* 1.845E-005	* 1.831E-003

*Flamanville

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais *	* Concentration totale Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.508E+001
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.579E+000
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 1.317E-006	* 1.013E-001	* 2.202E-005	* 1.013E-001
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 1.745E-007	* 1.891E-002	* 2.990E-006	* 1.891E-002
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 8.833E-006	* 5.853E-003	* 1.464E-004	* 6.008E-003
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 8.042E-006	* 5.433E-003	* 9.223E-004	* 6.364E-003
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 6.417E-006	* 3.775E-003	* 1.535E-005	* 3.797E-003
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 8.892E-006	* 5.452E-003	* 4.258E-004	* 5.886E-003
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.293E+001
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.248E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 1.317E-007	* 1.013E-002	* 2.338E-005	* 1.015E-002
* LEGUME RACINE	* I133	* 1.745E-008	* 1.891E-003	* 3.018E-006	* 1.894E-003
* LEGUME RACINE	* CS134	* 8.833E-007	* 5.853E-004	* 1.508E-004	* 7.370E-004
* LEGUME RACINE	* CS137	* 8.042E-007	* 5.433E-004	* 9.468E-004	* 1.491E-003
* LEGUME RACINE	* CO58	* 6.417E-007	* 3.775E-004	* 1.194E-005	* 3.901E-004
* LEGUME RACINE	* CO60	* 8.892E-007	* 5.452E-004	* 3.328E-004	* 3.788E-004
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.453E+001
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.932E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 1.975E-007	* 1.516E-002	* 5.216E-005	* 1.521E-002
* LEGUME FRUIT	* I133	* 2.618E-008	* 2.832E-003	* 6.722E-006	* 2.839E-003
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 1.325E-006	* 8.812E-004	* 1.134E-004	* 9.960E-004
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 1.206E-006	* 8.120E-004	* 7.089E-004	* 1.522E-003
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 9.626E-007	* 5.645E-004	* 1.087E-005	* 5.763E-004
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 1.334E-006	* 8.221E-004	* 3.003E-004	* 1.124E-003
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.469E+001
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.218E+000
* FOURRAGE	* I131	* 1.317E-006	* 5.057E-002	* 3.623E-006	* 5.058E-002
* FOURRAGE	* I133	* 1.745E-007	* 9.409E-003	* 4.701E-007	* 9.410E-003
* FOURRAGE	* CS134	* 8.833E-006	* 2.933E-003	* 3.690E-003	* 6.632E-003
* FOURRAGE	* CS137	* 8.042E-006	* 2.711E-003	* 2.248E-002	* 2.520E-002
* FOURRAGE	* CO58	* 6.417E-006	* 1.884E-003	* 1.019E-006	* 1.891E-003
* FOURRAGE	* CO60	* 8.892E-006	* 2.734E-003	* 2.794E-005	* 2.771E-003
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.503E+000
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.489E+001
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.073E-001
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 5.718E-002
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.030E-002
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.531E-001
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.149E-002
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.684E-002
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.327E+001
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.624E+001
* MAIS	* I131	* 1.317E-006	* 1.013E-001	* 1.920E-007	* 1.013E-001
* MAIS	* I133	* 1.745E-007	* 1.891E-002	* 2.482E-008	* 1.891E-002
* MAIS	* CS134	* 8.833E-006	* 5.853E-003	* 6.946E-005	* 5.931E-003
* MAIS	* CS137	* 8.042E-006	* 5.433E-003	* 4.377E-004	* 5.879E-003
* MAIS	* CO58	* 6.417E-006	* 3.775E-003	* 9.440E-008	* 3.782E-003
* MAIS	* CO60	* 8.892E-006	* 5.452E-003	* 2.639E-006	* 5.463E-003
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.492E+001
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.218E+000
* HERBE	* I131	* 1.317E-006	* 5.057E-002	* 3.618E-006	* 5.058E-002
* HERBE	* I133	* 1.745E-007	* 9.409E-003	* 4.700E-007	* 9.410E-003
* HERBE	* CS134	* 8.833E-006	* 2.933E-003	* 3.686E-003	* 6.628E-003
* HERBE	* CS137	* 8.042E-006	* 2.711E-003	* 2.239E-002	* 2.511E-002
* HERBE	* CO58	* 6.417E-006	* 1.884E-003	* 1.019E-006	* 1.891E-003
* HERBE	* CO60	* 8.892E-006	* 2.734E-003	* 2.792E-005	* 2.771E-003

*Dielette

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais *	* Concentration totale Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.988E+001
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.136E+000
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 2.331E-006	* 2.010E-001	* 4.368E-005	* 2.010E-001
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 3.089E-007	* 3.752E-002	* 5.934E-006	* 3.753E-002
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 1.573E-005	* 1.158E-002	* 2.896E-004	* 1.189E-002
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 1.432E-005	* 1.075E-002	* 1.824E-003	* 1.259E-002
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 1.143E-005	* 7.471E-003	* 3.036E-005	* 7.513E-003
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 1.584E-005	* 1.079E-002	* 8.423E-004	* 1.165E-002
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.562E+001
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.451E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 2.331E-007	* 2.010E-002	* 4.640E-005	* 2.015E-002
* LEGUME RACINE	* I133	* 3.089E-008	* 3.752E-003	* 5.988E-006	* 3.758E-003
* LEGUME RACINE	* CS134	* 1.573E-006	* 1.158E-003	* 2.984E-004	* 1.458E-003
* LEGUME RACINE	* CS137	* 1.432E-006	* 1.075E-003	* 1.873E-003	* 2.950E-003
* LEGUME RACINE	* CO58	* 1.143E-006	* 7.471E-004	* 2.363E-005	* 7.718E-004
* LEGUME RACINE	* CO60	* 1.584E-006	* 1.079E-003	* 6.583E-004	* 1.739E-003
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.879E+001
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.823E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 3.496E-007	* 3.007E-002	* 1.035E-004	* 3.201E-002
* LEGUME FRUIT	* I133	* 4.634E-008	* 5.619E-003	* 1.334E-005	* 5.633E-003
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 2.360E-006	* 1.744E-003	* 2.243E-004	* 1.971E-003
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 2.149E-006	* 1.607E-003	* 1.402E-003	* 3.011E-003
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 1.715E-006	* 1.117E-003	* 2.150E-005	* 1.140E-003
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 2.376E-006	* 1.627E-003	* 5.941E-004	* 2.223E-003
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.930E+001
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.433E+001
* FOURRAGE	* I131	* 2.331E-006	* 1.003E-001	* 7.188E-006	* 1.004E-001
* FOURRAGE	* I133	* 3.089E-007	* 1.867E-002	* 9.327E-007	* 1.867E-002
* FOURRAGE	* CS134	* 1.573E-005	* 5.804E-003	* 7.301E-003	* 1.312E-002
* FOURRAGE	* CS137	* 1.432E-005	* 5.364E-003	* 4.448E-002	* 4.985E-002
* FOURRAGE	* CO58	* 1.143E-005	* 3.728E-003	* 2.017E-006	* 3.742E-003
* FOURRAGE	* CO60	* 1.584E-005	* 5.411E-003	* 5.526E-005	* 5.482E-003
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.883E+001
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.957E+001
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 6.098E-001
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.135E-001
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 7.973E-002
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.030E-001
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.274E-002
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.331E-002
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.630E+001
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.225E+001
* MAIS	* I131	* 2.331E-006	* 2.010E-001	* 3.809E-007	* 2.010E-001
* MAIS	* I133	* 3.089E-007	* 3.752E-002	* 4.925E-008	* 3.752E-002
* MAIS	* CS134	* 1.573E-005	* 1.158E-002	* 1.374E-004	* 1.173E-002
* MAIS	* CS137	* 1.432E-005	* 1.075E-002	* 8.659E-004	* 1.163E-002
* MAIS	* CO58	* 1.143E-005	* 7.471E-003	* 1.867E-007	* 7.482E-003
* MAIS	* CO60	* 1.584E-005	* 1.079E-002	* 5.220E-006	* 1.081E-002
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.956E+001
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.433E+001
* HERBE	* I131	* 2.331E-006	* 1.003E-001	* 7.178E-006	* 1.004E-001
* HERBE	* I133	* 3.089E-007	* 1.867E-002	* 9.325E-007	* 1.867E-002
* HERBE	* CS134	* 1.573E-005	* 5.804E-003	* 7.292E-003	* 1.311E-002
* HERBE	* CS137	* 1.432E-005	* 5.364E-003	* 4.429E-002	* 4.967E-002
* HERBE	* CO58	* 1.143E-005	* 3.728E-003	* 2.016E-006	* 3.742E-003
* HERBE	* CO60	* 1.584E-005	* 5.411E-003	* 5.524E-005	* 5.482E-003

*La Berquerie

* Végétal	* Isotope	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais	* Concentration totale Bq.kg-1 frais
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.102E+001
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.202E+000
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 4.257E-006	* 1.413E-001	* 3.071E-005	* 1.413E-001
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 5.643E-007	* 2.637E-002	* 4.171E-006	* 2.638E-002
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 2.903E-005	* 8.157E-003	* 2.049E-004	* 8.391E-003
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 2.643E-005	* 7.573E-003	* 1.291E-003	* 8.890E-003
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 2.109E-005	* 5.262E-003	* 2.148E-005	* 5.305E-003
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 2.922E-005	* 7.598E-003	* 5.960E-004	* 8.223E-003
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.803E+001
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.530E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 4.257E-007	* 1.413E-002	* 3.262E-005	* 1.416E-002
* LEGUME RACINE	* I133	* 5.643E-008	* 2.637E-003	* 4.210E-006	* 2.641E-003
* LEGUME RACINE	* CS134	* 2.903E-006	* 8.157E-004	* 2.111E-004	* 1.030E-003
* LEGUME RACINE	* CS137	* 2.643E-006	* 7.573E-004	* 1.325E-003	* 2.085E-003
* LEGUME RACINE	* CO58	* 2.109E-006	* 5.262E-004	* 1.672E-005	* 5.450E-004
* LEGUME RACINE	* CO60	* 2.922E-006	* 7.598E-004	* 4.658E-004	* 1.229E-003
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.026E+001
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.090E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 6.386E-007	* 2.113E-002	* 7.276E-005	* 2.121E-002
* LEGUME FRUIT	* I133	* 8.464E-008	* 3.949E-003	* 9.376E-006	* 3.959E-003
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 4.354E-006	* 1.228E-003	* 1.587E-004	* 1.391E-003
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 3.964E-006	* 1.132E-003	* 9.923E-004	* 2.128E-003
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 3.163E-006	* 7.867E-004	* 1.521E-005	* 8.051E-004
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 4.383E-006	* 1.146E-003	* 4.203E-004	* 1.570E-003
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.048E+001
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.007E+001
* FOURRAGE	* I131	* 4.257E-006	* 7.052E-002	* 5.054E-006	* 7.053E-002
* FOURRAGE	* I133	* 5.643E-007	* 1.312E-002	* 6.557E-007	* 1.312E-002
* FOURRAGE	* CS134	* 2.903E-005	* 4.088E-003	* 5.166E-003	* 9.283E-003
* FOURRAGE	* CS137	* 2.643E-005	* 3.778E-003	* 3.147E-002	* 3.528E-002
* FOURRAGE	* CO58	* 2.109E-005	* 2.626E-003	* 1.427E-006	* 2.648E-003
* FOURRAGE	* CO60	* 2.922E-005	* 3.811E-003	* 3.911E-005	* 3.879E-003
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.325E+001
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.076E+001
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.286E-001
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 7.974E-002
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 5.641E-002
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.144E-001
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.609E-002
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.358E-002
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.850E+001
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.265E+001
* MAIS	* I131	* 4.257E-006	* 1.413E-001	* 2.678E-007	* 1.413E-001
* MAIS	* I133	* 5.643E-007	* 2.637E-002	* 3.462E-008	* 2.637E-002
* MAIS	* CS134	* 2.903E-005	* 8.157E-003	* 9.722E-005	* 8.283E-003
* MAIS	* CS137	* 2.643E-005	* 7.573E-003	* 6.127E-004	* 8.212E-003
* MAIS	* CO58	* 2.109E-005	* 5.262E-003	* 1.321E-007	* 5.283E-003
* MAIS	* CO60	* 2.922E-005	* 7.598E-003	* 3.694E-006	* 7.631E-003
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.080E+001
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.007E+001
* HERBE	* I131	* 4.257E-006	* 7.052E-002	* 5.047E-006	* 7.053E-002
* HERBE	* I133	* 5.643E-007	* 1.312E-002	* 6.556E-007	* 1.312E-002
* HERBE	* CS134	* 2.903E-005	* 4.088E-003	* 5.160E-003	* 9.277E-003
* HERBE	* CS137	* 2.643E-005	* 3.778E-003	* 3.134E-002	* 3.515E-002
* HERBE	* CO58	* 2.109E-005	* 2.626E-003	* 1.427E-006	* 2.648E-003
* HERBE	* CO60	* 2.922E-005	* 3.811E-003	* 3.909E-005	* 3.879E-003

*Concentrations dans les animaux, par lieux *

*Les Hougues

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
LAIT	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	3.569E+001
LAIT	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	7.166E+000
LAIT	I131	8.112E-007	6.172E-006	4.784E-002	4.785E-002
LAIT	I133	8.702E-007	7.363E-006	8.798E-003	8.806E-003
LAIT	CS134	1.467E-006	1.789E-006	9.903E-003	9.906E-003
LAIT	CS137	1.316E-006	1.606E-006	3.307E-002	3.308E-002
LAIT	CO58	3.192E-007	1.462E-006	4.997E-004	5.014E-004
LAIT	CO60	3.773E-007	1.726E-006	1.053E-003	1.055E-003
VIANDE	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	3.037E+001
VIANDE	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	2.834E+001
VIANDE	I131	3.245E-006	4.114E-006	1.914E-001	1.914E-001
VIANDE	I133	3.481E-006	4.908E-006	3.519E-002	3.520E-002
VIANDE	CS134	7.333E-006	8.945E-006	4.952E-002	4.953E-002
VIANDE	CS137	6.582E-006	8.028E-006	1.654E-001	1.654E-001
VIANDE	CO58	4.788E-006	9.748E-007	7.495E-003	7.501E-003
VIANDE	CO60	5.660E-006	1.151E-006	1.579E-002	1.580E-002

*Hameau Guérard

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
LAIT	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	9.939E+000
LAIT	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	1.993E+000
LAIT	I131	2.226E-007	1.717E-006	1.331E-002	1.331E-002
LAIT	I133	2.388E-007	2.049E-006	2.448E-003	2.451E-003
LAIT	CS134	3.990E-007	4.986E-007	2.760E-003	2.761E-003
LAIT	CS137	3.581E-007	4.475E-007	9.216E-003	9.217E-003
LAIT	CO58	8.683E-008	4.075E-007	1.392E-004	1.397E-004
LAIT	CO60	1.026E-007	4.810E-007	2.934E-004	2.940E-004
VIANDE	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	8.459E+000
VIANDE	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	7.883E+000
VIANDE	I131	8.904E-007	1.145E-006	5.325E-002	5.325E-002
VIANDE	I133	9.552E-007	1.366E-006	9.793E-003	9.795E-003
VIANDE	CS134	1.995E-006	2.493E-006	1.380E-002	1.380E-002
VIANDE	CS137	1.790E-006	2.237E-006	4.608E-002	4.609E-002
VIANDE	CO58	1.303E-006	2.717E-007	2.089E-003	2.090E-003
VIANDE	CO60	1.540E-006	3.207E-007	4.401E-003	4.403E-003

*La Coquaise

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
LAIT	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	9.930E+000
LAIT	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	1.993E+000
LAIT	I131	1.754E-007	1.717E-006	1.331E-002	1.331E-002
LAIT	I133	1.881E-007	2.049E-006	2.448E-003	2.450E-003
LAIT	CS134	3.120E-007	4.984E-007	2.756E-003	2.756E-003
LAIT	CS137	2.801E-007	4.472E-007	9.202E-003	9.202E-003
LAIT	CO58	6.791E-008	4.073E-007	1.390E-004	1.395E-004
LAIT	CO60	8.028E-008	4.808E-007	2.930E-004	2.935E-004
VIANDE	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	8.451E+000
VIANDE	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	7.883E+000
VIANDE	I131	7.014E-007	1.145E-006	5.324E-002	5.324E-002
VIANDE	I133	7.524E-007	1.366E-006	9.792E-003	9.794E-003
VIANDE	CS134	1.560E-006	2.492E-006	1.378E-002	1.378E-002
VIANDE	CS137	1.400E-006	2.236E-006	4.601E-002	4.601E-002
VIANDE	CO58	1.019E-006	2.715E-007	2.085E-003	2.087E-003
VIANDE	CO60	1.204E-006	3.205E-007	4.395E-003	4.396E-003

*Flamanville

* Animal	* Isotope	* Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	* Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	* Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	* Concentration totale Bq.kg-1 frais
* LAIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.504E+001
* LAIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.023E+000
* LAIT	* I131	* 2.162E-007	* 2.604E-006	* 2.018E-002	* 2.018E-002
* LAIT	* I133	* 2.319E-007	* 3.106E-006	* 3.711E-003	* 3.715E-003
* LAIT	* CS134	* 3.833E-007	* 7.550E-007	* 4.172E-003	* 4.173E-003
* LAIT	* CS137	* 3.440E-007	* 6.776E-007	* 1.393E-002	* 1.393E-002
* LAIT	* CO58	* 8.342E-008	* 6.171E-007	* 2.105E-004	* 2.112E-004
* LAIT	* CO60	* 9.861E-008	* 7.284E-007	* 4.436E-004	* 4.444E-004
* VIANDE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.280E+001
* VIANDE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.195E+001
* VIANDE	* I131	* 8.648E-007	* 1.736E-006	* 8.072E-002	* 8.073E-002
* VIANDE	* I133	* 9.277E-007	* 2.071E-006	* 1.485E-002	* 1.485E-002
* VIANDE	* CS134	* 1.916E-006	* 3.775E-006	* 2.086E-002	* 2.087E-002
* VIANDE	* CS137	* 1.720E-006	* 3.388E-006	* 6.965E-002	* 6.966E-002
* VIANDE	* CO58	* 1.251E-006	* 4.114E-007	* 3.157E-003	* 3.159E-003
* VIANDE	* CO60	* 1.479E-006	* 4.856E-007	* 6.654E-003	* 6.656E-003

*Dielette

* Animal	* Isotope	* Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	* Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	* Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	* Concentration totale Bq.kg-1 frais
* LAIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.980E+001
* LAIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.003E+000
* LAIT	* I131	* 3.827E-007	* 5.166E-006	* 4.004E-002	* 4.005E-002
* LAIT	* I133	* 4.105E-007	* 6.163E-006	* 7.364E-003	* 7.371E-003
* LAIT	* CS134	* 6.827E-007	* 1.494E-006	* 8.253E-003	* 8.256E-003
* LAIT	* CS137	* 6.128E-007	* 1.341E-006	* 2.756E-002	* 2.756E-002
* LAIT	* CO58	* 1.486E-007	* 1.221E-006	* 4.164E-004	* 4.177E-004
* LAIT	* CO60	* 1.757E-007	* 1.441E-006	* 8.775E-004	* 8.792E-004
* VIANDE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.536E+001
* VIANDE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.374E+001
* VIANDE	* I131	* 1.531E-006	* 3.444E-006	* 1.602E-001	* 1.602E-001
* VIANDE	* I133	* 1.642E-006	* 4.109E-006	* 2.946E-002	* 2.946E-002
* VIANDE	* CS134	* 3.414E-006	* 7.470E-006	* 4.127E-002	* 4.128E-002
* VIANDE	* CS137	* 3.064E-006	* 6.704E-006	* 1.378E-001	* 1.378E-001
* VIANDE	* CO58	* 2.229E-006	* 8.141E-007	* 6.246E-003	* 6.249E-003
* VIANDE	* CO60	* 2.635E-006	* 9.609E-007	* 1.316E-002	* 1.317E-002

*La Berquerie

* Animal	* Isotope	* Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	* Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	* Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	* Concentration totale Bq.kg-1 frais
* LAIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.102E+001
* LAIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.216E+000
* LAIT	* I131	* 6.990E-007	* 3.631E-006	* 2.814E-002	* 2.815E-002
* LAIT	* I133	* 7.498E-007	* 4.331E-006	* 5.176E-003	* 5.181E-003
* LAIT	* CS134	* 1.260E-006	* 1.052E-006	* 5.837E-003	* 5.839E-003
* LAIT	* CS137	* 1.131E-006	* 9.444E-007	* 1.950E-002	* 1.950E-002
* LAIT	* CO58	* 2.742E-007	* 8.601E-007	* 2.946E-004	* 2.957E-004
* LAIT	* CO60	* 3.241E-007	* 1.015E-006	* 6.205E-004	* 6.218E-004
* VIANDE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.789E+001
* VIANDE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.667E+001
* VIANDE	* I131	* 2.796E-006	* 2.420E-006	* 1.126E-001	* 1.126E-001
* VIANDE	* I133	* 2.999E-006	* 2.888E-006	* 2.070E-002	* 2.071E-002
* VIANDE	* CS134	* 6.298E-006	* 5.261E-006	* 2.918E-002	* 2.920E-002
* VIANDE	* CS137	* 5.653E-006	* 4.722E-006	* 9.749E-002	* 9.750E-002
* VIANDE	* CO58	* 4.112E-006	* 5.734E-007	* 4.418E-003	* 4.423E-003
* VIANDE	* CO60	* 4.861E-006	* 6.768E-007	* 9.307E-003	* 9.313E-003

Activité ingérée par l'individu

*Les Hougues

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	7.100E+003
C14	2.305E+003
I131	1.004E+001
I133	3.222E-001
CS134	3.039E+000
CS137	9.841E+000
CO58	4.153E-001
CO60	9.234E-001
Total	9.430E+003

*Hameau Guérard

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.977E+003
C14	6.412E+002
I131	2.793E+000
I133	8.965E-002
CS134	8.469E-001
CS137	2.742E+000
CO58	1.157E-001
CO60	2.573E-001
Total	2.625E+003

*La Coquaise

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.976E+003
C14	6.412E+002
I131	2.792E+000
I133	8.963E-002
CS134	8.456E-001
CS137	2.738E+000
CO58	1.156E-001
CO60	2.569E-001
Total	2.624E+003

*Flamanville

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	2.994E+003
C14	9.724E+002
I131	4.233E+000
I133	1.359E-001
CS134	1.280E+000
CS137	4.145E+000
CO58	1.750E-001
CO60	3.890E-001
Total	3.977E+003

*Dielette

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	5.931E+003
C14	1.931E+003
I131	8.400E+000
I133	2.697E-001
CS134	2.533E+000
CS137	8.200E+000
CO58	3.461E-001
CO60	7.696E-001
Total	7.883E+003

*La Berquerie

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	4.180E+003
C14	1.356E+003
I131	5.904E+000
I133	1.895E-001
CS134	1.791E+000
CS137	5.802E+000
CO58	2.448E-001
CO60	5.442E-001
Total	5.550E+003

Activité inhalée par l'individu

*Les Hougues

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	2.837E+003
C14	8.535E+002
I131	1.728E-001
I133	2.062E-001
CS134	7.514E-002
CS137	6.743E-002
CO58	8.188E-002
CO60	9.665E-002
Total	3.691E+003

*Hameau Guérard

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	7.902E+002
C14	2.374E+002
I131	4.809E-002
I133	5.737E-002
CS134	2.094E-002
CS137	1.879E-002
CO58	2.282E-002
CO60	2.694E-002
Total	1.028E+003

*La Coquaise

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	7.899E+002
C14	2.374E+002
I131	4.808E-002
I133	5.736E-002
CS134	2.093E-002
CS137	1.878E-002
CO58	2.281E-002
CO60	2.692E-002
Total	1.027E+003

*Flamanville

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	1.197E+003
C14	3.600E+002
I131	7.290E-002
I133	8.697E-002
CS134	3.171E-002
CS137	2.846E-002
CO58	3.456E-002
CO60	4.079E-002
Total	1.557E+003

*Dielette

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	2.372E+003
C14	7.149E+002
I131	1.446E-001
I133	1.726E-001
CS134	6.275E-002
CS137	5.631E-002
CO58	6.838E-002
CO60	8.072E-002
Total	3.087E+003

*La Berquerie

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	1.669E+003
C14	5.021E+002
I131	1.017E-001
I133	1.213E-001
CS134	4.420E-002
CS137	3.966E-002
CO58	4.816E-002
CO60	5.685E-002
Total	2.172E+003

DOSES

Doses efficaces par lieux et par isotope

*Les Hougues

Isotope	Dose efficace due au dépôt Sv.an-1	Dose efficace due au panache Sv.an-1	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1	Dose efficace totale Sv.an-1
H3	Non calculée	0.000E+000	5.107E-008	1.278E-007	1.789E-007
C14	Non calculée	Non calculée	3.038E-009	1.337E-006	1.340E-006
I131	4.508E-009	1.181E-011	3.456E-009	2.208E-007	2.288E-007
I133	9.609E-010	2.278E-011	8.246E-010	1.385E-009	3.193E-009
CS134	1.059E-007	2.138E-011	4.959E-010	5.774E-008	1.642E-007
CS137	1.857E-007	6.920E-012	3.102E-010	1.279E-007	3.139E-007
CO58	1.297E-008	1.462E-011	1.310E-010	3.074E-010	1.342E-008
CO60	4.297E-007	4.580E-011	9.665E-010	3.139E-009	4.338E-007
KR85	Non calculée	1.328E-009	Non calculée	Non calculée	1.328E-009
XE133	Non calculée	7.886E-008	Non calculée	Non calculée	7.886E-008
XE135	Non calculée	1.891E-007	Non calculée	Non calculée	1.891E-007
AR41	Non calculée	1.510E-007	Non calculée	Non calculée	1.510E-007
Xe 131m	Non calculée	9.373E-011	Non calculée	Non calculée	9.373E-011

*Hameau Guérard

Isotope	Dose efficace due au dépôt Sv.an-1	Dose efficace due au panache Sv.an-1	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1	Dose efficace totale Sv.an-1
H3	Non calculée	0.000E+000	1.422E-008	3.559E-008	4.981E-008
C14	Non calculée	Non calculée	8.451E-010	3.719E-007	3.727E-007
I131	1.255E-009	3.286E-012	9.617E-010	6.144E-008	6.366E-008
I133	2.674E-010	6.338E-012	2.295E-010	3.855E-010	8.887E-010
CS134	2.952E-008	5.958E-012	1.382E-010	1.609E-008	4.575E-008
CS137	5.174E-008	1.929E-012	8.645E-011	3.565E-008	8.748E-008
CO58	3.614E-009	4.075E-012	3.651E-011	8.565E-011	3.740E-009
CO60	1.197E-007	1.276E-011	2.694E-010	8.749E-010	1.209E-007
KR85	Non calculée	3.692E-010	Non calculée	Non calculée	3.692E-010
XE133	Non calculée	2.193E-008	Non calculée	Non calculée	2.193E-008
XE135	Non calculée	5.260E-008	Non calculée	Non calculée	5.260E-008
AR41	Non calculée	4.200E-008	Non calculée	Non calculée	4.200E-008
Xe 131m	Non calculée	2.607E-011	Non calculée	Non calculée	2.607E-011

*La Coquaise

* Isotope	* Dose efficace due * au dépôt * Sv.an-1	* Dose efficace due * au panache * Sv.an-1	* Dose efficace due * à l'inhalation * Sv.an-1	* Dose efficace due * à l'ingestion * Sv.an-1	* Dose efficace * totale * Sv.an-1
* H3	* Non calculée	* 0.000E+000	* 1.422E-008	* 3.557E-008	* 4.979E-008
* C14	* Non calculée	* Non calculée	* 8.451E-010	* 3.719E-007	* 3.727E-007
* I131	* 1.254E-009	* 3.285E-012	* 9.616E-010	* 6.143E-008	* 6.365E-008
* I133	* 2.673E-010	* 6.337E-012	* 2.294E-010	* 3.854E-010	* 8.884E-010
* CS134	* 2.948E-008	* 5.955E-012	* 1.381E-010	* 1.607E-008	* 4.569E-008
* CS137	* 5.166E-008	* 1.928E-012	* 8.641E-011	* 3.560E-008	* 8.735E-008
* CO58	* 3.608E-009	* 4.073E-012	* 3.649E-011	* 8.552E-011	* 3.734E-009
* CO60	* 1.195E-007	* 1.276E-011	* 2.692E-010	* 8.736E-010	* 1.207E-007
* KR85	* Non calculée	* 3.692E-010	* Non calculée	* Non calculée	* 3.692E-010
* XE133	* Non calculée	* 2.193E-008	* Non calculée	* Non calculée	* 2.193E-008
* XE135	* Non calculée	* 5.260E-008	* Non calculée	* Non calculée	* 5.260E-008
* AR41	* Non calculée	* 4.200E-008	* Non calculée	* Non calculée	* 4.200E-008
* Xe 131m	* Non calculée	* 2.607E-011	* Non calculée	* Non calculée	* 2.607E-011

*Flamanville

* Isotope	* Dose efficace due * au dépôt * Sv.an-1	* Dose efficace due * au panache * Sv.an-1	* Dose efficace due * à l'inhalation * Sv.an-1	* Dose efficace due * à l'ingestion * Sv.an-1	* Dose efficace * totale * Sv.an-1
* H3	* Non calculée	* 0.000E+000	* 2.155E-008	* 5.389E-008	* 7.544E-008
* C14	* Non calculée	* Non calculée	* 1.282E-009	* 5.640E-007	* 5.653E-007
* I131	* 1.902E-009	* 4.981E-012	* 1.458E-009	* 9.314E-008	* 9.650E-008
* I133	* 4.052E-010	* 9.608E-012	* 3.479E-010	* 5.844E-010	* 1.347E-009
* CS134	* 4.462E-008	* 9.022E-012	* 2.093E-010	* 2.433E-008	* 6.917E-008
* CS137	* 7.821E-008	* 2.920E-012	* 1.309E-010	* 5.389E-008	* 1.322E-007
* CO58	* 5.463E-009	* 6.171E-012	* 5.529E-011	* 1.295E-010	* 5.654E-009
* CO60	* 1.809E-007	* 1.933E-011	* 4.079E-010	* 1.323E-009	* 1.827E-007
* KR85	* Non calculée	* 5.600E-010	* Non calculée	* Non calculée	* 5.600E-010
* XE133	* Non calculée	* 3.326E-008	* Non calculée	* Non calculée	* 3.326E-008
* XE135	* Non calculée	* 7.977E-008	* Non calculée	* Non calculée	* 7.977E-008
* AR41	* Non calculée	* 6.370E-008	* Non calculée	* Non calculée	* 6.370E-008
* Xe 131m	* Non calculée	* 3.954E-011	* Non calculée	* Non calculée	* 3.954E-011

*Dielette

* Isotope	* Dose efficace due * au dépôt * Sv.an-1	* Dose efficace due * au panache * Sv.an-1	* Dose efficace due * à l'inhalation * Sv.an-1	* Dose efficace due * à l'ingestion * Sv.an-1	* Dose efficace * totale * Sv.an-1
* H3	* Non calculée	* 0.000E+000	* 4.269E-008	* 1.068E-007	* 1.495E-007
* C14	* Non calculée	* Non calculée	* 2.545E-009	* 1.120E-006	* 1.123E-006
* I131	* 3.773E-009	* 9.884E-012	* 2.893E-009	* 1.848E-007	* 1.915E-007
* I133	* 8.042E-010	* 1.906E-011	* 6.903E-010	* 1.160E-009	* 2.674E-009
* CS134	* 8.826E-008	* 1.785E-011	* 4.141E-010	* 4.812E-008	* 1.368E-007
* CS137	* 1.547E-007	* 5.779E-012	* 2.590E-010	* 1.066E-007	* 2.616E-007
* CO58	* 1.081E-008	* 1.221E-011	* 1.094E-010	* 2.561E-010	* 1.118E-008
* CO60	* 3.581E-007	* 3.824E-011	* 8.072E-010	* 2.617E-009	* 3.615E-007
* KR85	* Non calculée	* 1.112E-009	* Non calculée	* Non calculée	* 1.112E-009
* XE133	* Non calculée	* 6.606E-008	* Non calculée	* Non calculée	* 6.606E-008
* XE135	* Non calculée	* 1.584E-007	* Non calculée	* Non calculée	* 1.584E-007
* AR41	* Non calculée	* 1.265E-007	* Non calculée	* Non calculée	* 1.265E-007
* Xe 131m	* Non calculée	* 7.852E-011	* Non calculée	* Non calculée	* 7.852E-011

*La Bergerie

* Isotope	* Dose efficace due * au dépôt * Sv.an-1	* Dose efficace due * au panache * Sv.an-1	* Dose efficace due * à l'inhalation * Sv.an-1	* Dose efficace due * à l'ingestion * Sv.an-1	* Dose efficace * totale * Sv.an-1
* H3	* Non calculée	* 0.000E+000	* 3.004E-008	* 7.523E-008	* 1.053E-007
* C14	* Non calculée	* Non calculée	* 1.788E-009	* 7.866E-007	* 7.884E-007
* I131	* 2.653E-009	* 6.947E-012	* 2.033E-009	* 1.299E-007	* 1.346E-007
* I133	* 5.654E-010	* 1.340E-011	* 4.851E-010	* 8.150E-010	* 1.879E-009
* CS134	* 6.246E-008	* 1.257E-011	* 2.917E-010	* 3.403E-008	* 9.679E-008
* CS137	* 1.095E-007	* 4.070E-012	* 1.825E-010	* 7.542E-008	* 1.851E-007
* CO58	* 7.647E-009	* 8.601E-012	* 7.706E-011	* 1.812E-010	* 7.914E-009
* CO60	* 2.533E-007	* 2.694E-011	* 5.685E-010	* 1.850E-009	* 2.558E-007
* KR85	* Non calculée	* 7.810E-010	* Non calculée	* Non calculée	* 7.810E-010
* XE133	* Non calculée	* 4.639E-008	* Non calculée	* Non calculée	* 4.639E-008
* XE135	* Non calculée	* 1.113E-007	* Non calculée	* Non calculée	* 1.113E-007
* AR41	* Non calculée	* 8.884E-008	* Non calculée	* Non calculée	* 8.884E-008
* Xe 131m	* Non calculée	* 5.514E-011	* Non calculée	* Non calculée	* 5.514E-011

Doses efficaces par lieux

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace due au panache Sv.an-1	Dose efficace due au dépôt Sv.an-1
Les Hougues	4.205E-007	7.397E-007
Hameau Guérard	1.170E-007	2.061E-007
La Coquaise	1.170E-007	2.059E-007
Flamanville	1.774E-007	3.116E-007
Dielette	3.523E-007	6.164E-007
La Berquerie	2.474E-007	4.362E-007

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace par inhalation Sv.an-1
Les Hougues	6.029E-008
Hameau Guérard	1.679E-008
La Coquaise	1.678E-008
Flamanville	2.544E-008
Dielette	5.041E-008
La Berquerie	3.547E-008

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace par ingestion Sv.an-1
Les Hougues	1.876E-006
Hameau Guérard	5.220E-007
La Coquaise	5.219E-007
Flamanville	7.913E-007
Dielette	1.570E-006
La Berquerie	1.104E-006

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace totale Sv.an-1
Les Hougues	3.096E-006
Hameau Guérard	8.619E-007
La Coquaise	8.615E-007
Flamanville	1.306E-006
Dielette	2.589E-006
La Berquerie	1.823E-006

Rejets gazeux de la tranche EPR sur le site de FLAMANVILLE – Classe Nourrisson (rejets « maximums »)

Seules les doses associées aux voies d'exposition interne sont calculées par le code (cf § 3). Par ailleurs seuls sont présentés les résultats différents de la classe adulte.

Activité ingérée par l'individu

***Hameau Guérard**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	2.534E+003
C14	5.083E+002
I131	2.807E+000
I133	1.665E-001
CS134	7.025E-001
CS137	2.350E+000
CO58	3.485E-002
CO60	7.491E-002
Total	3.048E+003

***La Coquaise**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	2.531E+003
C14	5.083E+002
I131	2.806E+000
I133	1.665E-001
CS134	7.015E-001
CS137	2.346E+000
CO58	3.479E-002
CO60	7.480E-002
Total	3.045E+003

***Flamanville**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	3.835E+003
C14	7.708E+002
I131	4.255E+000
I133	2.524E-001
CS134	1.062E+000
CS137	3.552E+000
CO58	5.267E-002
CO60	1.132E-001
Total	4.615E+003

***Dielette**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	7.596E+003
C14	1.531E+003
I131	8.442E+000
I133	5.009E-001
CS134	2.101E+000
CS137	7.027E+000
CO58	1.042E-001
CO60	2.240E-001
Total	9.145E+003

*La Berquerie

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	5.358E+003
C14	1.075E+003
I131	5.934E+000
I133	3.521E-001
CS134	1.486E+000
CS137	4.972E+000
CO58	7.375E-002
CO60	1.585E-001
Total	6.446E+003

*Les Hougues

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	9.098E+003
C14	1.827E+003
I131	1.009E+001
I133	5.984E-001
CS134	2.521E+000
CS137	8.434E+000
CO58	1.251E-001
CO60	2.688E-001
Total	1.095E+004

Activité inhalée par l'individu

*Hameau Guérard

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	1.035E+002
C14	3.109E+001
I131	6.297E-003
I133	7.512E-003
CS134	2.742E-003
CS137	2.461E-003
CO58	2.989E-003
CO60	3.528E-003
Total	1.346E+002

*La Coquaise

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	1.034E+002
C14	3.109E+001
I131	6.296E-003
I133	7.511E-003
CS134	2.741E-003
CS137	2.460E-003
CO58	2.987E-003
CO60	3.526E-003
Total	1.345E+002

*Flamanville

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	1.568E+002
C14	4.714E+001
I131	9.546E-003
I133	1.139E-002
CS134	4.153E-003
CS137	3.727E-003
CO58	4.525E-003
CO60	5.341E-003
Total	2.040E+002

*Dielette

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	3.106E+002
C14	9.362E+001
I131	1.894E-002
I133	2.260E-002
CS134	8.217E-003
CS137	7.374E-003
CO58	8.955E-003
CO60	1.057E-002
Total	4.043E+002

*La Berquerie

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	2.185E+002
C14	6.575E+001
I131	1.331E-002
I133	1.588E-002
CS134	5.788E-003
CS137	5.194E-003
CO58	6.307E-003
CO60	7.445E-003
Total	2.843E+002

*Les Hougues

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	3.715E+002
C14	1.118E+002
I131	2.263E-002
I133	2.700E-002
CS134	9.840E-003
CS137	8.831E-003
CO58	1.072E-002
CO60	1.266E-002
Total	4.834E+002

DOSES

Doses efficaces par lieux et par isotope

*Hameau Guérard

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	6.623E-009	1.622E-007
C14	2.823E-010	7.116E-007
I131	1.070E-009	5.052E-007
I133	3.380E-010	8.160E-009
CS134	3.017E-011	1.827E-008
CS137	2.166E-011	4.935E-008
CO58	2.182E-011	2.544E-010
CO60	1.482E-010	4.045E-009
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

*La Coquaise

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	6.620E-009	1.620E-007
C14	2.823E-010	7.116E-007
I131	1.070E-009	5.051E-007
I133	3.380E-010	8.158E-009
CS134	3.015E-011	1.824E-008
CS137	2.165E-011	4.928E-008
CO58	2.180E-011	2.540E-010
CO60	1.481E-010	4.039E-009
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

*Flamanville

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	1.003E-008	2.454E-007
C14	4.281E-010	1.079E-006
I131	1.623E-009	7.658E-007
I133	5.125E-010	1.237E-008
CS134	4.568E-011	2.761E-008
CS137	3.279E-011	7.460E-008
CO58	3.303E-011	3.845E-010
CO60	2.243E-010	6.115E-009
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

*Dielette

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	1.988E-008	4.862E-007
C14	8.501E-010	2.143E-006
I131	3.220E-009	1.520E-006
I133	1.017E-009	2.454E-008
CS134	9.039E-011	5.462E-008
CS137	6.489E-011	1.476E-007
CO58	6.537E-011	7.606E-010
CO60	4.439E-010	1.210E-008
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

*La Berquerie

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	1.399E-008	3.429E-007
C14	5.970E-010	1.505E-006
I131	2.263E-009	1.068E-006
I133	7.147E-010	1.725E-008
CS134	6.366E-011	3.864E-008
CS137	4.571E-011	1.044E-007
CO58	4.604E-011	5.384E-010
CO60	3.127E-010	8.556E-009
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

*Les Hougues

* Isotope *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *
* H3 *	* 2.378E-008 *	* 5.823E-007 *
* C14 *	* 1.015E-009 *	* 2.558E-006 *
* I131 *	* 3.847E-009 *	* 1.815E-006 *
* I133 *	* 1.215E-009 *	* 2.932E-008 *
* CS134 *	* 1.082E-010 *	* 6.555E-008 *
* CS137 *	* 7.771E-011 *	* 1.771E-007 *
* CO58 *	* 7.828E-011 *	* 9.130E-010 *
* CO60 *	* 5.316E-010 *	* 1.452E-008 *
* KR85 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE133 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE135 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* AR41 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE131M *	* Non calculée *	* Non calculée *

Doses efficaces par lieux

*Par Lieux

* Nom *	* Dose efficace par inhalation Sv.an-1 *
* Hameau Guérard *	* 8.535E-009 *
* La Coquaise *	* 8.532E-009 *
* Flamanville *	* 1.293E-008 *
* Dielette *	* 2.563E-008 *
* La Berquerie *	* 1.803E-008 *
* Les Hougues *	* 3.065E-008 *

*Par Lieux

* Nom *	* Dose efficace par ingestion Sv.an-1 *
* Hameau Guérard *	* 1.459E-006 *
* La Coquaise *	* 1.459E-006 *
* Flamanville *	* 2.212E-006 *
* Dielette *	* 4.388E-006 *
* La Berquerie *	* 3.085E-006 *
* Les Hougues *	* 5.244E-006 *

ANNEXE 5 - FICHIERS RÉSULTATS DU CODE DE CALCUL MIRRAGE - CALCUL AUX « REJETS RÉALISTES » (I.E. PERFORMANCES ATTENDUES)

Rejets gazeux de la tranche EPR sur le site de FLAMANVILLE – Classe Adulte (rejets « réalistes »)

DONNEES DE LA CENTRALE

*Durée de fonctionnement de l'installation nucléaire (années) : 60

RESULTATS

COEFFICIENTS DE TRANSFERT ATMOSPHERIQUE

Coefficients de transfert atmosphérique CTAN et CTAM par lieu

Lieu	CTAN s.m-3	CTAM s.m-3
Les Hougues	5.000E-005	5.000E-005
Hameau Guérard	1.900E-005	1.900E-005
La Coquoise	1.900E-005	1.900E-005
Flamanville	1.900E-005	1.900E-005
Dielette	5.000E-005	5.000E-005
La Berquerie	3.100E-005	3.100E-005

Coefficients de transfert atmosphérique moyen par lieu et par isotope

*Les Hougues

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	3.546E-006
C14	3.556E-006
I131	3.553E-006
I133	3.553E-006
CS134	3.542E-006
CS137	3.542E-006
CO58	3.542E-006
CO60	3.542E-006
KR85	3.556E-006
XE133	3.556E-006
XE135	3.556E-006
AR41	3.556E-006
Xe 131m	3.556E-006

*Hameau Guérard

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	9.877E-007
C14	9.891E-007
I131	9.886E-007
I133	9.886E-007
CS134	9.871E-007
CS137	9.871E-007
CO58	9.871E-007
CO60	9.871E-007
KR85	9.891E-007
XE133	9.891E-007
XE135	9.891E-007
AR41	9.891E-007
Xe 131m	9.891E-007

*La Coquaise

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	9.874E-007
C14	9.891E-007
I131	9.885E-007
I133	9.885E-007
CS134	9.866E-007
CS137	9.866E-007
CO58	9.866E-007
CO60	9.866E-007
KR85	9.891E-007
XE133	9.891E-007
XE135	9.891E-007
AR41	9.891E-007
Xe 131m	9.891E-007

*Flamanville

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	1.496E-006
C14	1.500E-006
I131	1.499E-006
I133	1.499E-006
CS134	1.495E-006
CS137	1.495E-006
CO58	1.495E-006
CO60	1.495E-006
KR85	1.500E-006
XE133	1.500E-006
XE135	1.500E-006
AR41	1.500E-006
Xe 131m	1.500E-006

*Dielette

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	2.965E-006
C14	2.979E-006
I131	2.974E-006
I133	2.974E-006
CS134	2.958E-006
CS137	2.958E-006
CO58	2.958E-006
CO60	2.958E-006
KR85	2.979E-006
XE133	2.979E-006
XE135	2.979E-006
AR41	2.979E-006
Xe 131m	2.979E-006

*La Berquerie

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	2.086E-006
C14	2.092E-006
I131	2.090E-006
I133	2.090E-006
CS134	2.083E-006
CS137	2.083E-006
CO58	2.083E-006
CO60	2.083E-006
KR85	2.092E-006
XE133	2.092E-006
XE135	2.092E-006
AR41	2.092E-006
Xe 131m	2.092E-006

ACTIVITES

Concentrations atmosphériques et dans l'eau de pluie

*Les Hougues

* Isotope *	* Concentration atmosphérique Bq.m-3 *	* Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1 *
* H3 *	5.629E-002	2.069E-002
* C14 *	3.951E-002	0.000E+000
* I131 *	2.572E-006	5.718E-007
* I133 *	3.068E-006	6.822E-007
* CS134 *	1.052E-008	9.605E-009
* CS137 *	9.444E-009	8.619E-009
* CO58 *	1.147E-008	1.047E-008
* CO60 *	1.354E-008	1.235E-008
* KR85 *	1.255E-002	Non calculée
* XE133 *	5.699E-002	Non calculée
* XE135 *	1.788E-002	Non calculée
* AR41 *	2.619E-003	Non calculée
* Xe 131m *	2.709E-004	Non calculée

*Hamcau Guérard

* Isotope *	* Concentration atmosphérique Bq.m-3 *	* Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1 *
* H3 *	1.568E-002	5.649E-003
* C14 *	1.099E-002	0.000E+000
* I131 *	7.156E-007	1.569E-007
* I133 *	8.537E-007	1.872E-007
* CS134 *	2.933E-009	2.613E-009
* CS137 *	2.632E-009	2.345E-009
* CO58 *	3.196E-009	2.847E-009
* CO60 *	3.773E-009	3.361E-009
* KR85 *	3.492E-003	Non calculée
* XE133 *	1.585E-002	Non calculée
* XE135 *	4.974E-003	Non calculée
* AR41 *	7.285E-004	Non calculée
* Xe 131m *	7.536E-005	Non calculée

*La Coquaise

* Isotope *	* Concentration atmosphérique Bq.m-3 *	* Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1 *
* H3 *	1.567E-002	4.432E-003
* C14 *	1.099E-002	0.000E+000
* I131 *	7.155E-007	1.236E-007
* I133 *	8.535E-007	1.475E-007
* CS134 *	2.931E-009	2.043E-009
* CS137 *	2.631E-009	1.834E-009
* CO58 *	3.195E-009	2.227E-009
* CO60 *	3.771E-009	2.629E-009
* KR85 *	3.492E-003	Non calculée
* XE133 *	1.585E-002	Non calculée
* XE135 *	4.974E-003	Non calculée
* AR41 *	7.285E-004	Non calculée
* Xe 131m *	7.536E-005	Non calculée

*Flamanville

* Isotope *	* Concentration atmosphérique Bq.m-3 *	* Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1 *
* H3 *	2.375E-002	5.452E-003
* C14 *	1.667E-002	0.000E+000
* I131 *	1.085E-006	1.524E-007
* I133 *	1.294E-006	1.818E-007
* CS134 *	4.441E-009	2.510E-009
* CS137 *	3.986E-009	2.253E-009
* CO58 *	4.840E-009	2.735E-009
* CO60 *	5.713E-009	3.229E-009
* KR85 *	5.295E-003	Non calculée
* XE133 *	2.404E-002	Non calculée
* XE135 *	7.543E-003	Non calculée
* AR41 *	1.105E-003	Non calculée
* Xe 131m *	1.143E-004	Non calculée

*Dielette

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	4.706E-002	9.685E-003
C14	3.310E-002	0.000E+000
I131	2.153E-006	2.697E-007
I133	2.568E-006	3.218E-007
CS134	8.788E-009	4.471E-009
CS137	7.887E-009	4.013E-009
CO58	9.577E-009	4.872E-009
CO60	1.130E-008	5.751E-009
KR85	1.052E-002	Non calculée
XE133	4.774E-002	Non calculée
XE135	1.498E-002	Non calculée
AR41	2.194E-003	Non calculée
Xe 131m	2.270E-004	Non calculée

*La Berquerie

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	3.311E-002	1.779E-002
C14	2.325E-002	0.000E+000
I131	1.513E-006	4.927E-007
I133	1.805E-006	5.878E-007
CS134	6.190E-009	8.249E-009
CS137	5.555E-009	7.403E-009
CO58	6.746E-009	8.989E-009
CO60	7.962E-009	1.061E-008
KR85	7.386E-003	Non calculée
XE133	3.353E-002	Non calculée
XE135	1.052E-002	Non calculée
AR41	1.541E-003	Non calculée
Xe 131m	1.594E-004	Non calculée

*Concentrations dans le sol et sur le sol, par lieux *

*Les Hougues

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	5.212E-004	3.189E-002
I133	6.771E-005	4.372E-003
CS134	6.546E-005	6.463E-004
CS137	3.976E-004	6.691E-004
CO58	7.102E-006	2.970E-004
CO60	1.946E-004	9.126E-004

*Hameau Guérard

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	1.450E-004	8.875E-003
I133	1.884E-005	1.217E-003
CS134	1.824E-005	1.801E-004
CS137	1.108E-004	1.864E-004
CO58	1.979E-006	8.276E-005
CO60	5.422E-005	2.543E-004

*La Coquaise

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	1.450E-004	8.873E-003
I133	1.884E-005	1.216E-003
CS134	1.821E-005	1.798E-004
CS137	1.106E-004	1.861E-004
CO58	1.976E-006	8.263E-005
CO60	5.414E-005	2.539E-004

*Flamanville

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	2.199E-004	1.345E-002
I133	2.856E-005	1.844E-003
CS134	2.757E-005	2.722E-004
CS137	1.675E-004	2.818E-004
CO58	2.991E-006	1.251E-004
CO60	8.195E-005	3.844E-004

*Dielette

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	4.362E-004	2.669E-002
I133	5.667E-005	3.659E-003
CS134	5.454E-005	5.385E-004
CS137	3.313E-004	5.575E-004
CO58	5.917E-006	2.474E-004
CO60	1.621E-004	7.603E-004

*La Berquerie

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	3.067E-004	1.877E-002
I133	3.984E-005	2.572E-003
CS134	3.859E-005	3.810E-004
CS137	2.344E-004	3.945E-004
CO58	4.187E-006	1.751E-004
CO60	1.147E-004	5.380E-004

*Concentrations dans les végétaux, par lieux *

*Les Hougues

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais *	* Concentration totale Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.956E+000
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.456E+000
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 6.176E-007	* 3.001E-002	* 6.524E-006	* 3.002E-002
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 8.186E-008	* 5.603E-003	* 8.862E-007	* 5.604E-003
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 3.976E-008	* 1.632E-005	* 4.090E-007	* 1.676E-005
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 3.620E-008	* 1.515E-005	* 2.576E-006	* 1.776E-005
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 2.889E-008	* 1.052E-005	* 4.287E-008	* 1.060E-005
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 4.003E-008	* 1.520E-005	* 1.189E-006	* 1.643E-005
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.108E+000
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.995E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 6.176E-008	* 3.001E-003	* 6.929E-006	* 3.008E-003
* LEGUME RACINE	* I133	* 8.186E-009	* 5.603E-004	* 8.944E-007	* 5.612E-004
* LEGUME RACINE	* CS134	* 3.976E-009	* 1.632E-006	* 4.213E-007	* 2.057E-006
* LEGUME RACINE	* CS137	* 3.620E-009	* 1.515E-006	* 2.644E-006	* 4.163E-006
* LEGUME RACINE	* CO58	* 2.889E-009	* 1.052E-006	* 3.336E-008	* 1.089E-006
* LEGUME RACINE	* CO60	* 4.003E-009	* 1.520E-006	* 9.295E-007	* 2.453E-006
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.739E+000
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.704E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 9.264E-008	* 4.491E-003	* 1.546E-005	* 4.506E-003
* LEGUME FRUIT	* I133	* 1.228E-008	* 8.391E-004	* 1.992E-006	* 8.412E-004
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 5.964E-009	* 2.457E-006	* 3.168E-007	* 2.779E-006
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 5.430E-009	* 2.264E-006	* 1.980E-006	* 4.249E-006
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 4.333E-009	* 1.574E-006	* 3.036E-008	* 1.608E-006
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 6.004E-009	* 2.292E-006	* 8.388E-007	* 3.136E-006
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.801E+000
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.655E+000
* FOURRAGE	* I131	* 6.176E-007	* 1.498E-002	* 1.074E-006	* 1.499E-002
* FOURRAGE	* I133	* 8.186E-008	* 2.788E-003	* 1.393E-007	* 2.788E-003
* FOURRAGE	* CS134	* 3.976E-008	* 8.177E-006	* 1.031E-005	* 1.852E-005
* FOURRAGE	* CS137	* 3.620E-008	* 7.557E-006	* 6.280E-005	* 7.039E-005
* FOURRAGE	* CO58	* 2.889E-008	* 5.252E-006	* 2.848E-009	* 5.284E-006
* FOURRAGE	* CO60	* 4.003E-008	* 7.623E-006	* 7.803E-008	* 7.741E-006
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.754E+000
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.373E+001
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 9.107E-002
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.694E-002
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.126E-004
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.278E-004
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.211E-005
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.704E-005
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.243E+000
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.497E+001
* MAIS	* I131	* 6.176E-007	* 3.001E-002	* 5.689E-008	* 3.002E-002
* MAIS	* I133	* 8.186E-008	* 5.603E-003	* 7.355E-009	* 5.604E-003
* MAIS	* CS134	* 3.976E-008	* 1.632E-005	* 1.940E-007	* 1.655E-005
* MAIS	* CS137	* 3.620E-008	* 1.515E-005	* 1.223E-006	* 1.641E-005
* MAIS	* CO58	* 2.889E-008	* 1.052E-005	* 2.637E-010	* 1.055E-005
* MAIS	* CO60	* 4.003E-008	* 1.520E-005	* 7.371E-009	* 1.524E-005
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.894E+000
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.655E+000
* HERBE	* I131	* 6.176E-007	* 1.498E-002	* 1.072E-006	* 1.499E-002
* HERBE	* I133	* 8.186E-008	* 2.788E-003	* 1.393E-007	* 2.788E-003
* HERBE	* CS134	* 3.976E-008	* 8.177E-006	* 1.030E-005	* 1.851E-005
* HERBE	* CS137	* 3.620E-008	* 7.557E-006	* 6.254E-005	* 7.013E-005
* HERBE	* CO58	* 2.889E-008	* 5.252E-006	* 2.847E-009	* 5.284E-006
* HERBE	* CO60	* 4.003E-008	* 7.623E-006	* 7.800E-008	* 7.741E-006

*Hameau Guérard

* Végétal	* Isotope	* Concentration due à la pluie * Bq.kg-1 frais	* Concentration due au dépôt sec * Bq.kg-1 frais	* Concentration due au sol * Bq.kg-1 frais	* Concentration totale * Bq.kg-1 frais
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.659E+000
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.049E-001
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 1.695E-007	* 8.352E-003	* 1.816E-006	* 8.354E-003
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 2.246E-008	* 1.559E-003	* 2.466E-007	* 1.560E-003
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 1.082E-008	* 4.547E-006	* 1.140E-007	* 4.672E-006
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 9.848E-009	* 4.222E-006	* 7.179E-007	* 4.949E-006
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 7.858E-009	* 2.933E-006	* 1.195E-008	* 2.953E-006
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 1.089E-008	* 4.236E-006	* 3.314E-007	* 4.578E-006
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.423E+000
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.329E-001
* LEGUME RACINE	* I131	* 1.695E-008	* 8.352E-004	* 1.928E-006	* 8.372E-004
* LEGUME RACINE	* I133	* 2.246E-009	* 1.559E-004	* 2.489E-007	* 1.562E-004
* LEGUME RACINE	* CS134	* 1.082E-009	* 4.547E-007	* 1.174E-007	* 5.732E-007
* LEGUME RACINE	* CS137	* 9.848E-010	* 4.222E-007	* 7.369E-007	* 1.160E-006
* LEGUME RACINE	* CO58	* 7.858E-010	* 2.933E-007	* 9.296E-009	* 3.034E-007
* LEGUME RACINE	* CO60	* 1.089E-009	* 4.236E-007	* 2.590E-007	* 6.837E-007
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.598E+000
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.519E-001
* LEGUME FRUIT	* I131	* 2.542E-008	* 1.250E-003	* 4.302E-006	* 1.254E-003
* LEGUME FRUIT	* I133	* 3.370E-009	* 2.335E-004	* 5.543E-007	* 2.341E-004
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 1.623E-009	* 6.847E-007	* 8.827E-008	* 7.746E-007
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 1.477E-009	* 6.309E-007	* 5.518E-007	* 1.184E-006
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 1.179E-009	* 4.386E-007	* 8.459E-009	* 4.482E-007
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 1.633E-009	* 6.387E-007	* 2.337E-007	* 8.741E-007
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.616E+000
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.851E+000
* FOURRAGE	* I131	* 1.695E-007	* 4.170E-003	* 2.988E-007	* 4.170E-003
* FOURRAGE	* I133	* 2.246E-008	* 7.758E-004	* 3.876E-008	* 7.759E-004
* FOURRAGE	* CS134	* 1.082E-008	* 2.279E-006	* 2.873E-006	* 5.162E-006
* FOURRAGE	* CS137	* 9.848E-009	* 2.106E-006	* 1.750E-005	* 1.962E-005
* FOURRAGE	* CO58	* 7.858E-009	* 1.464E-006	* 7.936E-010	* 1.472E-006
* FOURRAGE	* CO60	* 1.089E-008	* 2.125E-006	* 2.175E-008	* 2.157E-006
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.045E+000
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.818E+000
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.534E-002
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.715E-003
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.137E-005
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.192E-004
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 8.948E-006
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.311E-005
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.460E+000
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.165E+000
* MAIS	* I131	* 1.695E-007	* 8.352E-003	* 1.583E-008	* 8.352E-003
* MAIS	* I133	* 2.246E-008	* 1.559E-003	* 2.047E-009	* 1.559E-003
* MAIS	* CS134	* 1.082E-008	* 4.547E-006	* 5.406E-008	* 4.612E-006
* MAIS	* CS137	* 9.848E-009	* 4.222E-006	* 3.407E-007	* 4.572E-006
* MAIS	* CO58	* 7.858E-009	* 2.933E-006	* 7.347E-011	* 2.941E-006
* MAIS	* CO60	* 1.089E-008	* 4.236E-006	* 2.054E-009	* 4.249E-006
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.642E+000
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.851E+000
* HERBE	* I131	* 1.695E-007	* 4.170E-003	* 2.983E-007	* 4.170E-003
* HERBE	* I133	* 2.246E-008	* 7.758E-004	* 3.876E-008	* 7.759E-004
* HERBE	* CS134	* 1.082E-008	* 2.279E-006	* 2.869E-006	* 5.159E-006
* HERBE	* CS137	* 9.848E-009	* 2.106E-006	* 1.743E-005	* 1.954E-005
* HERBE	* CO58	* 7.858E-009	* 1.464E-006	* 7.933E-010	* 1.472E-006
* HERBE	* CO60	* 1.089E-008	* 2.125E-006	* 2.174E-008	* 2.157E-006

*La Coquaise

* Végétal	* Isotope	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais	* Concentration totale Bq.kg-1 frais
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.658E+000
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.049E-001
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 1.335E-007	* 8.351E-003	* 1.815E-006	* 8.353E-003
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 1.770E-008	* 1.559E-003	* 2.466E-007	* 1.559E-003
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 8.460E-009	* 4.545E-006	* 1.138E-007	* 4.667E-006
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 7.702E-009	* 4.219E-006	* 7.167E-007	* 4.944E-006
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 6.146E-009	* 2.932E-006	* 1.193E-008	* 2.950E-006
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 8.517E-009	* 4.233E-006	* 3.309E-007	* 4.573E-006
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.422E+000
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.329E-001
* LEGUME RACINE	* I131	* 1.335E-008	* 8.351E-004	* 1.928E-006	* 8.370E-004
* LEGUME RACINE	* I133	* 1.770E-009	* 1.559E-004	* 2.488E-007	* 1.562E-004
* LEGUME RACINE	* CS134	* 8.460E-010	* 4.545E-007	* 1.172E-007	* 5.726E-007
* LEGUME RACINE	* CS137	* 7.702E-010	* 4.219E-007	* 7.358E-007	* 1.158E-006
* LEGUME RACINE	* CO58	* 6.146E-010	* 2.932E-007	* 9.281E-009	* 3.031E-007
* LEGUME RACINE	* CO60	* 8.517E-010	* 4.233E-007	* 2.586E-007	* 6.828E-007
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.598E+000
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.519E-001
* LEGUME FRUIT	* I131	* 2.003E-008	* 1.249E-003	* 4.301E-006	* 1.254E-003
* LEGUME FRUIT	* I133	* 2.654E-009	* 2.335E-004	* 5.542E-007	* 2.340E-004
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 1.269E-009	* 6.843E-007	* 8.813E-008	* 7.737E-007
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 1.155E-009	* 3.306E-007	* 5.509E-007	* 1.183E-006
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 9.219E-010	* 4.383E-007	* 8.446E-009	* 4.477E-007
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 1.277E-009	* 6.384E-007	* 2.334E-007	* 8.730E-007
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.615E+000
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.851E+000
* FOURRAGE	* I131	* 1.335E-007	* 4.169E-003	* 2.987E-007	* 4.170E-003
* FOURRAGE	* I133	* 1.770E-008	* 7.757E-004	* 3.876E-008	* 7.758E-004
* FOURRAGE	* CS134	* 8.460E-009	* 2.278E-006	* 2.868E-006	* 5.154E-006
* FOURRAGE	* CS137	* 7.702E-009	* 2.105E-006	* 1.747E-005	* 1.958E-005
* FOURRAGE	* CO58	* 6.146E-009	* 1.463E-006	* 7.923E-010	* 1.470E-006
* FOURRAGE	* CO60	* 8.517E-009	* 2.123E-006	* 2.171E-008	* 2.154E-006
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.045E+000
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.818E+000
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.534E-002
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.714E-003
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.132E-005
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.190E-004
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 8.933E-006
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.309E-005
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.460E+000
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.165E+000
* MAIS	* I131	* 1.335E-007	* 8.351E-003	* 1.583E-008	* 8.351E-003
* MAIS	* I133	* 1.770E-008	* 1.559E-003	* 2.046E-009	* 1.559E-003
* MAIS	* CS134	* 8.460E-009	* 4.545E-006	* 5.398E-008	* 4.607E-006
* MAIS	* CS137	* 7.702E-009	* 4.219E-006	* 3.402E-007	* 4.567E-006
* MAIS	* CO58	* 6.146E-009	* 2.932E-006	* 7.336E-011	* 2.938E-006
* MAIS	* CO60	* 8.517E-009	* 4.233E-006	* 2.051E-009	* 4.244E-006
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.641E+000
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.851E+000
* HERBE	* I131	* 1.335E-007	* 4.169E-003	* 2.983E-007	* 4.170E-003
* HERBE	* I133	* 1.770E-008	* 7.757E-004	* 3.875E-008	* 7.758E-004
* HERBE	* CS134	* 8.460E-009	* 2.278E-006	* 2.865E-006	* 5.151E-006
* HERBE	* CS137	* 7.702E-009	* 2.105E-006	* 1.740E-005	* 1.951E-005
* HERBE	* CO58	* 6.146E-009	* 1.463E-006	* 7.920E-010	* 1.470E-006
* HERBE	* CO60	* 8.517E-009	* 2.123E-006	* 2.170E-008	* 2.154E-006

*Flamanville

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due * à la pluie * Bq.kg-1 frais *	* Concentration due * au dépôt sec * Bq.kg-1 frais *	* Concentration due * au sol * Bq.kg-1 frais *	* Concentration * totale * Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.513E+000
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.140E-001
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 1.646E-007	* 1.266E-002	* 2.752E-006	* 1.266E-002
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 2.182E-008	* 2.364E-003	* 3.738E-007	* 2.364E-003
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 1.039E-008	* 6.885E-006	* 1.723E-007	* 7.068E-006
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 9.461E-009	* 6.392E-006	* 1.085E-006	* 7.487E-006
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 7.550E-009	* 4.442E-006	* 1.806E-008	* 4.467E-006
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 1.046E-008	* 6.414E-006	* 5.009E-007	* 6.925E-006
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.155E+000
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.263E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 1.646E-008	* 1.266E-003	* 2.923E-006	* 1.269E-003
* LEGUME RACINE	* I133	* 2.182E-009	* 2.364E-004	* 3.772E-007	* 2.368E-004
* LEGUME RACINE	* CS134	* 1.039E-009	* 6.885E-007	* 1.775E-007	* 8.670E-007
* LEGUME RACINE	* CS137	* 9.461E-010	* 6.392E-007	* 1.114E-006	* 1.754E-006
* LEGUME RACINE	* CO58	* 7.550E-010	* 4.442E-007	* 1.405E-008	* 4.590E-007
* LEGUME RACINE	* CO60	* 1.046E-009	* 6.414E-007	* 3.915E-007	* 1.034E-006
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.422E+000
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.140E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 2.469E-008	* 1.894E-003	* 6.521E-006	* 1.901E-003
* LEGUME FRUIT	* I133	* 3.273E-009	* 3.540E-004	* 8.402E-007	* 3.548E-004
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 1.559E-009	* 1.037E-006	* 1.334E-007	* 1.172E-006
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 1.419E-009	* 9.553E-007	* 8.340E-007	* 1.791E-006
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 1.132E-009	* 6.641E-007	* 1.279E-008	* 6.780E-007
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 1.569E-009	* 9.671E-007	* 3.533E-007	* 1.322E-006
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.448E+000
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.807E+000
* FOURRAGE	* I131	* 1.646E-007	* 6.321E-003	* 4.528E-007	* 6.322E-003
* FOURRAGE	* I133	* 2.182E-008	* 1.176E-003	* 5.876E-008	* 1.176E-003
* FOURRAGE	* CS134	* 1.039E-008	* 3.451E-006	* 4.342E-006	* 7.803E-006
* FOURRAGE	* CS137	* 9.461E-009	* 3.189E-006	* 2.645E-005	* 2.965E-005
* FOURRAGE	* CO58	* 7.550E-009	* 2.216E-006	* 1.199E-009	* 2.225E-006
* FOURRAGE	* CO60	* 1.046E-008	* 3.217E-006	* 3.287E-008	* 3.260E-006
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.584E+000
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.790E+000
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.842E-002
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 7.148E-003
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.742E-005
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.802E-004
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.352E-005
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.981E-005
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.212E+000
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.316E+000
* MAIS	* I131	* 1.646E-007	* 1.266E-002	* 2.400E-008	* 1.266E-002
* MAIS	* I133	* 2.182E-008	* 2.364E-003	* 3.102E-009	* 2.364E-003
* MAIS	* CS134	* 1.039E-008	* 6.885E-006	* 8.172E-008	* 6.977E-006
* MAIS	* CS137	* 9.461E-009	* 6.392E-006	* 5.150E-007	* 6.917E-006
* MAIS	* CO58	* 7.550E-009	* 4.442E-006	* 1.111E-010	* 4.449E-006
* MAIS	* CO60	* 1.046E-008	* 6.414E-006	* 3.105E-009	* 6.427E-006
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.487E+000
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.807E+000
* HERBE	* I131	* 1.646E-007	* 6.321E-003	* 4.522E-007	* 6.322E-003
* HERBE	* I133	* 2.182E-008	* 1.176E-003	* 5.874E-008	* 1.176E-003
* HERBE	* CS134	* 1.039E-008	* 3.451E-006	* 4.336E-006	* 7.797E-006
* HERBE	* CS137	* 9.461E-009	* 3.189E-006	* 2.634E-005	* 2.954E-005
* HERBE	* CO58	* 7.550E-009	* 2.216E-006	* 1.199E-009	* 2.225E-006
* HERBE	* CO60	* 1.046E-008	* 3.217E-006	* 3.285E-008	* 3.260E-006

*Dielette

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais *	* Concentration totale Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.979E+000
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.219E+000
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 2.913E-007	* 2.512E-002	* 5.460E-006	* 2.513E-002
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 3.862E-008	* 4.690E-003	* 7.417E-007	* 4.691E-003
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 1.851E-008	* 1.362E-005	* 3.407E-007	* 1.398E-005
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 1.685E-008	* 1.265E-005	* 2.146E-006	* 1.481E-005
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 1.345E-008	* 8.789E-006	* 3.572E-008	* 8.838E-006
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 1.863E-008	* 1.269E-005	* 9.909E-007	* 1.370E-005
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.270E+000
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.509E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 2.913E-008	* 2.512E-003	* 5.799E-006	* 2.518E-003
* LEGUME RACINE	* I133	* 3.862E-009	* 4.690E-004	* 7.485E-007	* 4.698E-004
* LEGUME RACINE	* CS134	* 1.851E-009	* 1.362E-006	* 3.511E-007	* 1.715E-006
* LEGUME RACINE	* CS137	* 1.685E-009	* 1.265E-006	* 2.203E-006	* 3.470E-006
* LEGUME RACINE	* CO58	* 1.345E-009	* 8.789E-007	* 2.779E-008	* 9.081E-007
* LEGUME RACINE	* CO60	* 1.863E-009	* 1.269E-006	* 7.745E-007	* 2.045E-006
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.798E+000
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.265E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 4.370E-008	* 3.759E-003	* 1.294E-005	* 3.772E-003
* LEGUME FRUIT	* I133	* 5.792E-009	* 7.024E-004	* 1.667E-006	* 7.041E-004
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 2.777E-009	* 2.052E-006	* 2.639E-007	* 2.318E-006
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 2.528E-009	* 1.890E-006	* 1.650E-006	* 3.543E-006
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 2.017E-009	* 1.314E-006	* 2.529E-008	* 1.341E-006
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 2.795E-009	* 1.914E-006	* 6.989E-007	* 2.615E-006
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.850E+000
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.575E+000
* FOURRAGE	* I131	* 2.913E-007	* 1.254E-002	* 8.985E-007	* 1.254E-002
* FOURRAGE	* I133	* 3.862E-008	* 2.334E-003	* 1.166E-007	* 2.334E-003
* FOURRAGE	* CS134	* 1.851E-008	* 6.828E-006	* 8.589E-006	* 1.544E-005
* FOURRAGE	* CS137	* 1.685E-008	* 6.311E-006	* 5.232E-005	* 5.865E-005
* FOURRAGE	* CO58	* 1.345E-008	* 4.386E-006	* 2.373E-009	* 4.402E-006
* FOURRAGE	* CO60	* 1.863E-008	* 6.366E-006	* 6.501E-008	* 6.449E-006
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.138E+000
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.150E+001
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 7.623E-002
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.418E-002
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 9.380E-005
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.564E-004
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.675E-005
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.919E-005
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.383E+000
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.254E+001
* MAIS	* I131	* 2.913E-007	* 2.512E-002	* 4.762E-008	* 2.512E-002
* MAIS	* I133	* 3.862E-008	* 4.690E-003	* 6.156E-009	* 4.690E-003
* MAIS	* CS134	* 1.851E-008	* 1.362E-005	* 1.617E-007	* 1.381E-005
* MAIS	* CS137	* 1.685E-008	* 1.265E-005	* 1.019E-006	* 1.368E-005
* MAIS	* CO58	* 1.345E-008	* 8.789E-006	* 2.197E-010	* 8.803E-006
* MAIS	* CO60	* 1.863E-008	* 1.269E-005	* 6.142E-009	* 1.272E-005
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.927E+000
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.575E+000
* HERBE	* I131	* 2.913E-007	* 1.254E-002	* 8.973E-007	* 1.254E-002
* HERBE	* I133	* 3.862E-008	* 2.334E-003	* 1.166E-007	* 2.334E-003
* HERBE	* CS134	* 1.851E-008	* 6.828E-006	* 8.578E-006	* 1.543E-005
* HERBE	* CS137	* 1.685E-008	* 6.311E-006	* 5.211E-005	* 5.843E-005
* HERBE	* CO58	* 1.345E-008	* 4.386E-006	* 2.372E-009	* 4.402E-006
* HERBE	* CO60	* 1.863E-008	* 6.366E-006	* 6.499E-008	* 6.449E-006

*La Berquerie

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due * à la pluie Bq.kg-1 frais	* Concentration due * au dépôt sec Bq.kg-1 frais	* Concentration due * au sol Bq.kg-1 frais	* Concentration * totale Bq.kg-1 frais
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.504E+000
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.564E-001
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 5.321E-007	* 1.766E-002	* 3.839E-006	* 1.766E-002
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 7.054E-008	* 3.296E-003	* 5.214E-007	* 3.297E-003
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 3.415E-008	* 9.597E-006	* 2.411E-007	* 9.872E-006
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 3.109E-008	* 8.909E-006	* 1.519E-006	* 1.046E-005
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 2.481E-008	* 6.191E-006	* 2.527E-008	* 6.241E-006
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 3.438E-008	* 8.939E-006	* 7.012E-007	* 9.675E-006
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.004E+000
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.762E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 5.321E-008	* 1.766E-003	* 4.077E-006	* 1.770E-003
* LEGUME RACINE	* I133	* 7.054E-009	* 3.296E-004	* 5.262E-007	* 3.302E-004
* LEGUME RACINE	* CS134	* 3.415E-009	* 9.597E-007	* 2.484E-007	* 1.211E-006
* LEGUME RACINE	* CS137	* 3.109E-009	* 8.909E-007	* 1.559E-006	* 2.453E-006
* LEGUME RACINE	* CO58	* 2.481E-009	* 6.191E-007	* 1.967E-008	* 6.412E-007
* LEGUME RACINE	* CO60	* 3.438E-009	* 8.939E-007	* 5.480E-007	* 1.445E-006
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.376E+000
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.591E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 7.982E-008	* 2.642E-003	* 9.096E-006	* 2.651E-003
* LEGUME FRUIT	* I133	* 1.058E-008	* 4.937E-004	* 1.172E-006	* 4.948E-004
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 5.123E-009	* 1.445E-006	* 1.867E-007	* 1.637E-006
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 4.664E-009	* 1.331E-006	* 1.167E-006	* 2.504E-006
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 3.722E-009	* 9.256E-007	* 1.790E-008	* 9.472E-007
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 5.157E-009	* 1.348E-006	* 4.945E-007	* 1.848E-006
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.413E+000
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.915E+000
* FOURRAGE	* I131	* 5.321E-007	* 8.815E-003	* 6.317E-007	* 8.816E-003
* FOURRAGE	* I133	* 7.054E-008	* 1.640E-003	* 8.197E-008	* 1.640E-003
* FOURRAGE	* CS134	* 3.415E-008	* 4.809E-006	* 6.078E-006	* 1.092E-005
* FOURRAGE	* CS137	* 3.109E-008	* 4.445E-006	* 3.703E-005	* 4.150E-005
* FOURRAGE	* CO58	* 2.481E-008	* 3.089E-006	* 1.679E-009	* 3.216E-006
* FOURRAGE	* CO60	* 3.438E-008	* 4.484E-006	* 4.601E-008	* 4.564E-006
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.208E+000
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.075E+000
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 5.358E-002
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 9.968E-003
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 6.637E-005
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.522E-004
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.893E-005
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.774E-005
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.084E+000
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.809E+000
* MAIS	* I131	* 5.321E-007	* 1.766E-002	* 3.347E-008	* 1.766E-002
* MAIS	* I133	* 7.054E-008	* 3.296E-003	* 4.328E-009	* 3.296E-003
* MAIS	* CS134	* 3.415E-008	* 9.597E-006	* 1.144E-007	* 9.745E-006
* MAIS	* CS137	* 3.109E-008	* 8.909E-006	* 7.208E-007	* 9.661E-006
* MAIS	* CO58	* 2.481E-008	* 6.191E-006	* 1.554E-010	* 6.216E-006
* MAIS	* CO60	* 3.438E-008	* 8.939E-006	* 4.346E-009	* 8.978E-006
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.467E+000
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.925E+000
* HERBE	* I131	* 5.321E-007	* 8.815E-003	* 6.308E-007	* 8.816E-003
* HERBE	* I133	* 7.054E-008	* 1.640E-003	* 8.195E-008	* 1.640E-003
* HERBE	* CS134	* 3.415E-008	* 4.809E-006	* 6.070E-006	* 1.091E-005
* HERBE	* CS137	* 3.109E-008	* 4.445E-006	* 3.687E-005	* 4.135E-005
* HERBE	* CO58	* 2.481E-008	* 3.089E-006	* 1.678E-009	* 3.216E-006
* HERBE	* CO60	* 3.438E-008	* 4.484E-006	* 4.599E-008	* 4.564E-006

*Concentrations dans les animaux, par lieux *

*Les Hougues

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
* LAIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.948E+000
* LAIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.787E+000
* LAIT	* I131	* 1.014E-007	* 7.715E-007	* 5.980E-003	* 5.981E-003
* LAIT	* I133	* 1.088E-007	* 9.203E-007	* 1.100E-003	* 1.101E-003
* LAIT	* CS134	* 1.725E-009	* 2.105E-009	* 1.165E-005	* 1.165E-005
* LAIT	* CS137	* 1.549E-009	* 1.889E-009	* 3.891E-005	* 3.891E-005
* LAIT	* C058	* 3.755E-010	* 1.720E-009	* 5.878E-007	* 5.899E-007
* LAIT	* C060	* 4.439E-010	* 2.031E-009	* 1.239E-006	* 1.241E-006
* VIANDE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.062E+000
* VIANDE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.102E+001
* VIANDE	* I131	* 4.056E-007	* 5.143E-007	* 2.392E-002	* 2.392E-002
* VIANDE	* I133	* 4.351E-007	* 6.136E-007	* 4.399E-003	* 4.400E-003
* VIANDE	* CS134	* 8.627E-009	* 1.052E-008	* 5.825E-005	* 5.827E-005
* VIANDE	* CS137	* 7.743E-009	* 9.444E-009	* 1.945E-004	* 1.946E-004
* VIANDE	* C058	* 5.633E-009	* 1.147E-009	* 8.818E-006	* 8.824E-006
* VIANDE	* C060	* 6.659E-009	* 1.354E-009	* 1.858E-005	* 1.859E-005

*Hameau Guérard

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
* LAIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.656E+000
* LAIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.751E-001
* LAIT	* I131	* 2.783E-008	* 2.147E-007	* 1.664E-003	* 1.664E-003
* LAIT	* I133	* 2.985E-008	* 2.561E-007	* 3.060E-004	* 3.063E-004
* LAIT	* CS134	* 4.694E-010	* 5.866E-010	* 3.247E-006	* 3.248E-006
* LAIT	* CS137	* 4.213E-010	* 5.264E-010	* 1.084E-005	* 1.084E-005
* LAIT	* C058	* 1.022E-010	* 4.794E-010	* 1.638E-007	* 1.644E-007
* LAIT	* C060	* 1.208E-010	* 5.659E-010	* 3.452E-007	* 3.459E-007
* VIANDE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.410E+000
* VIANDE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.066E+000
* VIANDE	* I131	* 1.113E-007	* 1.431E-007	* 6.656E-003	* 6.656E-003
* VIANDE	* I133	* 1.194E-007	* 1.707E-007	* 1.224E-003	* 1.224E-003
* VIANDE	* CS134	* 2.347E-009	* 2.933E-009	* 1.623E-005	* 1.624E-005
* VIANDE	* CS137	* 2.106E-009	* 2.632E-009	* 5.421E-005	* 5.422E-005
* VIANDE	* C058	* 1.532E-009	* 3.196E-010	* 2.457E-006	* 2.459E-006
* VIANDE	* C060	* 1.811E-009	* 3.773E-010	* 5.178E-006	* 5.180E-006

*La Coquaise

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
* LAIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.655E+000
* LAIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.751E-001
* LAIT	* I131	* 2.192E-008	* 2.146E-007	* 1.664E-003	* 1.664E-003
* LAIT	* I133	* 2.351E-008	* 2.561E-007	* 3.060E-004	* 3.063E-004
* LAIT	* CS134	* 3.671E-010	* 5.863E-010	* 3.242E-006	* 3.243E-006
* LAIT	* CS137	* 3.295E-010	* 5.262E-010	* 1.083E-005	* 1.083E-005
* LAIT	* C058	* 7.990E-011	* 4.792E-010	* 1.636E-007	* 1.641E-007
* LAIT	* C060	* 9.445E-011	* 5.656E-010	* 3.447E-007	* 3.453E-007
* VIANDE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.408E+000
* VIANDE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.066E+000
* VIANDE	* I131	* 8.768E-008	* 1.431E-007	* 6.655E-003	* 6.655E-003
* VIANDE	* I133	* 9.405E-008	* 1.707E-007	* 1.224E-003	* 1.224E-003
* VIANDE	* CS134	* 1.835E-009	* 2.931E-009	* 1.621E-005	* 1.621E-005
* VIANDE	* CS137	* 1.647E-009	* 2.631E-009	* 5.413E-005	* 5.413E-005
* VIANDE	* C058	* 1.198E-009	* 3.195E-010	* 2.453E-006	* 2.455E-006
* VIANDE	* C060	* 1.417E-009	* 3.771E-010	* 5.170E-006	* 5.172E-006

*Flamanville

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
LAIT	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	2.507E+000
LAIT	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	1.175E+000
LAIT	I131	2.703E-008	3.254E-007	2.523E-003	2.523E-003
LAIT	I133	2.899E-008	3.882E-007	4.639E-004	4.644E-004
LAIT	CS134	4.509E-010	8.882E-010	4.908E-006	4.910E-006
LAIT	CS137	4.047E-010	7.971E-010	1.639E-005	1.639E-005
LAIT	CO58	9.814E-011	7.260E-010	2.476E-007	2.484E-007
LAIT	CO60	1.160E-010	8.569E-010	5.219E-007	5.228E-007
VIANDE	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	2.134E+000
VIANDE	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	4.649E+000
VIANDE	I131	1.081E-007	2.170E-007	1.009E-002	1.009E-002
VIANDE	I133	1.160E-007	2.588E-007	1.856E-003	1.856E-003
VIANDE	CS134	2.255E-009	4.441E-009	2.454E-005	2.455E-005
VIANDE	CS137	2.024E-009	3.986E-009	8.194E-005	8.195E-005
VIANDE	CO58	1.472E-009	4.840E-010	3.714E-006	3.716E-006
VIANDE	CO60	1.740E-009	5.713E-010	7.828E-006	7.830E-006

*Dielette

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
LAIT	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	4.966E+000
LAIT	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	2.334E+000
LAIT	I131	4.783E-008	6.458E-007	5.006E-003	5.006E-003
LAIT	I133	5.131E-008	7.704E-007	9.206E-004	9.214E-004
LAIT	CS134	8.032E-010	1.758E-009	9.710E-006	9.712E-006
LAIT	CS137	7.209E-010	1.577E-009	3.242E-005	3.242E-005
LAIT	CO58	1.748E-010	1.437E-009	4.898E-007	4.915E-007
LAIT	CO60	2.066E-010	1.696E-009	1.032E-006	1.034E-006
VIANDE	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	4.227E+000
VIANDE	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	9.233E+000
VIANDE	I131	1.913E-007	4.305E-007	2.002E-002	2.002E-002
VIANDE	I133	2.052E-007	5.136E-007	3.682E-003	3.683E-003
VIANDE	CS134	4.016E-009	8.788E-009	4.855E-005	4.856E-005
VIANDE	CS137	3.604E-009	7.887E-009	1.621E-004	1.621E-004
VIANDE	CO58	2.622E-009	9.577E-010	7.348E-006	7.351E-006
VIANDE	CO60	3.100E-009	1.130E-009	1.549E-005	1.549E-005

*La Berquerie

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
LAIT	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	3.503E+000
LAIT	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	1.639E+000
LAIT	I131	8.737E-008	4.538E-007	3.518E-003	3.519E-003
LAIT	I133	9.372E-008	5.414E-007	6.470E-004	6.476E-004
LAIT	CS134	1.482E-009	1.238E-009	6.867E-006	6.870E-006
LAIT	CS137	1.330E-009	1.111E-009	2.294E-005	2.294E-005
LAIT	CO58	3.225E-010	1.012E-009	3.465E-007	3.479E-007
LAIT	CO60	3.813E-010	1.194E-009	7.300E-007	7.316E-007
VIANDE	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	2.981E+000
VIANDE	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	6.484E+000
VIANDE	I131	3.495E-007	3.026E-007	1.407E-002	1.407E-002
VIANDE	I133	3.749E-007	3.609E-007	2.588E-003	2.589E-003
VIANDE	CS134	7.409E-009	6.190E-009	3.434E-005	3.435E-005
VIANDE	CS137	6.650E-009	5.555E-009	1.147E-004	1.147E-004
VIANDE	CO58	4.838E-009	6.746E-010	5.198E-006	5.204E-006
VIANDE	CO60	5.719E-009	7.962E-010	1.095E-005	1.096E-005

Activité ingérée par l'individu

*Les Hougues

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.183E+003
C14	8.965E+002
I131	1.254E+000
I133	4.027E-002
CS134	3.575E-003
CS137	1.158E-002
CO58	4.886E-004
CO60	1.086E-003
Total	2.081E+003

*Hameau Guérard

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	3.296E+002
C14	2.494E+002
I131	3.491E-001
I133	1.121E-002
CS134	9.964E-004
CS137	3.226E-003
CO58	1.362E-004
CO60	3.027E-004
Total	5.794E+002

*La Coquaise

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	3.293E+002
C14	2.494E+002
I131	3.490E-001
I133	1.120E-002
CS134	9.949E-004
CS137	3.221E-003
CO58	1.360E-004
CO60	3.023E-004
Total	5.791E+002

*Flamanville

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	4.990E+002
C14	3.782E+002
I131	5.292E-001
I133	1.699E-002
CS134	1.506E-003
CS137	4.877E-003
CO58	2.058E-004
CO60	4.577E-004
Total	8.778E+002

*Dielette

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	9.884E+002
C14	7.510E+002
I131	1.050E+000
I133	3.371E-002
CS134	2.980E-003
CS137	9.647E-003
CO58	4.072E-004
CO60	9.054E-004
Total	1.740E+003

*La Berquerie

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	6.966E+002
C14	5.274E+002
I131	7.380E-001
I133	2.369E-002
CS134	2.107E-003
CS137	6.826E-003
CO58	2.881E-004
CO60	6.402E-004
Total	1.225E+003

Activité inhalée par l'individu

*Les Hougues

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	4.729E+002
C14	3.319E+002
I131	2.160E-002
I133	2.577E-002
CS134	8.840E-005
CS137	7.933E-005
CO58	9.633E-005
CO60	1.137E-004
Total	8.048E+002

*Hameau Guérard

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	1.317E+002
C14	9.231E+001
I131	6.011E-003
I133	7.171E-003
CS134	2.464E-005
CS137	2.211E-005
CO58	2.685E-005
CO60	3.169E-005
Total	2.240E+002

*La Coquaise

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	1.317E+002
C14	9.231E+001
I131	6.010E-003
I133	7.170E-003
CS134	2.462E-005
CS137	2.210E-005
CO58	2.683E-005
CO60	3.168E-005
Total	2.240E+002

*Flamanville

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	1.995E+002
C14	1.400E+002
I131	9.112E-003
I133	1.087E-002
CS134	3.731E-005
CS137	3.348E-005
CO58	4.065E-005
CO60	4.799E-005
Total	3.395E+002

*Dielette

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	3.953E+002
C14	2.780E+002
I131	1.808E-002
I133	2.157E-002
CS134	7.382E-005
CS137	6.625E-005
CO58	8.045E-005
CO60	9.496E-005
Total	6.733E+002

*La Berquerie

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	2.782E+002
C14	1.953E+002
I131	1.271E-002
I133	1.516E-002
CS134	5.200E-005
CS137	4.666E-005
CO58	5.666E-005
CO60	6.688E-005
Total	4.735E+002

DOSES

Doses efficaces par lieux et par isotope

*Les Hougues

Isotope	Dose efficace due au dépôt Sv.an-1	Dose efficace due au panache Sv.an-1	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1	Dose efficace totale Sv.an-1
H3	Non calculée	0.000E+000	8.512E-009	2.130E-008	2.981E-008
C14	Non calculée	Non calculée	1.182E-009	5.200E-007	5.212E-007
I131	5.635E-010	1.476E-012	4.320E-010	2.760E-008	2.860E-008
I133	1.201E-010	2.847E-012	1.031E-010	1.732E-010	3.993E-010
CS134	1.246E-010	2.515E-014	5.834E-013	6.793E-011	1.932E-010
CS137	2.185E-010	8.141E-015	3.649E-013	1.505E-010	3.694E-010
CO58	1.526E-011	1.720E-014	1.541E-013	3.616E-013	1.579E-011
CO60	5.055E-010	5.388E-014	1.137E-012	3.693E-012	5.104E-010
KR85	Non calculée	4.720E-011	Non calculée	Non calculée	4.720E-011
XE133	Non calculée	2.804E-009	Non calculée	Non calculée	2.804E-009
XE135	Non calculée	6.724E-009	Non calculée	Non calculée	6.724E-009
AR41	Non calculée	5.369E-009	Non calculée	Non calculée	5.369E-009
Xe 131m	Non calculée	3.333E-012	Non calculée	Non calculée	3.333E-012

*Hameau Guérard

Isotope	Dose efficace due au dépôt Sv.an-1	Dose efficace due au panache Sv.an-1	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1	Dose efficace totale Sv.an-1
H3	Non calculée	0.000E+000	2.371E-009	5.932E-009	8.303E-009
C14	Non calculée	Non calculée	3.286E-010	1.446E-007	1.449E-007
I131	1.568E-010	4.107E-013	1.202E-010	7.680E-009	7.957E-009
I133	3.342E-011	7.922E-013	2.868E-011	4.819E-011	1.111E-010
CS134	3.474E-011	7.010E-015	1.626E-013	1.893E-011	5.383E-011
CS137	6.088E-011	2.269E-015	1.017E-013	4.194E-011	1.029E-010
CO58	4.252E-012	4.794E-015	4.296E-014	1.008E-013	4.401E-012
CO60	1.409E-010	1.502E-014	3.169E-013	1.029E-012	1.422E-010
KR85	Non calculée	1.313E-011	Non calculée	Non calculée	1.313E-011
XE133	Non calculée	7.798E-010	Non calculée	Non calculée	7.798E-010
XE135	Non calculée	1.870E-009	Non calculée	Non calculée	1.870E-009
AR41	Non calculée	1.493E-009	Non calculée	Non calculée	1.493E-009
Xe 131m	Non calculée	9.269E-013	Non calculée	Non calculée	9.269E-013

*La Coquaise

* Isotope *	* Dose efficace due au dépôt Sv.an-1 *	* Dose efficace due au panache Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *	* Dose efficace totale Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	2.370E-009	5.928E-009	8.298E-009
* C14 *	Non calculée	Non calculée	3.286E-010	1.446E-007	1.449E-007
* I131 *	1.568E-010	4.107E-013	1.202E-010	7.678E-009	7.955E-009
* I133 *	3.342E-011	7.921E-013	2.868E-011	4.818E-011	1.111E-010
* CS134 *	3.467E-011	7.006E-015	1.625E-013	1.890E-011	5.374E-011
* CS137 *	6.078E-011	2.268E-015	1.017E-013	4.188E-011	1.028E-010
* CO58 *	4.245E-012	4.792E-015	4.293E-014	1.006E-013	4.393E-012
* CO60 *	1.406E-010	1.501E-014	3.168E-013	1.028E-012	1.420E-010
* KR85 *	Non calculée	1.313E-011	Non calculée	Non calculée	1.313E-011
* XE133 *	Non calculée	7.798E-010	Non calculée	Non calculée	7.798E-010
* XE135 *	Non calculée	1.870E-009	Non calculée	Non calculée	1.870E-009
* AR41 *	Non calculée	1.493E-009	Non calculée	Non calculée	1.493E-009
* Xe 131m *	Non calculée	9.269E-013	Non calculée	Non calculée	9.269E-013

*Flamanville

* Isotope *	* Dose efficace due au dépôt Sv.an-1 *	* Dose efficace due au panache Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *	* Dose efficace totale Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	3.591E-009	8.982E-009	1.257E-008
* C14 *	Non calculée	Non calculée	4.984E-010	2.193E-007	2.198E-007
* I131 *	2.377E-010	6.227E-013	1.822E-010	1.164E-008	1.206E-008
* I133 *	5.066E-011	1.201E-012	4.348E-011	7.305E-011	1.684E-010
* CS134 *	5.249E-011	1.061E-014	2.462E-013	2.862E-011	8.137E-011
* CS137 *	9.201E-011	3.436E-015	1.540E-013	6.340E-011	1.556E-010
* CO58 *	6.427E-012	7.260E-015	6.505E-014	1.523E-013	6.652E-012
* CO60 *	2.129E-010	2.274E-014	4.799E-013	1.556E-012	2.150E-010
* KR85 *	Non calculée	1.991E-011	Non calculée	Non calculée	1.991E-011
* XE133 *	Non calculée	1.183E-009	Non calculée	Non calculée	1.183E-009
* XE135 *	Non calculée	2.836E-009	Non calculée	Non calculée	2.836E-009
* AR41 *	Non calculée	2.265E-009	Non calculée	Non calculée	2.265E-009
* Xe 131m *	Non calculée	1.406E-012	Non calculée	Non calculée	1.406E-012

*Dielette

* Isotope *	* Dose efficace due au dépôt Sv.an-1 *	* Dose efficace due au panache Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *	* Dose efficace totale Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	7.115E-009	1.779E-008	2.491E-008
* C14 *	Non calculée	Non calculée	9.898E-010	4.356E-007	4.366E-007
* I131 *	4.716E-010	1.236E-012	3.616E-010	2.310E-008	2.393E-008
* I133 *	1.005E-010	2.383E-012	8.628E-011	1.449E-010	3.341E-010
* CS134 *	1.038E-010	2.100E-014	4.872E-013	5.661E-011	1.610E-010
* CS137 *	1.821E-010	6.799E-015	3.048E-013	1.254E-010	3.078E-010
* CO58 *	1.271E-011	1.437E-014	1.287E-013	3.013E-013	1.316E-011
* CO60 *	4.212E-010	4.499E-014	9.496E-013	3.078E-012	4.253E-010
* KR85 *	Non calculée	3.954E-011	Non calculée	Non calculée	3.954E-011
* XE133 *	Non calculée	2.349E-009	Non calculée	Non calculée	2.349E-009
* XE135 *	Non calculée	5.632E-009	Non calculée	Non calculée	5.632E-009
* AR41 *	Non calculée	4.498E-009	Non calculée	Non calculée	4.498E-009
* Xe 131m *	Non calculée	2.792E-012	Non calculée	Non calculée	2.792E-012

*La Berquerie

* Isotope *	* Dose efficace due au dépôt Sv.an-1 *	* Dose efficace due au panache Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *	* Dose efficace totale Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	5.007E-009	1.254E-008	1.755E-008
* C14 *	Non calculée	Non calculée	6.951E-010	3.059E-007	3.066E-007
* I131 *	3.316E-010	8.683E-013	2.541E-010	1.624E-008	1.683E-008
* I133 *	7.067E-011	1.675E-012	6.064E-011	1.019E-010	2.349E-010
* CS134 *	7.348E-011	1.479E-014	3.432E-013	4.004E-011	1.139E-010
* CS137 *	1.288E-010	4.789E-015	2.146E-013	8.873E-011	2.178E-010
* CO58 *	8.996E-012	1.012E-014	9.066E-014	2.132E-013	9.310E-012
* CO60 *	2.980E-010	3.169E-014	6.688E-013	2.177E-012	3.009E-010
* KR85 *	Non calculée	2.777E-011	Non calculée	Non calculée	2.777E-011
* XE133 *	Non calculée	1.650E-009	Non calculée	Non calculée	1.650E-009
* XE135 *	Non calculée	3.956E-009	Non calculée	Non calculée	3.956E-009
* AR41 *	Non calculée	3.159E-009	Non calculée	Non calculée	3.159E-009
* Xe 131m *	Non calculée	1.961E-012	Non calculée	Non calculée	1.961E-012

Doses efficaces par lieux

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace due au panache Sv.an-1	Dose efficace due au dépôt Sv.an-1
Les Hougues	1.495E-008	1.548E-009
Hameau Guérard	4.159E-009	4.309E-010
La Coquaise	4.159E-009	4.306E-010
Flamanville	6.307E-009	6.522E-010
Dielette	1.352E-008	1.292E-009
La Berquerie	8.796E-009	9.116E-010

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace par inhalation Sv.an-1
Les Hougues	1.023E-008
Hameau Guérard	2.849E-009
La Coquaise	2.848E-009
Flamanville	4.316E-009
Dielette	8.555E-009
La Berquerie	6.018E-009

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace par ingestion Sv.an-1
Les Hougues	5.693E-007
Hameau Guérard	1.583E-007
La Coquaise	1.583E-007
Flamanville	2.401E-007
Dielette	4.768E-007
La Berquerie	3.349E-007

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace totale Sv.an-1
Les Hougues	5.960E-007
Hameau Guérard	1.657E-007
La Coquaise	1.657E-007
Flamanville	2.514E-007
Dielette	4.992E-007
La Berquerie	3.506E-007

Rejets gazeux de la tranche EPR sur le site de FLAMANVILLE – Classe Nourrisson (rejets « réalistes »)

Seules les doses associées aux voies d'exposition interne sont calculées par le code (cf § 3). Par ailleurs seuls sont présentés les résultats différents du calcul classe adulte.

Activité ingérée par l'individu

***Hameau Guérard**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	4.223E+002
C14	1.977E+002
I131	3.508E-001
I133	2.082E-002
CS134	8.265E-004
CS137	2.765E-003
CO58	4.100E-005
CO60	8.813E-005
Total	6.204E+002

***La Coquaise**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	4.219E+002
C14	1.977E+002
I131	3.508E-001
I133	2.081E-002
CS134	8.253E-004
CS137	2.761E-003
CO58	4.093E-005
CO60	8.800E-005
Total	6.200E+002

***Flamanville**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	6.392E+002
C14	2.998E+002
I131	5.318E-001
I133	3.156E-002
CS134	1.249E-003
CS137	4.179E-003
CO58	6.196E-005
CO60	1.332E-004
Total	9.396E+002

***Dielette**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.266E+003
C14	5.953E+002
I131	1.055E+000
I133	6.261E-002
CS134	2.472E-003
CS137	8.267E-003
CO58	1.226E-004
CO60	2.636E-004
Total	1.862E+003

*La Berquerie

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	8.930E+002
C14	4.181E+002
I131	7.417E-001
I133	4.401E-002
CS134	1.748E-003
CS137	5.849E-003
CO58	8.676E-005
CO60	1.864E-004
Total	1.312E+003

*Les Hougues

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.516E+003
C14	7.107E+002
I131	1.261E+000
I133	7.480E-002
CS134	2.966E-003
CS137	9.922E-003
CO58	1.471E-004
CO60	3.163E-004
Total	2.228E+003

Activité inhalée par l'individu

*Hameau Guérard

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	1.725E+001
C14	1.209E+001
I131	7.871E-004
I133	9.390E-004
CS134	3.226E-006
CS137	2.895E-006
CO58	3.516E-006
CO60	4.150E-006
Total	2.934E+001

*La Coquaise

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	1.724E+001
C14	1.209E+001
I131	7.870E-004
I133	9.389E-004
CS134	3.225E-006
CS137	2.894E-006
CO58	3.514E-006
CO60	4.148E-006
Total	2.933E+001

*Flamanville

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	2.613E+001
C14	1.833E+001
I131	1.193E-003
I133	1.424E-003
CS134	4.885E-006
CS137	4.384E-006
CO58	5.324E-006
CO60	6.284E-006
Total	4.446E+001

*Dielette

```

*.....*
*      Isotope      * Activité inhalée *
*                  *      Bq.an-1     *
*.....*
* H3                * 5.176E+001      *
* C14               * 3.641E+001      *
* I131              * 2.368E-003      *
* I133              * 2.825E-003      *
* CS134             * 9.667E-006      *
* CS137             * 8.676E-006      *
* CO58              * 1.053E-005      *
* CO60              * 1.244E-005      *
*.....*
* Total             * 8.818E+001      *
*.....*
    
```

*La Berquerie

```

*.....*
*      Isotope      * Activité inhalée *
*                  *      Bq.an-1     *
*.....*
* H3                * 3.642E+001      *
* C14               * 2.557E+001      *
* I131              * 1.664E-003      *
* I133              * 1.985E-003      *
* CS134             * 6.809E-006      *
* CS137             * 6.111E-006      *
* CO58              * 7.420E-006      *
* CO60              * 8.759E-006      *
*.....*
* Total             * 6.199E+001      *
*.....*
    
```

*Les Hougues

```

*.....*
*      Isotope      * Activité inhalée *
*                  *      Bq.an-1     *
*.....*
* H3                * 6.192E+001      *
* C14               * 4.346E+001      *
* I131              * 2.829E-003      *
* I133              * 3.375E-003      *
* CS134             * 1.158E-005      *
* CS137             * 1.039E-005      *
* CO58              * 1.262E-005      *
* CO60              * 1.489E-005      *
*.....*
* Total             * 1.054E+002      *
*.....*
    
```

DOSES

Doses efficaces par lieux et par isotope

*Hameau Guérard

```

*.....*
* Isotope * Dose efficace due * Dose efficace due *
*         * à l'inhalation  * à l'ingestion     *
*         * Sv.an-1         * Sv.an-1          *
*.....*
* H3      * 1.104E-009      * 2.703E-008      *
* C14     * 1.098E-010      * 2.767E-007      *
* I131    * 1.338E-010      * 6.315E-008      *
* I133    * 4.226E-011      * 1.020E-009      *
* CS134   * 3.549E-014      * 2.149E-011      *
* CS137   * 2.548E-014      * 5.806E-011      *
* CO58    * 2.567E-014      * 2.993E-013      *
* CO60    * 1.743E-013      * 4.759E-012      *
* KR85    * Non calculée   * Non calculée   *
* XE133   * Non calculée   * Non calculée   *
* XE135   * Non calculée   * Non calculée   *
* AR41    * Non calculée   * Non calculée   *
* XE131M  * Non calculée   * Non calculée   *
*.....*
    
```

*La Coquaise

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	1.103E-009	2.700E-008
C14	1.098E-010	2.767E-007
I131	1.338E-010	6.314E-008
I133	4.225E-011	1.020E-009
CS134	3.547E-014	2.146E-011
CS137	2.547E-014	5.797E-011
CO58	2.565E-014	2.988E-013
CO60	1.742E-013	4.752E-012
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

*Flamanville

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	1.672E-009	4.091E-008
C14	1.665E-010	4.197E-007
I131	2.029E-010	9.573E-008
I133	6.406E-011	1.546E-009
CS134	5.374E-014	3.248E-011
CS137	3.858E-014	8.776E-011
CO58	3.886E-014	4.523E-013
CO60	2.639E-013	7.194E-012
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée

*Dielette

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	3.313E-009	8.103E-008
C14	3.306E-010	8.334E-007
I131	4.025E-010	1.900E-007
I133	1.271E-010	3.068E-009
CS134	1.063E-013	6.426E-011
CS137	7.635E-014	1.736E-010
CO58	7.690E-014	8.948E-013
CO60	5.223E-013	1.423E-011
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

*La Berquerie

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	2.331E-009	5.715E-008
C14	2.322E-010	5.853E-007
I131	2.829E-010	1.335E-007
I133	8.933E-011	2.156E-009
CS134	7.490E-014	4.545E-011
CS137	5.377E-014	1.228E-010
CO58	5.417E-014	6.334E-013
CO60	3.679E-013	1.007E-011
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

*Les Hougues

* Isotope *	* Dose efficace due * à l'inhalation * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * à l'ingestion * Sv.an-1 *
* H3 *	* 3.963E-009 *	* 9.704E-008 *
* C14 *	* 3.947E-010 *	* 9.949E-007 *
* I131 *	* 4.809E-010 *	* 2.269E-007 *
* I133 *	* 1.519E-010 *	* 3.665E-009 *
* CS134 *	* 1.273E-013 *	* 7.711E-011 *
* CS137 *	* 9.142E-014 *	* 2.084E-010 *
* CO58 *	* 9.209E-014 *	* 1.074E-012 *
* CO60 *	* 6.254E-013 *	* 1.708E-011 *
* KR85 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE133 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE135 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* AR41 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE131M *	* Non calculée *	* Non calculée *

Doses efficaces par lieux

*Par Lieux

* Nom *	* Dose efficace par inhalation * Sv.an-1 *
* Hameau Guérard *	* 1.390E-009 *
* La Coquaise *	* 1.389E-009 *
* Flamanville *	* 2.106E-009 *
* Dielette *	* 4.174E-009 *
* La Berquerie *	* 2.936E-009 *
* Les Hougues *	* 4.991E-009 *

*Par Lieux

* Nom *	* Dose efficace par ingestion * Sv.an-1 *
* Hameau Guérard *	* 3.680E-007 *
* La Coquaise *	* 3.680E-007 *
* Flamanville *	* 5.580E-007 *
* Dielette *	* 1.108E-006 *
* La Berquerie *	* 7.783E-007 *
* Les Hougues *	* 1.323E-006 *

ANNEXE E3

Impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux
des tranches 1-2 du CNPE de Flamanville
en fonctionnement normal



Nbre de pages : 78
Nbre d'annexes : 5

Rédacteur(s) : Sophie CHAMPEL; Séverine CELSE

Domaine d'application : Flamanville

Thème : Environnement

**Titre : Impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux
des tranches 1-2 du CNPE de Flamanville en
fonctionnement normal - Dossier de DAC**

E	L	I	ER	/	06	00299	B	BPE
---	---	---	----	---	----	-------	---	-----

Imputation : E230/028431/II-PROJ-L
Affaire Technique :

Type de document : NOTE

Mots-clés : DAC - EPR - Flamanville - Dose - Rejets radioactifs gazeux

Résumé : Cette note présente l'évaluation des conséquences radiologiques dues aux rejets radioactifs gazeux des tranches 1-2 du site de Flamanville en fonctionnement normal dans le cadre de la rédaction du dossier de DAC d'une troisième tranche nucléaire sur le site de FLAMANVILLE. Les calculs sont effectués à l'aide du code de calcul MIRRAGE.

Documents associés :

Confidentiel	<input type="checkbox"/>	L'initiateur établit une liste nominative des destinataires. Chacun d'eux reçoit un exemplaire numéroté et ne peut étendre la diffusion sans l'accord de l'initiateur.
Diffusion Restreinte	<input type="checkbox"/>	L'initiateur établit une liste explicite des destinataires. Chacun d'eux peut étendre la diffusion sous sa responsabilité et dans sa Division (sur la base d'une liste explicite).
Accès EDF	<input type="checkbox"/>	Ne peut être transmis à l'extérieur d'EDF que par un Chef de Département.
Accès Libre	<input checked="" type="checkbox"/>	Document public
		© EDF 2006

CIDEN

CENTRE D'INGÉNIERIE DÉCONSTRUCTION ET ENVIRONNEMENT

FICHE DE CONTRÔLE

Document important pour la sûreté (IPS) :	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>
Document important pour la gestion des déchets :	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>
Document important pour l'environnement :	OUI <input checked="" type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>
Document important pour la radioprotection :	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>
Document important pour la sécurité du personnel :	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>
Qualité Surveillée	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>
Prédiffusion formalisée (indice en cours):	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>
Après de :		
Vérification Indépendante:	OUI <input type="checkbox"/>	NON <input checked="" type="checkbox"/>
Si vérification indépendante demandée, document envoyé à : (Nom / Société) :		

Indice de la note	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
	Nom – Visa - Date	Nom – Visa - Date	Nom – Visa - Date
A Prédiffusée <input type="checkbox"/>	CHAMPEL S. P.o. M. PAPADOPOULOS CELSE S. Visé le 16/03/2006	VERMOGEN M. Visé le 16/03/2006	BOURBONNAIS C. Visé le 17/03/2006
B Prédiffusée <input type="checkbox"/>	S. CHAMPEL 30/03/2006 S. CELSE 30/03/06 p. M. PAPADOPOULOS	M. VERMOGEN 20/03/06	C. BOURBONNAIS 30/03/06
C Prédiffusée <input type="checkbox"/>			
D Prédiffusée <input type="checkbox"/>			
E Prédiffusée <input type="checkbox"/>			

SOMMAIRE

1.	OBJET DE LA NOTE	4
2.	RÉFÉRENCES	4
3.	MÉTHODOLOGIE ET HYPOTHÈSES RETENUES.....	5
3.1.	EVALUATION DES TRANSFERTS PAR LES DIFFÉRENTS VECTEURS	7
3.1.1.	Dispersion atmosphérique.....	7
3.1.1.1.	Détermination des CTA en conditions de diffusion normale et mauvaise	8
3.1.1.2.	Détermination des CTA pondérés et choix du groupe de référence	10
3.1.2.	Dépôt au sol.....	11
3.1.3.	Transfert le long des chaînes alimentaires	12
3.1.3.1.	Halogènes et aérosols	12
3.1.3.2.	Tritium.....	13
3.1.3.3.	Carbone 14	13
3.2.	ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE ANNUELLE	14
4.	RÉSULTATS	15
4.1.	CONSÉQUENCES RADIOLOGIQUES DES REJETS GAZEUX « MAXIMUMS »	15
4.2.	CONSÉQUENCES RADIOLOGIQUES DES REJETS GAZEUX RÉELS MOYENNÉS SUR LA PÉRIODE 2002 - 2004.....	15
	ANNEXE 1 - PARAMÈTRES UTILISÉS DANS L'ÉTUDE	16
	ANNEXE 2 - RÉSULTATS DE L'ÉTUDE - REJETS « MAXIMUMS »	27
	ANNEXE 3 - RÉSULTATS DE L'ÉTUDE - REJETS RÉELS MOYENNÉS SUR LA PÉRIODE 2002 - 2004.....	30
	ANNEXE 4 - FICHIERS RÉSULTATS DU CODE DE CALCUL MIRRAGE - CALCUL « AUX REJETS MAXIMUMS »	33
	ANNEXE 5 - FICHIERS RÉSULTATS DU CODE DE CALCUL MIRRAGE - CALCUL AUX REJETS RÉELS MOYENNÉS SUR LA PÉRIODE 2002 - 2004	56

1. OBJET DE LA NOTE

Cette note présente l'évaluation des conséquences radiologiques dues aux rejets radioactifs gazeux des tranches 1 et 2 de la centrale de Flamanville en fonctionnement normal, dans le cadre de la rédaction du dossier de Demande d'Autorisation de Création (DAC) d'une troisième tranche nucléaire sur le site de Flamanville.

Elle regroupe toutes les hypothèses de calcul et données utilisées, ainsi que les résultats obtenus. Cette note constitue une annexe de la pièce E du dossier cité ci-dessus.

Liste des mises à jour	Objet
Indice A	Création de la note
Indice B	Corrections de forme

2. RÉFÉRENCES

- [1] Note EDF/SEPTEN ENTEAG030270 ind A - 08/01/2004 - "Note de principe du code de calcul MIRRAGE"
- [2] Dossier de demande d'autorisation de création d'une troisième tranche nucléaire sur le site de Flamanville
- [3] Note EDF/SEPTEN E.N.T.TH/01.00339A - 10/04/2001 - "Code de calcul MIRRAGE avec un domaine d'utilisation étendu : paramètres d'entrée, valeurs par défaut"
- [4] Note EDF/SEPTEN ENTEAG030271 ind A - 08/01/2004 - « Code de calcul MIRRAGE : paramètres d'entrée ; valeurs par défaut »
- [5] Rapport CEA R-3945 (1970) - R. LE QUINIO - "Évaluation de la diffusion d'effluents gazeux en atmosphère libre à partir d'une source ponctuelle continue, Abaques et commentaires"
- [6] Rapport METEO France SEFDDI00724 - 02/03/2005 - "Climatologie et conditions de dispersion du site de Flamanville (1994 - 2003), version 1"
- [7] Note EDF/EE/IDE/JSE/94200 ind A - 06/01/1995 - « Procédures administratives relatives aux rejets radioactifs - Évaluation des conséquences radiologiques dans l'environnement »

- [8] Note ETIGDS/980162 ind C – 20/06/2000 - « Évaluation des conséquences radiologiques dues aux rejets radioactifs gazeux de la centrale de FLAMANVILLE en fonctionnement normal – Mise à jour du Rapport de Sûreté de site »
- [9] Note DE/REC EPWC0014Z000490RECECP – 28/12/1981 – "Proposition et justification du calage du niveau supérieur des cheminées de rejet des effluents gazeux des îlots nucléaires de la centrale de Flamanville (1^{ère} et 2^{ème} tranches)"
- [10] Note EDF/CIDEN ELIER 0500822 ind A – 09/2005 – « Définition des spectres types des rejets radioactifs liquides et gazeux des tranches REP en exploitation utilisés pour les calculs d'impact dosimétrique »
- [11] Note EDF/CIDEN ELIER 0500415 ind A – 01/2006 – « Guide référentiel des dossiers de rejets – Pratiques actuelles d'évaluation de l'impact sanitaire des rejets d'effluents radioactifs gazeux en fonctionnement normal »
- [12] Note EDF/CIDEN ELIER 0501056 ind B – 11/2005 – « Rations alimentaires : méthodes de calcul »

3. MÉTHODOLOGIE ET HYPOTHÈSES RETENUES

L'évaluation des conséquences sanitaires des rejets radioactifs gazeux est faite au moyen du code de calcul MIRRAGE¹ qui détermine, à partir des activités rejetées annuellement, le niveau d'exposition reçu par les personnes du public vivant au voisinage de la centrale.

Cette modélisation analytique s'appuie sur un ensemble d'hypothèses simplificatrices et conservatoires, qui donne un ordre de grandeur de l'exposition maximale des personnes du public.

L'évaluation est faite en considérant :

- d'une part, les rejets « maximums » pour les tranches 1-2 du site de Flamanville (réf. [2]),
- et d'autre part, les rejets réels des tranches 1-2 du site de Flamanville moyennés sur la période 2002 - 2004 (réf. [2]).

L'ensemble des radionucléides et des activités rejetées pris en compte dans les calculs est présenté dans les tableaux 1a et 1b en annexe 1.

¹ MIRRAGE (Méthode d'évaluation de l'Impact des Rejets RAdioactifs Gazeux dans l'Environnement en fonctionnement normal) - Code de calcul développé par EDF/SEPTEN (Version V 2.0.5 expert) (réf. [1]).

Les voies d'exposition prises en compte sont les suivantes :

- l'exposition externe au panache radioactif,
- l'exposition externe au dépôt radioactif au sol,
- l'exposition interne par inhalation du panache,
- l'exposition interne par ingestion d'aliments contaminés.

La dose efficace due à l'exposition externe pour le nourrisson (réf. [11]) est calculée à partir de la dose efficace due à l'exposition externe pour l'adulte (qui est supposé rester 100% du temps à l'extérieur), en considérant que le nourrisson passe 80 % du temps à l'intérieur des habitations et que l'habitat apporte un facteur de protection de 0,15 pour l'exposition externe au panache et de 0,05 pour l'exposition externe au dépôt au sol (valeurs utilisées dans le cadre des études réalisées par le Groupe Radioécologie Nord Cotentin).

L'exposition externe due à la remise en suspension est négligée pour les raisons suivantes : sur la base d'une contamination surfacique de 5,60 Bq/m² à La Berquerie (groupe de référence retenu cf § 3.1.1), calculée pour les rejets « maximums » et en considérant un facteur de remise en suspension de 10⁻⁸ m⁻¹ (valeur utilisée dans le cadre des études Nord-Cotentin correspondant à l'ambiance généralement rencontrée), l'impact dosimétrique dû à la remise en suspension dans l'air des dépôts au sol (vents, pratiques culturelles ...) est négligeable puisque la concentration dans l'air, estimée à 6,14 Bq/m³ pour le lieu le plus exposé, serait augmentée de 5,60.10⁻⁸ Bq/m³ environ. Pour un calcul aux rejets réels moyennés sur la période 2002 - 2004, la concentration dans l'air, estimée à 4,56.10⁻¹ Bq/m³ pour le lieu le plus exposé, serait augmentée de 7,44.10⁻¹⁰ Bq/m³ environ.

Les coefficients de transfert atmosphérique, traduisant l'importance de l'activité volumique en un point, ont été estimés par trois méthodes indépendantes : modèle numérique « Le Quinio », essais sur maquette en soufflerie et campagne de traçage sur site (cf. §3.1.1).

Les lieux retenus pour les calculs sont les suivants :

- Diélette
- Les Hougues
- La Berquerie
- Hameau Guérard
- Flamanville
- La Coquaise

Ces lieux donnent une vision représentative de l'ensemble des situations rencontrées autour du site. La figure 1 de l'Annexe 1 situe géographiquement ces différents lieux. Les caractéristiques de ces lieux sont données dans le tableau 3 en Annexe 1.

Les résultats de calcul de dispersion conduisent à retenir comme groupe de référence vis à vis des rejets gazeux le hameau de La Berquerie, situé à environ 800 m des cheminées des tranches 1-2 dans la direction 60° environ² (cf. §3.1.1). Les habitants de ce lieu sont supposés rester toute l'année dans leur hameau et consommer exclusivement des produits locaux.

La durée de fonctionnement de l'installation est de 40 ans.

Les valeurs des principaux paramètres utilisés dans les calculs sont rappelées dans les différents tableaux de l'Annexe 1.

Les valeurs par défaut du code, non mentionnées dans cette note, sont regroupées réf. [3] et [4]. Les valeurs mentionnées mais non référencées dans cette note, sont regroupées réf. [3] et [4].

3.1. EVALUATION DES TRANSFERTS PAR LES DIFFÉRENTS VECTEURS

Le site de Flamanville est situé en bord de mer en pied de falaise. La diffusion atmosphérique à courte distance est fortement influencée par les particularités topographiques du site. Le calcul de la dispersion atmosphérique est spécifique à ce site.

Le site de Flamanville est installé sur une plate-forme réalisée par excavation de la falaise à 12,40 m NGF. Les matériaux extraits ont été mis en remblais en mer à l'abri de digues et prolongent la plate-forme. L'altitude de la falaise au niveau du site est d'environ 80 m NGF.

Les effluents radioactifs gazeux sont rejetés par les cheminées de ventilation des bâtiments des auxiliaires nucléaires. Les rejets ont lieu à 98 m (hauteur cheminée et BAN) soit 110 m NGF, correspondant à une trentaine de mètres au dessus de la falaise.

Dans les calculs, les débits d'activité vers l'atmosphère sont considérés comme constants, sachant que sur l'ensemble de l'année, les irrégularités n'ont que très peu d'effet.

3.1.1. Dispersion atmosphérique

Le transfert des éléments radioactifs rejetés avec les effluents gazeux fait intervenir, en premier lieu, la diffusion de ces effluents dans l'atmosphère qui permet d'évaluer l'activité volumique de l'air dans l'environnement.

² L'angle 0° indique la direction du Nord. Le sens de rotation angulaire est l'inverse du sens trigonométrique.

La concentration atmosphérique en un point est fonction d'une part du débit de rejet et d'autre part d'un coefficient de transfert atmosphérique (CTA) qui tient compte de la distance au point de rejet et des conditions météorologiques.

Pour les sites en plaine, ce CTA est déterminé sur la base de modèles utilisant un grand nombre de données expérimentales (modèle IPSN - abaques "Le Quinio" réf. [5]).

Pour les sites présentant une topographie irrégulière (comme les sites « falaise »), l'analyse de la dispersion est complétée par des essais physiques. Pour le site de Flamanville, deux types d'essai ont été réalisés :

- des essais sur maquette en soufflerie,
- des expériences de traçage in situ.

Les paragraphes suivants présentent :

- la détermination des CTA en conditions de diffusion normale et mauvaise à partir des différents types d'essais,
- la détermination des CTA pondérés obtenus à partir des CTA en conditions de diffusion normale et mauvaise et des données météorologiques propres au site de Flamanville,
- le choix du groupe de référence.

3.1.1.1. Détermination des CTA en conditions de diffusion normale et mauvaise

3.1.1.1.1. *Calculs des CTA à partir des abaques "Le Quinio"*

Le modèle gaussien de dispersion atmosphérique « Le Quinio » considère deux conditions de diffusion :

- si la turbulence est forte, une condition de diffusion « normale »,
- si la turbulence est faible, une condition de diffusion « mauvaise ».

Les équations permettant de calculer les CTA correspondant à chaque type de diffusion sont présentées ci-après (réf. [1] et [5]) ; elles supposent un rejet au niveau du sol :

- $CTA_{\text{diffusion normale}} = 8,4634 \cdot 10^{-3} \cdot x^{-1,2}$ (x : distance au point de rejet)
- $CTA_{\text{diffusion mauvaise}} = 8,988 \cdot 10^{-3} \cdot x^{-1,3782}$

3.1.1.1.2. *Calculs à partir des essais de diffusion sur maquette en soufflerie*

L'École Centrale de Lyon a réalisé en 1980 une étude en soufflerie sur une maquette au 1/600^{ème} représentant le site de Flamanville et sa topographie définitive jusqu'à 3 km environ (réf. [9]).

La diffusion atmosphérique des effluents gazeux a été étudiée pour plusieurs directions de vent (Nord-Ouest, Ouest et Sud-Ouest), le rejet étant positionné au niveau de la cheminée de la tranche 1.

Ces essais, disponibles pour différentes hauteurs de cheminée (87,4 m NGF, 99,9 m NGF, 112,4 m NGF et 122,4 m NGF), ont permis de fixer la côte des niveaux supérieurs des deux cheminées (tranches 1 et 2) à 110 m NGF.

Ces essais seront utilisés pour la détermination des CTA en conditions de diffusion normale pour les tranches 1-2.

Pour effectuer la transposition du CTA maquette au CTA site, plusieurs corrections ont été prises en compte :

- une correction d'échelle ;
- une correction concernant la turbulence : la direction moyenne du vent est stable en soufflerie. Dans la réalité, pour des durées d'observations (donc de rejet) prolongées, une heure par exemple, le vent subit de lentes variations en vitesse et en direction dues aux turbulences de l'atmosphère à grande échelle, et qui ne peuvent être reproduites en soufflerie. Par conséquent, pour tenir compte de ces turbulences, les valeurs obtenues avec la maquette ont été divisées par 2 ;
- une correction concernant la vitesse de vent (prise en compte de la vitesse moyenne réelle du vent dans la direction considérée, issue du rapport météo réf. [6]).

Les valeurs de CTA présentées dans le tableau suivant correspondent aux CTA maximaux en condition normale de diffusion pour des rejets au niveau 110 m NGF, dans les trois directions considérées. Les valeurs maximales sont obtenues pour des distances au point de rejet se situant selon les cas entre 900 et 1000 m.

	Vent de S.O.	Vent de O.	Vent de N.O.
« CTA soufflerie » maximal (s/m ³)	5.10 ⁻⁵	3,1.10 ⁻⁵	1,9.10 ⁻⁵

En condition de diffusion mauvaise, les coefficients de transfert atmosphérique ne peuvent pas être vérifiés sur modèle physique ; si la turbulence est faible, le panache reste confiné à une épaisseur verticale relativement plus faible et donc son impact avec le sol se produit plus loin de la source et avec des valeurs maximales généralement plus faibles. On considère que quelles que soient les conditions de diffusion, la falaise induit un phénomène de turbulence mécanique. On retiendra donc en situation de diffusion normale et mauvaise les mêmes coefficients de diffusion.

3.1.1.1.3. *Calculs à partir de la campagne de traçage sur le site*

En vue de vérifier les coefficients de diffusion atmosphérique déduits des essais sur maquette, une campagne de mesures in situ a été confiée au Centre d'Études Nucléaires de Cadarache (réf. [8]).

Le rejet d'effluents a été simulé par une émission d'hexafluorure de soufre (SF₆) au niveau de rejet retenu, soit 110 m NGF à proximité de la tranche 1, au mois de juin 1982, donc à une époque où les principaux bâtiments étaient déjà élevés de sorte que le site présentait pratiquement son aspect définitif.

Les concentrations en SF₆ dans le panache ont été mesurées à l'aide d'un réseau de 40 enregistreurs fixes répartis autour de la centrale à différentes distances. Les mesures ont eu lieu pour plusieurs situations météorologiques.

Dans le cas du vent d'Ouest, les observations ont eu lieu avec des situations météorologiques variables. L'importance de ce paramètre est apparue avec netteté puisque, suivant les cas, la valeur du coefficient de diffusion atmosphérique peut être augmentée d'un facteur 10. Seule la valeur maximale est présentée.

A 1000 m, les valeurs suivantes de CTA sont données :

	Vent de S.O.	Vent de O.	Vent de N.O.
« CTA mesuré in situ » (s/m ³)	6,2.10 ⁻⁶	9,6.10 ⁻⁶	4,5.10 ⁻⁶

A l'identique des essais sur maquette, on retiendra en situation de diffusion normale et mauvaise, les mêmes coefficients de diffusion.

3.1.1.2. Détermination des CTA pondérés et choix du groupe de référence

Afin de tenir compte des conditions atmosphériques réelles sur le site de Flamanville, les CTA en conditions de diffusion normale et mauvaise, obtenus par les différentes méthodes explicitées au §3.1.1.1, doivent être pondérés par les données météorologiques locales qui prennent en compte notamment les proportions de temps sec et de temps de pluie, la fréquence du vent dans la direction du lieu pour lequel le calcul est effectué et la probabilité d'être en conditions de diffusion "normale" ou "mauvaise" par temps sec et par temps de pluie.

Les valeurs météorologiques utilisées pour effectuer cette pondération sont issues du rapport de Météo-France du site de Flamanville sur la période janvier 1994 - décembre 2003 (réf. [6]). Les caractéristiques de transfert atmosphérique retenues pour le calcul sont données dans le tableau 2 de l'annexe 1.

Les distances prises en compte pour le calcul correspondent à la situation de l'habitation la plus proche dans une direction donnée.

La rose des vents interannuelle du site sur la période 1994-2003, par temps sec et par temps de pluie, est présentée figure 3 de l'annexe 1.

Les CTA pondérés obtenus à partir des résultats des 3 méthodes sont présentés dans le tableau suivant :

	Diélette	Les Hougues	La Berquerie	Flamanville	Hameau Guérard	La Coquoise
Distance (m)	1400	900	800	1200	650	850
Direction du vent ³	SO	SO	SO	O	O	NO
« CTA soufflerie » pondéré	$2,97.10^{-6}$	$2,97.10^{-6}$	$3,55.10^{-6}$	$2,44.10^{-6}$	$2,45.10^{-6}$	$1,50.10^{-6}$
« CTA Le Quinio » pondéré	$1,43.10^{-7}$	$2,56.10^{-7}$	$3,57.10^{-7}$	$2,32.10^{-7}$	$5,20.10^{-7}$	$3,65.10^{-7}$
« CTA traçage » pondéré	$3,68.10^{-7}$	$3,69.10^{-7}$	$4,40.10^{-7}$	$7,57.10^{-7}$	$7,57.10^{-7}$	$3,55.10^{-7}$

Les CTA obtenus à partir des essais en soufflerie (les plus pénalisants) sont retenus pour la suite des études.

Parmi les lieux étudiés, le CTA le plus pénalisant correspond au CTA du hameau La Berquerie, à savoir $3,55.10^{-6}$ s/m³.

Par conséquent, le groupe de référence retenu correspond au hameau La Berquerie situé à 800 m des cheminées des tranches 1-2 dans la direction 60°.

3.1.2. Dépôt au sol

Pour l'exposition externe due au dépôt au sol, le calcul ne prend pas en compte :

- ✓ les gaz rares, chimiquement inertes, qui ne se déposent pas,
- ✓ le tritium, présent sous forme d'eau tritiée, qui ne s'accumule pas à la surface du sol,
- ✓ le carbone 14, émetteur d'un rayonnement ionisant (β pur) à faible pouvoir de pénétration dans l'atmosphère.

Une partie de l'activité de l'air est transférée au sol par dépôt, selon des lois différentes en fonction du type de temps, sec ou pluvieux.

La terre fixe les radionucléides par sorption, l'eau de pluie les entraîne par lessivage, l'équilibre entre les deux actions conduit à une "accumulation-décroissance". Un coefficient d'"accumulation-décroissance" du radionucléide au cours du temps comptabilise l'ensemble des apports compte tenu de la décroissance radioactive et des pertes écologiques.

La vitesse de dépôt sur le sol nu est de 10^{-2} m/s pour les iodés⁴ et 5.10^{-3} m/s pour les aérosols.

³ La direction du vent est définie par rapport aux points de rejet des tranches 1-2.

Le taux de lavage du panache par la pluie est de $7 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ pour les iodes et $3 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ pour les aérosols.

Le facteur de transfert entre l'atmosphère et l'eau de pluie est de $0,12 \text{ m}^2/\text{L}$ pour les iodes et $0,5 \text{ m}^2/\text{L}$ pour les aérosols.

3.1.3. Transfert le long des chaînes alimentaires

Les gaz rares ne sont pas considérés dans ces calculs car ils n'entrent pas dans la chaîne alimentaire du fait qu'ils ne sont pas métabolisés par les végétaux.

3.1.3.1. Halogènes et aérosols

- *Transfert dans les produits d'origine végétale*

Le transfert dans le milieu végétal se fait par le dépôt sec des radionucléides sur le végétal, les apports de radionucléides par l'eau de pluie et les apports dus à l'accumulation des radionucléides dans le sol.

L'intervalle de temps entre deux jours de pluie est de 4 jours.

Le rendement cultural en poids frais est pris égal à $0,5 \text{ kg frais/m}^2$ pour tous les végétaux, ce facteur traduit la capacité de captation de la surface du végétal où se dépose le radionucléide.

L'irrigation annuelle est fixée à $200 \text{ L/m}^2 \cdot \text{an}$ pour tous les végétaux.

La pluviométrie en moyenne annuelle est de $824,7 \text{ mm/an}$, et l'évapotranspiration potentielle totale annuelle est de $663,9 \text{ mm/an}$ environ (réf. [6]).

Pour l'homme, la ration alimentaire se compose de légumes feuilles, légumes racines et légumes fruits ; pour les bovins, elle se compose d'herbe et de foin.

- *Transfert dans les produits d'origine animale*

Les produits considérés dans la ration alimentaire de l'homme sont le lait et la viande de bœuf.

Le transfert dans le milieu animal se fait par ingestion de végétaux contaminés, abreuvement d'eau de pluie contaminée et inhalation de radionucléides présents dans l'atmosphère.

La ration alimentaire du bovin et les facteurs de transfert au lait et à la viande sont présentés dans les tableaux 5 et 6 en annexe 1.

La ration retenue pour le bovin est extraite des études du GRNC (réf. [12]).

On tient compte de la décroissance radioactive liée au stockage des produits de l'alimentation du bovin.

⁴ L'iode est considérée sous forme moléculaire I_2 , ce qui est une hypothèse majorante.

- *Transfert à l'homme*

La ration alimentaire de l'homme (réf. [12]), retenue pour les calculs, est présentée dans le tableau 4 en annexe 1 ; elle est extraite de l'enquête CREDOC de 1998 et regroupe, sous une même dénomination, l'ensemble des produits appartenant à une même catégorie d'aliments. On suppose que les habitants consomment exclusivement les produits locaux.

On tient compte de la décroissance radioactive liée au stockage des produits de l'alimentation de l'homme.

3.1.3.2. Tritium

Le transfert du tritium dans les produits végétaux et animaux est traité séparément de la façon suivante : le tritium se retrouve dans les différents compartiments où l'eau est présente en phase vapeur ou liquide.

A l'échelle annuelle, le tritium présent dans le végétal ne se cumule pas, mais s'équilibre entre ces différents compartiments, et par exemple se trouve être relié à l'humidité moyenne de l'atmosphère ; l'hydrogène étant un constituant de la matière organique, le tritium se retrouvera également dans celle-ci par suite de la synthèse chlorophyllienne.

La concentration dans un produit animal tient compte de l'atmosphère tritiée inhalée par l'animal et de l'eau d'abreuvement tritiée consommée par l'animal. On suppose un coefficient de fixation du tritium sur la matière organique des animaux de 0,5 et une proportion d'eau dans le poids frais égale à 0,6 pour la viande et 0,88 pour le lait (réf. [1]).

L'humidité atmosphérique relative et la température en moyenne annuelle sont respectivement de 82,9 % et 11,7 °C, l'humidité atmosphérique absolue à saturation en moyenne annuelle est donc de 10,25 g/m³ et l'humidité atmosphérique absolue en moyenne annuelle de 8,92 g/m³ (réf. [6] et [7]).

Le taux de lavage du panache par la pluie et le facteur de transfert entre l'atmosphère et l'eau de pluie sont respectivement de $2 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ et de 0,2 m²/L pour le tritium.

La proportion d'eau contenue dans le poids frais du végétal est présentée par végétal dans les tableaux 4 et 5 en annexe 1.

3.1.3.3. Carbone 14

Le ¹⁴C sous forme de CO₂ est incorporé à la matière organique des végétaux au cours de la photosynthèse. A l'équilibre, l'activité spécifique du carbone végétal est égale à l'activité spécifique du carbone atmosphérique.

La forme organique CH₄ ne participe pas à la photosynthèse et, par suite, ne se transfère pas directement aux végétaux et aux animaux. Le méthane est oxydé progressivement dans l'atmosphère dans une suite de réactions photochimiques, qui aboutissent à la formation de dioxyde de carbone qui ne peut être prise en compte à l'échelle locale (réactions très lentes).

Par conséquent, pour les transferts par la chaîne alimentaire, les calculs sont effectués en ne tenant compte que du ^{14}C sous forme de $^{14}\text{CO}_2$ (forme minérale), soit 20 % du ^{14}C total rejeté.

La concentration en ^{14}C dans les produits alimentaires est fonction de la concentration atmosphérique moyenne du ^{14}C sous forme minérale, de la fraction de carbone stable dans le produit et de la concentration atmosphérique en carbone stable fixée à $0,19 \text{ g/m}^3$ (réf. [1]).

La fraction de carbone stable dans les aliments est présentée dans le tableau 7 en annexe 1.

3.2. ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE ANNUELLE

Les facteurs de dose, pour l'exposition externe au panache et au dépôt au sol, sont présentés dans le tableau 8 en annexe 1, ils sont extraits du Federal Guidance n°12.

Le tritium et le carbone 14 ne sont pas concernés, l'exposition externe à ces deux radioéléments étant négligée.

Les facteurs de dose efficace pour les voies d'exposition par ingestion et par inhalation sont présentés dans le tableau 9 en annexe 1.

Pour la voie ingestion, les valeurs sont extraites de l'arrêté⁵ du 1^{er} septembre 2003, extrait du J.O. de la République Française du 13 novembre 2003.

Pour la voie inhalation, les valeurs sont également extraites de l'arrêté du 1^{er} septembre 2003. Le type de clairance⁶ pulmonaire pris en compte est généralement celui recommandé par la CIPR 71 s'il existe, sinon la forme la plus pénalisante est considérée.

Le tritium est considéré sous forme d'eau tritiée et l'iode sous forme moléculaire.

Pour l'exposition par inhalation, la totalité du ^{14}C rejeté est prise en compte, en supposant que 80 % sont rejetés sous forme organique (CH_4) et 20 % sous forme minérale (CO_2 principalement).

Le volume d'air inhalé est pris égal à $8400 \text{ m}^3/\text{an}$ pour l'adulte, et à $1100 \text{ m}^3/\text{an}$ pour le nourrisson (réf. [4]).

⁵ Arrêté du 1er septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.

⁶ La clairance est le coefficient d'épuration correspondant à l'aptitude d'un tissu, d'un organe, à éliminer une substance.

Les gaz rares n'entrent pas dans le calcul de l'exposition par inhalation. En effet, la dose par inhalation des gaz rares est négligée : « Pour la plupart des radionucléides du type gaz inerte, l'exposition interne résultant de gaz absorbés dans les tissus de l'organisme ou contenus dans les poumons est négligeable si on la compare à l'exposition externe de la peau et des autres organes lorsqu'une personne est immergée dans un gaz radioactif. » (extrait de l'arrêté du 1^{er} septembre 2003 du J.O. de la République Française du 13 novembre 2003).

L'article R1333.8 du Code de la Santé Publique fixe la limite de dose efficace annuelle totale, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, à 1 mSv pour les personnes du public (hors exposition à la radioactivité naturelle et hors pratiques médicales).

4. RÉSULTATS

Les doses efficaces totales par voie d'exposition et par radionucléide pour le groupe de référence « La Berquerie » sont présentées en annexes 2 (rejets « maximums ») et 3 (rejets réels moyennés sur la période 2002 - 2004).

Les résultats détaillés (doses, activités volumiques de l'air, activités surfaciques, activités massiques des aliments, activités ingérées et inhalées par l'individu) sont présentés dans les fichiers résultats en annexes 4 et 5 pour le groupe de référence retenu et à titre indicatif pour tous les lieux étudiés.

4.1. CONSÉQUENCES RADIOLOGIQUES DES REJETS GAZEUX « MAXIMUMS »

La dose efficace annuelle, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus est estimée pour l'adulte à moins de 6.10^{-6} Sv/an, soit **6 µSv/an**, à **La Berquerie** (800 m, 60°), ce qui représente moins de 6/1 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv par l'article R1333.8 du Code de la Santé Publique.

Concernant le nourrisson, la dose efficace annuelle, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée à environ 1.10^{-5} Sv/an, soit environ **10 µSv/an**, à La Berquerie.

4.2. CONSÉQUENCES RADIOLOGIQUES DES REJETS GAZEUX RÉELS MOYENNÉS SUR LA PÉRIODE 2002 - 2004

La dose efficace annuelle, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus est estimée pour l'adulte à moins de 9.10^{-7} Sv/an, soit **0,9 µSv/an**, à **La Berquerie**, ce qui représente moins de 9/10 000^{ème} de la limite fixée à 1 mSv.

Concernant le nourrisson, la dose efficace annuelle, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est estimée à moins de 2.10^{-6} Sv/an, soit **2 µSv/an**, à La Berquerie.

ANNEXE 1 - PARAMÈTRES UTILISÉS DANS L'ÉTUDE

Tableau 1a - Radionucléides et activités rejetés pris en compte dans les calculs « aux rejets maximums » pour les tranches 1 - 2 de Flamanville

Radionucléides	Activité rejetée en GBq.an ⁻¹ (spectre) ⁷
Kr 85	6 255 (13,9 %)
Xe 133	28 395 (63,1 %)
Xe 135	8 910 (19,8 %)
Ar 41	1 305 (2,9 %)
Xe 131m	135 (0,3 %)
Total Gaz rares	45 000
I 131	0,3648 (45,6 %)
I 133	0,4352 (54,4 %)
Total Iodes	0,8
Co 58	0,204 (25,5 %)
Co 60	0,2408 (30,1 %)
Cs 134	0,1872 (23,4 %)
Cs 137	0,168 (21 %)
Total PF/PA	0,8
H3	8 000
C 14	1 400

⁷ Le spectre est établi à partir de la moyenne des rejets radioactifs gazeux des tranches 1300 MWe sur la période 2002-2004 (réf. [10]).

Tableau 1b - Radionucléides et activités rejetés pris en compte dans les calculs aux rejets réels moyennés sur la période 2002 - 2004 pour les tranches 1 et 2 de Flamanville

Radionucléides	Rejets réels (2002-2004) en GBq.an ⁻¹
Kr 85	133,9
Xe 133	753,7
Xe 135	428,9
Ar 41	54,9
Xe 131m	5,6
Total Gaz Rares	1377
I 131	0,0234
I 133	0,0666
Total Iodes	0,09
Co 58	0,001547
Co 60	0,001337
Cs 134	0,0010375
Cs 137	0,0011735
Total PF/PA	0,005095
H3	2 250
C 14	415

Figure 1 – Situation des lieux étudiés pour l'impact sanitaire des rejets radioactifs gazeux



SCAN 25 ©
 © IGN PARIS
 reproduction interdite

CENTRALE DE FLAMANVILLE
 PLAN DE SITUATION
 AU 1 / 25 000 ème

FIGURE 1

Tableau 2 - Caractéristiques des lieux ⁸(vents à 20 m)

	Diélette	Les Hougues	La Berquerie	Flamanville	Hameau Guérand	La Coquoise
Distance (m)	1400	900	800	1200	650	850
Secteur lieu (°) ⁹	40	40	60	120	120	120
Secteur données vents (°)	220	220	240	300	300	300
Proportion de temps sec ¹⁰	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891
Proportion de temps de pluie	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109	0,109
Probabilité d'être en conditions "normales" de diffusion par temps sec	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640
Probabilité d'être en conditions "normales" de diffusion par temps de pluie	0,624	0,624	0,624	0,624	0,624	0,624
Probabilité d'être sous le vent par temps sec	0,055	0,055	0,066	0,082	0,082	0,082
Probabilité d'être sous le vent par temps de pluie	0,097	0,097	0,113	0,054	0,054	0,054
Vitesse moyenne du vent (m/s)	8,4	8,4	8,2	7,6	7,6	7,6
CTA "maquette" pondéré (s/m ³)	2,97.10 ⁻⁶	2,97.10 ⁻⁶	3,55.10 ⁻⁶	2,44.10 ⁻⁶	2,45.10 ⁻⁶	1,50.10 ⁻⁶

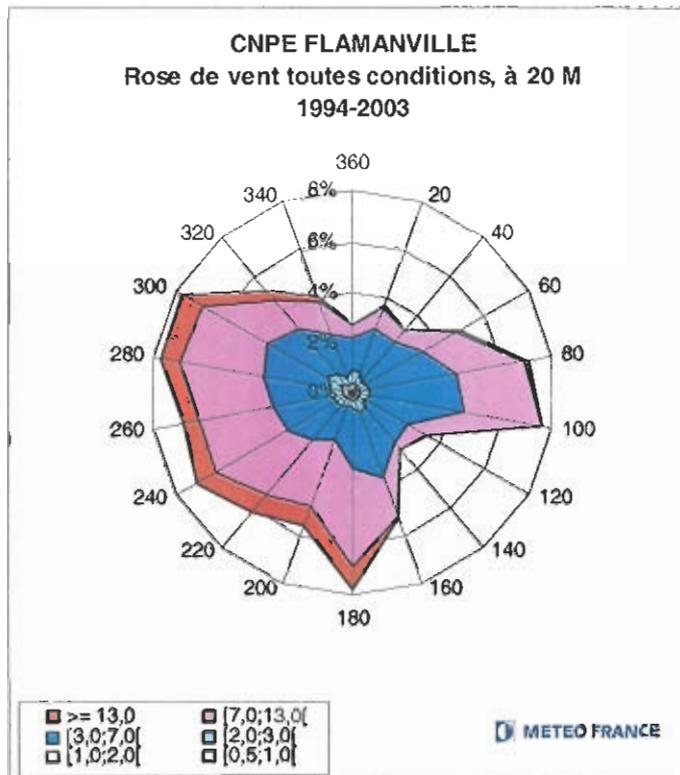
*Le pH du sol et la proportion de matières organiques au sol sont respectivement de 6 et 4 % (standard).
L'intervalle de temps entre deux jours de pluie est de 4 jours.*

⁸ Les caractéristiques des lieux (distance et secteur lieu) sont définies par rapport aux cheminées des tranches 1-2.

⁹ L'angle 0° indique la direction du nord. Le sens de rotation angulaire est l'inverse du sens trigonométrique.

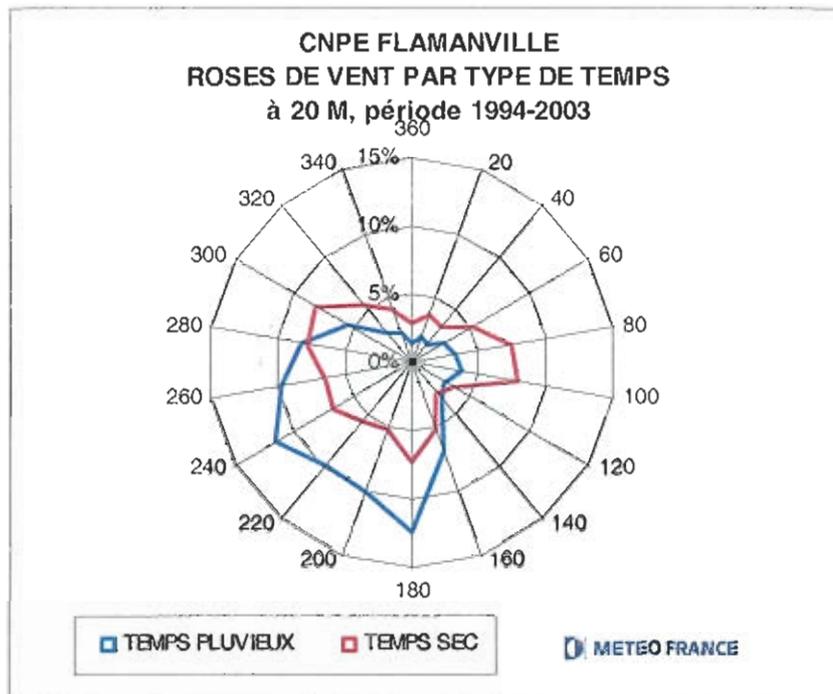
¹⁰ Les données concernant la dispersion atmosphérique du site de Flamanville (période 1994-2003) sont issues du rapport Météo France (réf. [6]).

Figure 2 – Rose des vents à 20 m, toutes conditions météorologiques – Site de Flamanville



Hauteur 20 m.	Fréquence (pour mille)								Vitesse moyenne par secteur
	Classes de vitesses de vent (m/s)								
	Calmes	[0,5;1[	[1;2[	[2;3[	[3;7[	[7;13[≥ 13	Toutes	
20	0	1	3	5	18	9	1	36	5.3
40	0	0	2	4	20	6	0	31	5.0
60	0	0	2	4	26	16	1	49	6.1
80	0	1	2	4	35	27	1	69	6.5
100	0	1	2	4	38	31	0	75	6.4
120	0	0	2	3	20	9	0	34	5.5
140	0	1	2	5	18	3	0	29	4.2
160	0	1	2	5	28	16	1	53	5.9
180	0	1	2	3	24	39	9	77	8.3
200	0	0	2	3	15	28	8	56	8.5
220	0	1	2	4	17	28	9	60	8.4
240	0	1	2	4	22	33	9	71	8.2
260	0	1	3	4	24	29	6	68	7.5
280	0	1	3	4	28	33	8	78	7.7
300	0	1	4	6	28	29	10	79	7.6
320	0	1	3	6	23	15	4	52	6.4
340	0	1	2	3	19	13	2	40	6.4
360	0	1	3	5	13	5	0	27	4.8
Nb Observations	1384	1034	3422	6268	34847	30700	5832	83487	6.8
Répartition	1.7%	1.2%	4.1%	7.5%	41.7%	36.8%	7.0%	100.0%	moyenne tous secteur

Figure 3 – Rose des vents à 20 m selon le régime de précipitations - Site de Flamanville



Hauteur : 20m Secteur (en °)	Temps Sec		Temps Pluvieux	
	Fréquence (pour 1000)	Vmoy (en m/s)	Fréquence (pour 1000)	Vmoy (en m/s)
20	38	5,2	21	7,3
40	33	4,9	17	6
60	52	6	27	6,6
80	74	6,5	32	6,7
100	79	6,4	36	6,3
120	35	5,5	28	5,8
140	28	4,1	34	5
160	51	5,5	68	8
180	72	7,9	122	10,4
200	51	7,9	99	11
220	55	7,8	97	11,3
240	66	7,6	113	10,7
260	64	7	96	10,1
280	77	7,4	82	10,5
300	82	7,4	54	10,6
320	55	6,2	28	9,1
340	42	6,2	24	9
360	29	4,7	14	6,2
Vents Calmes	18		7	
Nb Observations	74392		9095	
Répartition	89,1%		10,9%	

Tableau 3 : Fréquence des conditions météo considérées

	Niveau : <u>20 m</u>		
	Temps sec	Temps pluvieux	Temps sec ou pluvieux
Diffusion faible	32,1 %	4,1 %	36,2 %
Diffusion normale	57,0 %	6,8 %	63,8 %
Toutes conditions de diffusion	<u>89,1 %</u>	<u>10,9 %</u>	100,0 %

Tableau 4 - Ration alimentaire (adulte/nourrisson)

Produit consommé	Consommation en kg/an	β (kg d'eau/kg frais)
ADULTE		
<i>CREDOC 1998</i>		
<u>Végétaux</u>		
Légumes feuilles	4,6	0,92
Légumes racines	31,4	0,86
Légumes fruits	59,6	0,85
<u>Produits d'origine animale</u>		
Lait	97,8	
Viande	47,8	
NOURRISSON		
Lait	255,5	

β : proportion d'eau dans le poids frais du végétal au moment de son utilisation

Tableau 5 - Ration alimentaire du bovin

	Produit consommé	Consommation (kg/j)	Temps de consommation mois (fréquence)	β (kg d'eau/kg frais)
<i>Ration</i>	Eau	18		
	Herbe	40	12	0,90
	Foin	2	(1)	0,21
	Mais ensilage	15		0,69

β : proportion d'eau dans le poids frais du végétal au moment de son utilisation

Nota : le temps de séjour moyen de l'eau de pluie dans un abreuvoir a été estimé à environ 7 jours

Tableau 6 - Facteurs de transfert au lait et à la viande (jour.kg⁻¹ frais)

Par ingestion et par abreuvement

	Lait de vache	Viande de bœuf
I	1E-02	4E-02
Co	2E-03	3E-02
Cs	1E-02	5E-02

Par inhalation

	Lait de vache	Viande de bœuf
I	6E-03	4E-03
Co	3E-03	2E-03
Cs	4E-03	2E-02

Tableau 7 - Fraction de carbone stable dans le poids frais des aliments (kgC.kg⁻¹ poids frais)

Herbe ou fourrage vert	0,160
Foin	0,330
Légume feuille	0,035
Autres légumes	0,072
Fruits	0,065
Lait	0,067
Viande	0,265
Maïs ensilage	0,360

Tableau 8 - Exposition externe : Facteurs de dose efficace

	Facteur de dose Exposition au panache (Sv.m ³ .Bq ⁻¹ .an ⁻¹)	Facteur de dose Exposition au dépôt sur le sol (Sv.m ² .Bq ⁻¹ .an ⁻¹)	Facteur de dose Exposition aux 1 ^{ères} couches du sol (Sv.kg sol sec.Bq ⁻¹ .an ⁻¹)
Ar 41	2,05E-06	Non concerné	Non concerné
Kr 85	3,76E-09	Non concerné	Non concerné
Xe 133	4,92E-08	Non concerné	Non concerné
Xe 135	3,76E-07	Non concerné	Non concerné
Xe 131m	1,23E-08	Non concerné	Non concerné
I 131	5,74E-07	1,19E-08	3,53E-07
I 133	9,28E-07	1,88E-08	5,60E-07
Co 58	1,50E-06	3,00E-08	8,94E-07
Co 60	3,98E-06	7,42E-08	2,25E-06
Cs 134	2,39E-06	4,80E-08	1,43E-06
Cs 137	8,62E-07	1,75E-08	5,20E-07

Tableau 9 - Exposition interne : Facteurs de dose efficace

	Facteur de dose efficace Inhalation (Sv/Bq) Adulte	Facteur de dose efficace Ingestion (Sv/Bq) Adulte	Facteur de dose efficace Inhalation (Sv/Bq) Nourrisson	Facteur de dose efficace Ingestion (Sv/Bq) Nourrisson
H 3	1,8E-11	1,8E-11	6,4E-11	6,4E-11
C 14 (CO ₂)	6,2E-12	5,8E-10	1,9E-11	1,4E-09
C 14 (CH ₄)	2,9E-12	¹¹	6,6E-12	-
I 131 ¹²	2,0E-08	2,2E-08	1,7E-07	1,8E-07
I 133	4,0E-09	4,3E-09	4,5E-08	4,9E-08
Co 58	1,6E-09	7,4E-10	7,3E-09	7,3E-09
Co 60	1,0E-08	3,4E-09	4,2E-08	5,4E-08
Cs 134	6,6E-09	1,9E-08	1,1E-08	2,6E-08
Cs 137	4,6E-09	1,3E-08	8,8E-09	2,1E-08

¹¹ Seule la forme CO₂ est prise en compte pour le calcul de la dose due à l'ingestion de C14 gazeux.

¹² Les iodes (131, 133) sont considérées sous forme moléculaire I₂, ce qui est une hypothèse majorante.

ANNEXE 2 - RÉSULTATS DE L'ÉTUDE - REJETS « MAXIMUMS »**Doses efficaces par voie d'exposition (Sv/an)**

	La Berquerie
ADULTE	
Dose efficace due au panache	8,41 E-07
Dose efficace due au dépôt au sol	1,57 E-06
Dose efficace due à l'inhalation	1,54 E-07
Dose efficace due à l'ingestion	3,25 E-06
Dose efficace TOTALE	5,82 E-06
NOURRISSON	
Dose efficace due au panache ¹³	2,69 E-07
Dose efficace due au dépôt au sol ¹⁴	3,78 E-07
Dose efficace due à l'inhalation	7,69 E-08
Dose efficace due à l'ingestion	9,74 E-06
Dose efficace TOTALE	1,05 E-05

¹³ La dose efficace due au panache pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due au panache pour l'adulte (cf § 3).

¹⁴ La dose efficace due au dépôt au sol pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due au panache pour l'adulte (cf § 3).

Doses efficaces par voie d'exposition et par radionucléide (Sv/an) – Rejets « maximums »

Adulte

*La Berquerie

* Isotope *	* Dose efficace due * au dépôt * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * au panache * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * à l'inhalation * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * à l'ingestion * Sv.an-1 *	* Dose efficace * totale * Sv.an-1 *
* H3 *	* Non calculée *	* 0.000E+000 *	* 1.361E-007 *	* 3.405E-007 *	* 4.766E-007 *
* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 4.726E-009 *	* 2.080E-006 *	* 2.085E-006 *
* I131 *	* 9.011E-009 *	* 2.361E-011 *	* 6.911E-009 *	* 4.415E-007 *	* 4.574E-007 *
* I133 *	* 1.922E-009 *	* 4.554E-011 *	* 1.649E-009 *	* 2.770E-009 *	* 6.386E-009 *
* CS134 *	* 2.437E-007 *	* 5.026E-011 *	* 1.166E-009 *	* 1.341E-007 *	* 3.790E-007 *
* CS137 *	* 3.404E-007 *	* 1.627E-011 *	* 7.292E-010 *	* 2.427E-007 *	* 5.838E-007 *
* CO58 *	* 3.040E-008 *	* 3.437E-011 *	* 3.080E-010 *	* 7.218E-010 *	* 3.146E-008 *
* CO60 *	* 9.484E-007 *	* 1.077E-010 *	* 2.272E-009 *	* 7.341E-009 *	* 9.581E-007 *
* KR85 *	* Non calculée *	* 2.655E-009 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 2.655E-009 *
* XE133 *	* Non calculée *	* 1.577E-007 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 1.577E-007 *
* XE135 *	* Non calculée *	* 3.782E-007 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 3.782E-007 *
* AR41 *	* Non calculée *	* 3.020E-007 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 3.020E-007 *
* Xe 131m *	* Non calculée *	* 1.875E-010 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 1.875E-010 *

Nourrisson

Seules les doses liées aux voies d'exposition interne pour le nourrisson sont calculées par le code de calcul MIRRAGE.

*La Berquerie

* Isotope *	* Dose efficace due * à l'inhalation * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * à l'ingestion * Sv.an-1 *
* H3 *	* 6.337E-008 *	* 1.551E-006 *
* C14 *	* 1.579E-009 *	* 3.980E-006 *
* I131 *	* 7.692E-009 *	* 3.630E-006 *
* I133 *	* 2.429E-009 *	* 5.863E-008 *
* CS134 *	* 2.544E-010 *	* 1.522E-007 *
* CS137 *	* 1.827E-010 *	* 3.349E-007 *
* CO58 *	* 1.840E-010 *	* 2.144E-009 *
* CO60 *	* 1.250E-009 *	* 3.408E-008 *
* KR85 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE133 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE135 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* AR41 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE131M *	* Non calculée *	* Non calculée *

Les doses liées aux voies d'exposition externe pour le nourrisson sont calculées à partir des doses de l'adulte de la façon suivante (cf § 3) :

$$\text{Dose externe panache}_{\text{Nourrisson}} = \text{Dose externe panache}_{\text{Adulte}} \times (0,2 + 0,8 \times 0,15)$$

$$\text{Dose externe dépôt au sol}_{\text{Nourrisson}} = \text{Dose externe dépôt au sol}_{\text{Adulte}} \times (0,2 + 0,8 \times 0,05)$$

Les doses efficaces liées aux voies d'exposition externe pour le nourrisson sont présentées dans le tableau ci-dessous :

La Berquerie :

Isotope	Dose efficace due au dépôt Sv.an ⁻¹	Dose efficace due au panache Sv.an ⁻¹
H3	Non calculée	0.000E+00
C14	Non calculée	Non calculée
I131	2.163E-09	7.555E-12
I133	4.613E-10	1.457E-11
CS134	5.849E-08	1.608E-11
CS137	8.170E-08	5.206E-12
CO58	7.296E-09	1.100E-11
CO60	2.276E-07	3.446E-11
KR85	Non calculée	8.496E-10
XE133	Non calculée	5.046E-08
XE135	Non calculée	1.210E-07
AR41	Non calculée	9.664E-08
XE131M	Non calculée	6.000E-11

La dose efficace totale, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est présentée dans le tableau ci-dessous :

La Berquerie :

Isotope	Dose efficace totale Sv.an ⁻¹
H3	1.614E-06
C14	3.982E-06
I131	3.640E-06
I133	6.153E-08
CS134	2.110E-07
CS137	4.168E-07
CO58	9.635E-09
CO60	2.630E-07
KR85	8.496E-10
XE133	5.046E-08
XE135	1.210E-07
AR41	9.664E-08
XE131M	6.000E-11

ANNEXE 3 - RÉSULTATS DE L'ÉTUDE - REJETS RÉELS MOYENNÉS SUR LA PÉRIODE 2002 - 2004

Doses efficaces par voie d'exposition (Sv/an)

	La Berquerie
ADULTE	
Dose efficace due au panache	3,52 E-08
Dose efficace due au dépôt au sol	1,01 E-08
Dose efficace due à l'inhalation	4,04 E-08
Dose efficace due à l'ingestion	7,44 E-07
Dose efficace TOTALE	8,29 E-07
NOURRISSON	
Dose efficace due au panache ¹⁵	1,13 E-08
Dose efficace due au dépôt au sol ¹⁶	2,42 E-09
Dose efficace due à l'inhalation	1,92 E-08
Dose efficace due à l'ingestion	1,86 E-06
Dose efficace TOTALE	1,89 E-06

¹⁵ La dose efficace due au panache pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due au panache pour l'adulte (cf § 3).

¹⁶ La dose efficace due au dépôt au sol pour le nourrisson est calculée à partir de la dose efficace due au panache pour l'adulte (cf § 3).

Doses efficaces par voie d'exposition et par radionucléide (Sv/an) – Rejets réels moyennés sur la période 2002 - 2004

Adulte

*La Berquerie

* Isotope *	* Dose efficace due au dépôt Sv.an-1 *	* Dose efficace due au panache Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *	* Dose efficace totale Sv.an-1 *
* H3 *	* Non calculée *	* 0.000E+000 *	* 3.828E-008 *	* 9.576E-008 *	* 1.340E-007 *
* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 1.401E-009 *	* 6.165E-007 *	* 6.179E-007 *
* I131 *	* 5.780E-010 *	* 1.515E-012 *	* 4.433E-010 *	* 2.832E-008 *	* 2.934E-008 *
* I133 *	* 2.940E-010 *	* 6.969E-012 *	* 2.523E-010 *	* 4.239E-010 *	* 9.772E-010 *
* CS134 *	* 1.351E-009 *	* 2.785E-013 *	* 6.461E-012 *	* 7.433E-010 *	* 2.101E-009 *
* CS137 *	* 2.378E-009 *	* 1.136E-013 *	* 5.093E-012 *	* 1.695E-009 *	* 4.078E-009 *
* CO58 *	* 2.306E-010 *	* 2.607E-013 *	* 2.336E-012 *	* 5.474E-012 *	* 2.387E-010 *
* CO60 *	* 5.266E-009 *	* 5.977E-013 *	* 1.262E-011 *	* 4.076E-011 *	* 5.319E-009 *
* KR85 *	* Non calculée *	* 5.684E-011 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 5.684E-011 *
* XE133 *	* Non calculée *	* 4.186E-009 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 4.186E-009 *
* XE135 *	* Non calculée *	* 1.821E-008 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 1.821E-008 *
* AR41 *	* Non calculée *	* 1.271E-008 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 1.271E-008 *
* Xe 131m *	* Non calculée *	* 7.776E-012 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 7.776E-012 *

Nourrisson

Seules les doses liées aux voies d'exposition interne pour le nourrisson sont calculées par le code de calcul MIRRAGE.

*La Berquerie

* Isotope *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *
* H3 *	* 1.782E-008 *	* 4.362E-007 *
* C14 *	* 4.679E-010 *	* 1.180E-006 *
* I131 *	* 4.934E-010 *	* 2.329E-007 *
* I133 *	* 3.717E-010 *	* 8.973E-009 *
* CS134 *	* 1.410E-012 *	* 8.433E-010 *
* CS137 *	* 1.276E-012 *	* 2.339E-009 *
* CO58 *	* 1.395E-012 *	* 1.626E-011 *
* CO60 *	* 6.939E-012 *	* 1.892E-010 *
* KR85 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE133 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE135 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* AR41 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE131M *	* Non calculée *	* Non calculée *

Les doses liées aux voies d'exposition externe pour le nourrisson sont calculées à partir des doses de l'adulte de la façon suivante (cf § 3) :

$$\text{Dose externe panache}_{\text{Nourrisson}} = \text{Dose externe panache}_{\text{Adulte}} \times (0,2 + 0,8 \times 0,15)$$

$$\text{Dose externe dépôt au sol}_{\text{Nourrisson}} = \text{Dose externe dépôt au sol}_{\text{Adulte}} \times (0,2 + 0,8 \times 0,05)$$

Les doses efficaces liées aux voies d'exposition externe pour le nourrisson sont présentées dans le tableau ci-dessous :

La Berquerie :

Isotope	Dose efficace due au dépôt Sv.an ⁻¹	Dose efficace due au panache Sv.an ⁻¹
H3	Non calculée	0.000E+00
C14	Non calculée	Non calculée
I131	1.387E-10	4.848E-13
I133	7.056E-11	2.230E-12
CS134	3.242E-10	8.912E-14
CS137	5.707E-10	3.635E-14
CO58	5.534E-11	8.342E-14
CO60	1.264E-09	1.913E-13
KR85	Non calculée	1.819E-11
XE133	Non calculée	1.340E-09
XE135	Non calculée	5.827E-09
AR41	Non calculée	4.067E-09
XE131M	Non calculée	2.488E-12

La dose efficace totale, toutes voies d'exposition et tous radionucléides confondus, est présentée dans le tableau ci-dessous :

La Berquerie :

Isotope	Dose efficace totale Sv.an ⁻¹
H3	4.540E-07
C14	1.180E-06
I131	2.335E-07
I133	9.417E-09
CS134	1.169E-09
CS137	2.911E-09
CO58	7.308E-11
CO60	1.460E-09
KR85	1.819E-11
XE133	1.340E-09
XE135	5.827E-09
AR41	4.067E-09
XE131M	2.488E-12

ANNEXE 4 - FICHIERS RÉSULTATS DU CODE DE CALCUL MIRRAGE - CALCUL « AUX REJETS MAXIMUMS »

Rejets gazeux des tranches 1-2 du site de FLAMANVILLE – Classe Adulte (rejets « maximums »)

.....
DONNEES

DONNEES DE LA CENTRALE

*Durée de fonctionnement de l'installation nucléaire (années) : 40

.....
RESULTATS

COEFFICIENTS DE TRANSFERT ATMOSPHERIQUE

Coefficients de transfert atmosphérique CTAN et CTAM par lieu

Lieu	CTAN s.m-3	CTAM s.m-3
Dielette	5.000E-005	5.000E-005
Hameau Guérard	3.100E-005	3.100E-005
La Coquaise	1.900E-005	1.900E-005
Flamanville	3.100E-005	3.100E-005
La Berquerie	5.000E-005	5.000E-005
Les Hougues	5.000E-005	5.000E-005

Coefficients de transfert atmosphérique moyen par lieu et par isotope

*Dielette

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	2.962E-006
C14	2.979E-006
I131	2.973E-006
I133	2.973E-006
CS134	2.953E-006
CS137	2.953E-006
CO58	2.953E-006
CO60	2.953E-006
KR85	2.979E-006
XE133	2.979E-006
XE135	2.979E-006
AR41	2.979E-006
Xe 131m	2.979E-006

*Hameau Guérard

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	2.444E-006
C14	2.447E-006
I131	2.446E-006
I133	2.446E-006
CS134	2.443E-006
CS137	2.443E-006
CO58	2.443E-006
CO60	2.443E-006
KR85	2.447E-006
XE133	2.447E-006
XE135	2.447E-006
AR41	2.447E-006
Xe 131m	2.447E-006

***La Coquaise**

```

.....
* Isotope *      CTA Moyen *
*         *      s.m-3   *
.....
* H3      *      1.498E-006 *
* C14     *      1.500E-006 *
* I131    *      1.499E-006 *
* I133    *      1.499E-006 *
* CS134   *      1.496E-006 *
* CS137   *      1.496E-006 *
* CO58    *      1.496E-006 *
* CO60    *      1.496E-006 *
* KR85    *      1.500E-006 *
* Xe133   *      1.500E-006 *
* Xe135   *      1.500E-006 *
* AR41    *      1.500E-006 *
* Xe 131m *      1.500E-006 *
.....
    
```

***Flamanville**

```

.....
* Isotope *      CTA Moyen *
*         *      s.m-3   *
.....
* H3      *      2.442E-006 *
* C14     *      2.447E-006 *
* I131    *      2.445E-006 *
* I133    *      2.445E-006 *
* CS134   *      2.439E-006 *
* CS137   *      2.439E-006 *
* CO58    *      2.439E-006 *
* CO60    *      2.439E-006 *
* KR85    *      2.447E-006 *
* Xe133   *      2.447E-006 *
* Xe135   *      2.447E-006 *
* AR41    *      2.447E-006 *
* Xe 131m *      2.447E-006 *
.....
    
```

***La Berquerie**

```

.....
* Isotope *      CTA Moyen *
*         *      s.m-3   *
.....
* H3      *      3.544E-006 *
* C14     *      3.556E-006 *
* I131    *      3.552E-006 *
* I133    *      3.552E-006 *
* CS134   *      3.538E-006 *
* CS137   *      3.538E-006 *
* CO58    *      3.538E-006 *
* CO60    *      3.538E-006 *
* KR85    *      3.556E-006 *
* Xe133   *      3.556E-006 *
* Xe135   *      3.556E-006 *
* AR41    *      3.556E-006 *
* Xe 131m *      3.556E-006 *
.....
    
```

***Les Hougues**

```

.....
* Isotope *      CTA Moyen *
*         *      s.m-3   *
.....
* H3      *      2.968E-006 *
* C14     *      2.979E-006 *
* I131    *      2.975E-006 *
* I133    *      2.975E-006 *
* CS134   *      2.962E-006 *
* CS137   *      2.962E-006 *
* CO58    *      2.962E-006 *
* CO60    *      2.962E-006 *
* KR85    *      2.979E-006 *
* Xe133   *      2.979E-006 *
* Xe135   *      2.979E-006 *
* AR41    *      2.979E-006 *
* Xe 131m *      2.979E-006 *
.....
    
```

ACTIVITES

Concentrations atmosphériques et dans l'eau de pluie

*Dielette

* Isotope *	* Concentration atmosphérique Bq.m-3 *	* Concentration dans l'eau de pluie * Bq.l-1 *
* H3 *	7.521E-001 *	1.265E-001 *
* C14 *	1.324E-001 *	0.000E+000 *
* I131 *	3.443E-005 *	3.538E-006 *
* I133 *	4.107E-005 *	4.221E-006 *
* CS134 *	1.755E-005 *	7.280E-006 *
* CS137 *	1.575E-005 *	6.533E-006 *
* CO58 *	1.912E-005 *	7.933E-006 *
* CO60 *	2.257E-005 *	9.365E-006 *
* KR85 *	5.915E-001 *	Non calculée *
* XE133 *	2.685E+000 *	Non calculée *
* XE135 *	8.426E-001 *	Non calculée *
* AR41 *	1.234E-001 *	Non calculée *
* Xe 131m *	1.277E-002 *	Non calculée *

*Hameau Guérard

* Isotope *	* Concentration atmosphérique Bq.m-3 *	* Concentration dans l'eau de pluie * Bq.l-1 *
* H3 *	6.208E-001 *	1.704E-001 *
* C14 *	1.088E-001 *	0.000E+000 *
* I131 *	2.833E-005 *	4.715E-006 *
* I133 *	3.380E-005 *	5.625E-006 *
* CS134 *	1.452E-005 *	9.886E-006 *
* CS137 *	1.303E-005 *	8.872E-006 *
* CO58 *	1.582E-005 *	1.077E-005 *
* CO60 *	1.867E-005 *	1.272E-005 *
* KR85 *	4.860E-001 *	Non calculée *
* XE133 *	2.206E+000 *	Non calculée *
* XE135 *	6.923E-001 *	Non calculée *
* AR41 *	1.014E-001 *	Non calculée *
* Xe 131m *	1.049E-002 *	Non calculée *

*La Coquaise

* Isotope *	* Concentration atmosphérique Bq.m-3 *	* Concentration dans l'eau de pluie * Bq.l-1 *
* H3 *	3.803E-001 *	1.297E-001 *
* C14 *	6.667E-002 *	0.000E+000 *
* I131 *	1.736E-005 *	3.599E-006 *
* I133 *	2.071E-005 *	4.294E-006 *
* CS134 *	8.892E-006 *	7.500E-006 *
* CS137 *	7.980E-006 *	6.731E-006 *
* CO58 *	9.690E-006 *	8.173E-006 *
* CO60 *	1.144E-005 *	9.648E-006 *
* KR85 *	2.979E-001 *	Non calculée *
* XE133 *	1.352E+000 *	Non calculée *
* XE135 *	4.243E-001 *	Non calculée *
* AR41 *	6.214E-002 *	Non calculée *
* Xe 131m *	6.429E-003 *	Non calculée *

*Flamanville

* Isotope *	* Concentration atmosphérique Bq.m-3 *	* Concentration dans l'eau de pluie * Bq.l-1 *
* H3 *	6.201E-001 *	9.099E-002 *
* C14 *	1.088E-001 *	0.000E+000 *
* I131 *	2.832E-005 *	2.541E-006 *
* I133 *	3.379E-005 *	3.032E-006 *
* CS134 *	1.449E-005 *	5.240E-006 *
* CS137 *	1.301E-005 *	4.702E-006 *
* CO58 *	1.580E-005 *	5.710E-006 *
* CO60 *	1.864E-005 *	6.740E-006 *
* KR85 *	4.860E-001 *	Non calculée *
* XE133 *	2.206E+000 *	Non calculée *
* XE135 *	6.923E-001 *	Non calculée *
* AR41 *	1.014E-001 *	Non calculée *
* Xe 131m *	1.049E-002 *	Non calculée *

*La Berquerie

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	9.001E-001	2.679E-001
C14	1.581E-001	0.000E+000
I131	4.114E-005	7.424E-006
I133	4.907E-005	8.857E-006
CS134	2.103E-005	1.552E-005
CS137	1.887E-005	1.393E-005
CO58	2.292E-005	1.692E-005
CO60	2.705E-005	1.997E-005
KR85	7.061E-001	Non calculée
XE133	3.206E+000	Non calculée
XE135	1.006E+000	Non calculée
AR41	1.473E-001	Non calculée
Xe 131m	1.524E-002	Non calculée

*Les Hougues

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	7.537E-001	1.992E-001
C14	1.324E-001	0.000E+000
I131	3.445E-005	5.526E-006
I133	4.110E-005	6.593E-006
CS134	1.760E-005	1.153E-005
CS137	1.580E-005	1.035E-005
CO58	1.918E-005	1.256E-005
CO60	2.264E-005	1.483E-005
KR85	5.915E-001	Non calculée
XE133	2.685E+000	Non calculée
XE135	8.426E-001	Non calculée
AR41	1.234E-001	Non calculée
Xe 131m	1.277E-002	Non calculée

Concentrations dans le sol et sur le sol, par lieux

*Dielette

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	6.975E-003	4.268E-001
I133	9.063E-004	5.852E-002
CS134	1.061E-001	1.071E+000
CS137	5.080E-001	1.108E+000
CO58	1.178E-002	4.931E-001
CO60	3.013E-001	1.512E+000

*Hameau Guérard

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	5.740E-003	3.513E-001
I133	7.459E-004	4.816E-002
CS134	8.786E-002	8.871E-001
CS137	4.208E-001	9.179E-001
CO58	9.760E-003	4.085E-001
CO60	2.496E-001	1.252E+000

*La Coquaise

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	3.518E-003	2.153E-001
I133	4.571E-004	2.952E-002
CS134	5.387E-002	5.439E-001
CS137	2.580E-001	5.628E-001
CO58	5.984E-003	2.505E-001
CO60	1.530E-001	7.678E-001

*Flamanville

* Isotope	* Concentration dans le sol * Bq.kg-1 de sol sec	* Concentration sur le sol * * Bq.m-2
* C14	* Non calculée	* Non calculée
* I131	* 5.737E-003	* 3.511E-001
* I133	* 7.455E-004	* 4.813E-002
* CS134	* 8.756E-002	* 8.841E-001
* CS137	* 4.194E-001	* 9.148E-001
* CO58	* 9.728E-003	* 4.072E-001
* CO60	* 2.488E-001	* 1.248E+000

*La Berquerie

* Isotope	* Concentration dans le sol * Bq.kg-1 de sol sec	* Concentration sur le sol * * Bq.m-2
* C14	* Non calculée	* Non calculée
* I131	* 8.335E-003	* 5.100E-001
* I133	* 1.083E-003	* 6.993E-002
* CS134	* 1.273E-001	* 1.285E+000
* CS137	* 6.098E-001	* 1.330E+000
* CO58	* 1.414E-002	* 5.920E-001
* CO60	* 3.617E-001	* 1.814E+000

*Les Hougues

* Isotope	* Concentration dans le sol * Bq.kg-1 de sol sec	* Concentration sur le sol * * Bq.m-2
* C14	* Non calculée	* Non calculée
* I131	* 6.981E-003	* 4.272E-001
* I133	* 9.071E-004	* 5.857E-002
* CS134	* 1.065E-001	* 1.076E+000
* CS137	* 5.102E-001	* 1.113E+000
* CO58	* 1.183E-002	* 4.953E-001
* CO60	* 3.026E-001	* 1.518E+000

Concentrations dans les végétaux, par lieux

*Dielette

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due * à la pluie * Bq.kg-1 frais *	* Concentration due * au dépôt sec * Bq.kg-1 frais *	* Concentration due * au sol * Bq.kg-1 frais *	* Concentration * totale * Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 7.959E+001 *
* LEGUME FEUILLE *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 4.878E+000 *
* LEGUME FEUILLE *	* I131 *	* 3.821E-006 *	* 4.018E-001 *	* 8.731E-005 *	* 4.019E-001 *
* LEGUME FEUILLE *	* I133 *	* 5.065E-007 *	* 7.502E-002 *	* 1.186E-005 *	* 7.503E-002 *
* LEGUME FEUILLE *	* CS134 *	* 3.014E-005 *	* 2.721E-002 *	* 6.625E-004 *	* 2.790E-002 *
* LEGUME FEUILLE *	* CS137 *	* 2.744E-005 *	* 2.526E-002 *	* 3.260E-003 *	* 2.855E-002 *
* LEGUME FEUILLE *	* CO58 *	* 2.190E-005 *	* 1.755E-002 *	* 7.112E-005 *	* 1.764E-002 *
* LEGUME FEUILLE *	* CO60 *	* 3.034E-005 *	* 2.534E-002 *	* 1.840E-003 *	* 2.721E-002 *
* LEGUME RACINE *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 6.824E+001 *
* LEGUME RACINE *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 1.003E+001 *
* LEGUME RACINE *	* I131 *	* 3.821E-007 *	* 4.018E-002 *	* 9.273E-005 *	* 4.028E-002 *
* LEGUME RACINE *	* I133 *	* 5.065E-008 *	* 7.502E-003 *	* 1.197E-005 *	* 7.514E-003 *
* LEGUME RACINE *	* CS134 *	* 3.014E-006 *	* 2.721E-003 *	* 6.825E-004 *	* 3.406E-003 *
* LEGUME RACINE *	* CS137 *	* 2.744E-006 *	* 2.526E-003 *	* 3.342E-003 *	* 5.871E-003 *
* LEGUME RACINE *	* CO58 *	* 2.190E-006 *	* 1.755E-003 *	* 5.535E-005 *	* 1.813E-003 *
* LEGUME RACINE *	* CO60 *	* 3.034E-006 *	* 2.534E-003 *	* 1.437E-003 *	* 3.974E-003 *
* LEGUME FRUIT *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 7.668E+001 *
* LEGUME FRUIT *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 9.059E+000 *
* LEGUME FRUIT *	* I131 *	* 5.731E-007 *	* 6.012E-002 *	* 2.069E-004 *	* 6.033E-002 *
* LEGUME FRUIT *	* I133 *	* 7.597E-008 *	* 1.123E-002 *	* 2.666E-005 *	* 1.126E-002 *
* LEGUME FRUIT *	* CS134 *	* 4.521E-006 *	* 4.097E-003 *	* 5.131E-004 *	* 4.615E-003 *
* LEGUME FRUIT *	* CS137 *	* 4.116E-006 *	* 3.775E-003 *	* 2.505E-003 *	* 6.285E-003 *
* LEGUME FRUIT *	* CO58 *	* 3.284E-006 *	* 2.624E-003 *	* 5.037E-005 *	* 2.678E-003 *
* LEGUME FRUIT *	* CO60 *	* 4.551E-006 *	* 3.822E-003 *	* 1.298E-003 *	* 5.124E-003 *
* FOURRAGE *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 7.751E+001 *
* FOURRAGE *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 2.230E+001 *
* FOURRAGE *	* I131 *	* 3.821E-006 *	* 2.006E-001 *	* 1.437E-005 *	* 2.006E-001 *
* FOURRAGE *	* I133 *	* 5.065E-007 *	* 3.733E-002 *	* 1.865E-006 *	* 3.733E-002 *
* FOURRAGE *	* CS134 *	* 3.014E-005 *	* 1.364E-002 *	* 1.670E-002 *	* 3.037E-002 *
* FOURRAGE *	* CS137 *	* 2.744E-005 *	* 1.260E-002 *	* 8.015E-002 *	* 9.278E-002 *
* FOURRAGE *	* CO58 *	* 2.190E-005 *	* 8.759E-003 *	* 4.724E-006 *	* 8.785E-003 *
* FOURRAGE *	* CO60 *	* 3.034E-005 *	* 1.271E-002 *	* 1.208E-004 *	* 1.286E-002 *
* FOIN *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 5.016E+001 *
* FOIN *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 4.599E+001 *
* FOIN *	* I131 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 1.219E+000 *
* FOIN *	* I133 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 2.268E-001 *
* FOIN *	* CS134 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 1.845E-001 *
* FOIN *	* CS137 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 5.638E-001 *
* FOIN *	* CO58 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 5.339E-002 *
* FOIN *	* CO60 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 0.000E+000 *	* 7.817E-002 *
* MAIS *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 7.005E+001 *
* MAIS *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 5.017E+001 *
* MAIS *	* I131 *	* 3.821E-006 *	* 4.018E-001 *	* 7.613E-007 *	* 4.018E-001 *
* MAIS *	* I133 *	* 5.065E-007 *	* 7.502E-002 *	* 9.845E-008 *	* 7.502E-002 *
* MAIS *	* CS134 *	* 3.014E-005 *	* 2.721E-002 *	* 3.143E-004 *	* 2.755E-002 *
* MAIS *	* CS137 *	* 2.744E-005 *	* 2.526E-002 *	* 1.543E-003 *	* 2.683E-002 *
* MAIS *	* CO58 *	* 2.190E-005 *	* 1.755E-002 *	* 4.375E-007 *	* 1.757E-002 *
* MAIS *	* CO60 *	* 3.034E-005 *	* 2.534E-002 *	* 1.139E-005 *	* 2.539E-002 *
* HERBE *	* H3 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 7.876E+001 *
* HERBE *	* C14 *	* Non calculée *	* Non calculée *	* Non calculée *	* 2.230E+001 *
* HERBE *	* I131 *	* 3.821E-006 *	* 2.006E-001 *	* 1.435E-005 *	* 2.006E-001 *
* HERBE *	* I133 *	* 5.065E-007 *	* 3.733E-002 *	* 1.864E-006 *	* 3.733E-002 *
* HERBE *	* CS134 *	* 3.014E-005 *	* 1.364E-002 *	* 1.668E-002 *	* 3.035E-002 *
* HERBE *	* CS137 *	* 2.744E-005 *	* 1.260E-002 *	* 7.990E-002 *	* 9.253E-002 *
* HERBE *	* CO58 *	* 2.190E-005 *	* 8.759E-003 *	* 4.723E-006 *	* 8.785E-003 *
* HERBE *	* CO60 *	* 3.034E-005 *	* 1.271E-002 *	* 1.208E-004 *	* 1.286E-002 *

*Les Hougues

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais *	* Concentration totale Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.975E+001 *
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.878E+000 *
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 5.968E-006	* 4.021E-001	* 8.738E-005	* 4.022E-001 *
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 7.911E-007	* 7.507E-002	* 1.187E-005	* 7.509E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 4.773E-005	* 2.729E-002	* 6.655E-004	* 2.801E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 4.345E-005	* 2.534E-002	* 3.275E-003	* 2.866E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 3.467E-005	* 1.761E-002	* 7.144E-005	* 1.771E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 4.805E-005	* 2.542E-002	* 1.848E-003	* 2.732E-002 *
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.838E+001 *
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.003E+001 *
* LEGUME RACINE	* I131	* 5.968E-007	* 4.021E-002	* 9.281E-005	* 4.031E-002 *
* LEGUME RACINE	* I133	* 7.911E-008	* 7.507E-003	* 1.198E-005	* 7.519E-003 *
* LEGUME RACINE	* CS134	* 4.773E-006	* 2.729E-003	* 6.855E-004	* 3.419E-003 *
* LEGUME RACINE	* CS137	* 4.345E-006	* 2.534E-003	* 3.357E-003	* 5.895E-003 *
* LEGUME RACINE	* CO58	* 3.467E-006	* 1.761E-003	* 5.559E-005	* 1.820E-003 *
* LEGUME RACINE	* CO60	* 4.805E-006	* 2.542E-003	* 1.443E-003	* 3.990E-003 *
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.684E+001 *
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.059E+000 *
* LEGUME FRUIT	* I131	* 8.953E-007	* 6.017E-002	* 2.070E-004	* 6.037E-002 *
* LEGUME FRUIT	* I133	* 1.187E-007	* 1.124E-002	* 2.669E-005	* 1.127E-002 *
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 7.159E-006	* 4.109E-003	* 5.154E-004	* 4.632E-003 *
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 6.518E-006	* 3.787E-003	* 2.516E-003	* 6.310E-003 *
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 5.201E-006	* 2.632E-003	* 5.059E-005	* 2.688E-003 *
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 7.207E-006	* 3.833E-003	* 1.303E-003	* 5.144E-003 *
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.767E+001 *
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.230E+001 *
* FOURRAGE	* I131	* 5.968E-006	* 2.008E-001	* 1.438E-005	* 2.008E-001 *
* FOURRAGE	* I133	* 7.911E-007	* 3.735E-002	* 1.866E-006	* 3.736E-002 *
* FOURRAGE	* CS134	* 4.773E-005	* 1.368E-002	* 1.677E-002	* 3.050E-002 *
* FOURRAGE	* CS137	* 4.345E-005	* 1.264E-002	* 8.051E-002	* 9.319E-002 *
* FOURRAGE	* CO58	* 3.467E-005	* 8.786E-003	* 4.745E-006	* 8.825E-003 *
* FOURRAGE	* CO60	* 4.805E-005	* 1.275E-002	* 1.214E-004	* 1.292E-002 *
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.026E+001 *
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.599E+001 *
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.220E+000 *
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.270E-001 *
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.853E-001 *
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 5.663E-001 *
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 5.363E-002 *
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 7.852E-002 *
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.020E+001 *
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.017E+001 *
* MAIS	* I131	* 5.968E-006	* 4.021E-001	* 7.620E-007	* 4.021E-001 *
* MAIS	* I133	* 7.911E-007	* 7.507E-002	* 9.853E-008	* 7.507E-002 *
* MAIS	* CS134	* 4.773E-005	* 2.729E-002	* 3.156E-004	* 2.766E-002 *
* MAIS	* CS137	* 4.345E-005	* 2.534E-002	* 1.550E-003	* 2.693E-002 *
* MAIS	* CO58	* 3.467E-005	* 1.761E-002	* 4.394E-007	* 1.764E-002 *
* MAIS	* CO60	* 4.805E-005	* 2.542E-002	* 1.144E-005	* 2.548E-002 *
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.892E+001 *
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.230E+001 *
* HERBE	* I131	* 5.968E-006	* 2.008E-001	* 1.436E-005	* 2.008E-001 *
* HERBE	* I133	* 7.911E-007	* 3.735E-002	* 1.866E-006	* 3.736E-002 *
* HERBE	* CS134	* 4.773E-005	* 1.368E-002	* 1.676E-002	* 3.048E-002 *
* HERBE	* CS137	* 4.345E-005	* 1.264E-002	* 8.025E-002	* 9.294E-002 *
* HERBE	* CO58	* 3.467E-005	* 8.786E-003	* 4.744E-006	* 8.825E-003 *
* HERBE	* CO60	* 4.805E-005	* 1.275E-002	* 1.213E-004	* 1.292E-002 *

*Hameau Guérard

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais *	* Concentration totale Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.568E+001 *
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.007E+000 *
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 5.093E-006	* 3.307E-001	* 7.185E-005	* 3.308E-001 *
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 6.750E-007	* 6.173E-002	* 9.762E-006	* 6.174E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 4.093E-005	* 2.251E-002	* 5.489E-004	* 2.310E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 3.726E-005	* 2.089E-002	* 2.701E-003	* 2.363E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 2.973E-005	* 1.452E-002	* 5.892E-005	* 1.461E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 4.120E-005	* 2.096E-002	* 1.524E-003	* 2.253E-002 *
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.632E+001 *
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.244E+000 *
* LEGUME RACINE	* I131	* 5.093E-007	* 3.307E-002	* 7.631E-005	* 3.314E-002 *
* LEGUME RACINE	* I133	* 6.750E-008	* 6.173E-003	* 9.852E-006	* 6.183E-003 *
* LEGUME RACINE	* CS134	* 4.093E-006	* 2.251E-003	* 5.654E-004	* 2.820E-003 *
* LEGUME RACINE	* CS137	* 3.726E-006	* 2.089E-003	* 2.768E-003	* 4.862E-003 *
* LEGUME RACINE	* CO58	* 2.973E-006	* 1.452E-003	* 4.585E-005	* 1.501E-003 *
* LEGUME RACINE	* CO60	* 4.120E-006	* 2.096E-003	* 1.190E-003	* 3.291E-003 *
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.329E+001 *
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.442E+000 *
* LEGUME FRUIT	* I131	* 7.639E-007	* 4.948E-002	* 1.703E-004	* 4.965E-002 *
* LEGUME FRUIT	* I133	* 1.013E-007	* 9.245E-003	* 2.194E-005	* 9.267E-003 *
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 6.139E-006	* 3.389E-003	* 4.251E-004	* 3.820E-003 *
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 5.589E-006	* 3.123E-003	* 2.076E-003	* 5.204E-003 *
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 4.460E-006	* 2.171E-003	* 4.172E-005	* 2.217E-003 *
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 6.180E-006	* 3.161E-003	* 1.075E-003	* 4.243E-003 *
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.397E+001 *
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.832E+001 *
* FOURRAGE	* I131	* 5.093E-006	* 1.651E-001	* 1.182E-005	* 1.651E-001 *
* FOURRAGE	* I133	* 6.750E-007	* 3.072E-002	* 1.535E-006	* 3.072E-002 *
* FOURRAGE	* CS134	* 4.093E-005	* 1.128E-002	* 1.384E-002	* 2.516E-002 *
* FOURRAGE	* CS137	* 3.726E-005	* 1.042E-002	* 6.640E-002	* 7.686E-002 *
* FOURRAGE	* CO58	* 2.973E-005	* 7.245E-003	* 3.914E-006	* 7.279E-003 *
* FOURRAGE	* CO60	* 4.120E-005	* 1.052E-002	* 1.001E-004	* 1.066E-002 *
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.140E+001 *
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.778E+001 *
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.003E+000 *
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.867E-001 *
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.529E-001 *
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.671E-001 *
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.423E-002 *
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 6.476E-002 *
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.782E+001 *
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.122E+001 *
* MAIS	* I131	* 5.093E-006	* 3.307E-001	* 6.266E-007	* 3.307E-001 *
* MAIS	* I133	* 6.750E-007	* 6.173E-002	* 8.103E-008	* 6.173E-002 *
* MAIS	* CS134	* 4.093E-005	* 2.251E-002	* 2.603E-004	* 2.281E-002 *
* MAIS	* CS137	* 3.726E-005	* 2.089E-002	* 1.278E-003	* 2.221E-002 *
* MAIS	* CO58	* 2.973E-005	* 1.452E-002	* 3.624E-007	* 1.455E-002 *
* MAIS	* CO60	* 4.120E-005	* 2.096E-002	* 9.437E-006	* 2.101E-002 *
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.500E+001 *
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.832E+001 *
* HERBE	* I131	* 5.093E-006	* 1.651E-001	* 1.181E-005	* 1.651E-001 *
* HERBE	* I133	* 6.750E-007	* 3.072E-002	* 1.534E-006	* 3.072E-002 *
* HERBE	* CS134	* 4.093E-005	* 1.128E-002	* 1.382E-002	* 2.514E-002 *
* HERBE	* CS137	* 3.726E-005	* 1.042E-002	* 6.619E-002	* 7.665E-002 *
* HERBE	* CO58	* 2.973E-005	* 7.245E-003	* 3.913E-006	* 7.279E-003 *
* HERBE	* CO60	* 4.120E-005	* 1.052E-002	* 1.001E-004	* 1.066E-002 *

*La Coquaise

* Végétal	* Isotope	* Concentration due * à la pluie * Bq.kg-1 frais	* Concentration due * au dépôt sec * Bq.kg-1 frais	* Concentration due * au sol * Bq.kg-1 frais	* Concentration * * totale * Bq.kg-1 frais
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.024E+001
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.456E+000
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 3.887E-006	* 2.026E-001	* 4.404E-005	* 2.027E-001
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 5.153E-007	* 3.783E-002	* 5.983E-006	* 3.784E-002
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 3.105E-005	* 1.379E-002	* 3.365E-004	* 1.415E-002
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 2.827E-005	* 1.280E-002	* 1.656E-003	* 1.448E-002
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 2.256E-005	* 8.893E-003	* 3.612E-005	* 8.952E-003
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 3.126E-005	* 1.284E-002	* 9.344E-004	* 1.381E-002
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.451E+001
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.052E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 3.887E-007	* 2.026E-002	* 4.677E-005	* 2.031E-002
* LEGUME RACINE	* I133	* 5.153E-008	* 3.783E-003	* 6.038E-006	* 3.789E-003
* LEGUME RACINE	* CS134	* 3.105E-006	* 1.379E-003	* 3.466E-004	* 1.728E-003
* LEGUME RACINE	* CS137	* 2.827E-006	* 1.280E-003	* 1.697E-003	* 2.980E-003
* LEGUME RACINE	* CO58	* 2.256E-006	* 8.893E-004	* 2.811E-005	* 9.197E-004
* LEGUME RACINE	* CO60	* 3.126E-006	* 1.284E-003	* 7.298E-004	* 2.017E-003
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.878E+001
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.561E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 5.831E-007	* 3.032E-002	* 1.043E-004	* 3.042E-002
* LEGUME FRUIT	* I133	* 7.729E-008	* 5.665E-003	* 1.345E-005	* 5.679E-003
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 4.658E-006	* 2.076E-003	* 2.606E-004	* 2.341E-003
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 4.241E-006	* 1.913E-003	* 1.273E-003	* 3.189E-003
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 3.384E-006	* 1.330E-003	* 2.558E-005	* 1.359E-003
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 4.689E-006	* 1.936E-003	* 6.591E-004	* 2.600E-003
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.919E+001
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.123E+001
* FOURRAGE	* I131	* 3.887E-006	* 1.012E-001	* 7.247E-006	* 1.012E-001
* FOURRAGE	* I133	* 5.153E-007	* 1.882E-002	* 9.405E-007	* 1.882E-002
* FOURRAGE	* CS134	* 3.105E-005	* 6.909E-003	* 8.483E-003	* 1.542E-002
* FOURRAGE	* CS137	* 2.827E-005	* 6.385E-003	* 4.071E-002	* 4.713E-002
* FOURRAGE	* CO58	* 2.256E-005	* 4.438E-003	* 2.400E-006	* 4.463E-003
* FOURRAGE	* CO60	* 3.126E-005	* 6.441E-003	* 6.137E-005	* 6.534E-003
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.536E+001
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.316E+001
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 6.149E-001
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.144E-001
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 9.372E-002
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.864E-001
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.712E-002
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.971E-002
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.542E+001
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.526E+001
* MAIS	* I131	* 3.887E-006	* 2.026E-001	* 3.840E-007	* 2.026E-001
* MAIS	* I133	* 5.153E-007	* 3.783E-002	* 4.966E-008	* 3.783E-002
* MAIS	* CS134	* 3.105E-005	* 1.379E-002	* 1.596E-004	* 1.398E-002
* MAIS	* CS137	* 2.827E-005	* 1.280E-002	* 7.838E-004	* 1.361E-002
* MAIS	* CO58	* 2.256E-005	* 8.893E-003	* 2.222E-007	* 8.916E-003
* MAIS	* CO60	* 3.126E-005	* 1.284E-002	* 5.786E-006	* 1.288E-002
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.982E+001
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.123E+001
* HERBE	* I131	* 3.887E-006	* 1.012E-001	* 7.236E-006	* 1.012E-001
* HERBE	* I133	* 5.153E-007	* 1.882E-002	* 9.403E-007	* 1.882E-002
* HERBE	* CS134	* 3.105E-005	* 6.909E-003	* 8.473E-003	* 1.541E-002
* HERBE	* CS137	* 2.827E-005	* 6.385E-003	* 4.058E-002	* 4.700E-002
* HERBE	* CO58	* 2.256E-005	* 4.438E-003	* 2.399E-006	* 4.463E-003
* HERBE	* CO60	* 3.126E-005	* 6.441E-003	* 6.135E-005	* 6.534E-003

*Flamanville

* Végétal	* Isotope	* Concentration due à la pluie * Bq.kg-1 frais	* Concentration due au dépôt sec * Bq.kg-1 frais	* Concentration due au sol * Bq.kg-1 frais	* Concentration totale * Bq.kg-1 frais
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.562E+001
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.007E+000
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 2.745E-006	* 3.306E-001	* 7.182E-005	* 3.306E-001
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 3.638E-007	* 6.171E-002	* 9.758E-006	* 6.172E-002
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 2.169E-005	* 2.247E-002	* 5.470E-004	* 2.304E-002
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 1.975E-005	* 2.086E-002	* 2.692E-003	* 2.357E-002
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 1.576E-005	* 1.450E-002	* 5.872E-005	* 1.457E-002
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 2.184E-005	* 2.093E-002	* 1.519E-003	* 2.247E-002
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.626E+001
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.244E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 2.745E-007	* 3.306E-002	* 7.628E-005	* 3.313E-002
* LEGUME RACINE	* I133	* 3.638E-008	* 6.171E-003	* 9.847E-006	* 6.181E-003
* LEGUME RACINE	* CS134	* 2.169E-006	* 2.247E-003	* 5.635E-004	* 2.813E-003
* LEGUME RACINE	* CS137	* 1.975E-006	* 2.086E-003	* 2.759E-003	* 4.847E-003
* LEGUME RACINE	* CO58	* 1.576E-006	* 1.450E-003	* 4.570E-005	* 1.497E-003
* LEGUME RACINE	* CO60	* 2.184E-006	* 2.093E-003	* 1.186E-003	* 3.282E-003
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.322E+001
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.442E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 4.117E-007	* 4.946E-002	* 1.702E-004	* 4.963E-002
* LEGUME FRUIT	* I133	* 5.457E-008	* 9.241E-003	* 2.193E-005	* 9.263E-003
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 3.254E-006	* 3.384E-003	* 4.237E-004	* 3.810E-003
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 2.962E-006	* 3.118E-003	* 2.069E-003	* 5.189E-003
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 2.364E-006	* 2.167E-003	* 4.158E-005	* 2.211E-003
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 3.276E-006	* 3.156E-003	* 1.072E-003	* 4.231E-003
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.391E+001
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.832E+001
* FOURRAGE	* I131	* 2.745E-006	* 1.650E-001	* 1.182E-005	* 1.650E-001
* FOURRAGE	* I133	* 3.638E-007	* 3.070E-002	* 1.534E-006	* 3.071E-002
* FOURRAGE	* CS134	* 2.169E-005	* 1.126E-002	* 1.379E-002	* 2.507E-002
* FOURRAGE	* CS137	* 1.975E-005	* 1.041E-002	* 6.618E-002	* 7.661E-002
* FOURRAGE	* CO58	* 1.576E-005	* 7.234E-003	* 3.901E-006	* 7.253E-003
* FOURRAGE	* CO60	* 2.184E-005	* 1.050E-002	* 9.976E-005	* 1.062E-002
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.135E+001
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.778E+001
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.003E+000
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.866E-001
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.524E-001
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.655E-001
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.408E-002
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 6.454E-002
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.776E+001
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 4.122E+001
* MAIS	* I131	* 2.745E-006	* 3.306E-001	* 6.263E-007	* 3.306E-001
* MAIS	* I133	* 3.638E-007	* 6.171E-002	* 8.099E-008	* 6.171E-002
* MAIS	* CS134	* 2.169E-005	* 2.247E-002	* 2.595E-004	* 2.275E-002
* MAIS	* CS137	* 1.975E-005	* 2.086E-002	* 1.274E-003	* 2.216E-002
* MAIS	* CO58	* 1.576E-005	* 1.450E-002	* 3.612E-007	* 1.451E-002
* MAIS	* CO60	* 2.184E-005	* 2.093E-002	* 9.406E-006	* 2.096E-002
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.493E+001
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.832E+001
* HERBE	* I131	* 2.745E-006	* 1.650E-001	* 1.180E-005	* 1.650E-001
* HERBE	* I133	* 3.638E-007	* 3.070E-002	* 1.533E-006	* 3.071E-002
* HERBE	* CS134	* 2.169E-005	* 1.126E-002	* 1.377E-002	* 2.506E-002
* HERBE	* CS137	* 1.975E-005	* 1.041E-002	* 6.597E-002	* 7.640E-002
* HERBE	* CO58	* 1.576E-005	* 7.234E-003	* 3.899E-006	* 7.253E-003
* HERBE	* CO60	* 2.184E-005	* 1.050E-002	* 9.972E-005	* 1.062E-002

*La Berquerie

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais *	* Concentration totale Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.524E+001 *
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.823E+000 *
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 8.018E-006	* 4.801E-001	* 1.043E-004	* 4.802E-001 *
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 1.063E-006	* 8.964E-002	* 1.417E-005	* 8.965E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 6.426E-005	* 3.260E-002	* 7.953E-004	* 3.346E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 5.851E-005	* 3.027E-002	* 3.914E-003	* 3.424E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 4.669E-005	* 2.103E-002	* 8.537E-005	* 2.116E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 6.469E-005	* 3.037E-002	* 2.208E-003	* 3.264E-002 *
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.167E+001 *
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.198E+001 *
* LEGUME RACINE	* I131	* 8.018E-007	* 4.801E-002	* 1.108E-004	* 4.812E-002 *
* LEGUME RACINE	* I133	* 1.063E-007	* 8.964E-003	* 1.431E-005	* 8.978E-003 *
* LEGUME RACINE	* CS134	* 6.426E-006	* 3.260E-003	* 8.192E-004	* 4.086E-003 *
* LEGUME RACINE	* CS137	* 5.851E-006	* 3.027E-003	* 4.011E-003	* 7.044E-003 *
* LEGUME RACINE	* CO58	* 4.669E-006	* 2.103E-003	* 6.643E-005	* 2.174E-003 *
* LEGUME RACINE	* CO60	* 6.469E-006	* 3.037E-003	* 1.725E-003	* 4.768E-003 *
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.177E+001 *
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.081E+001 *
* LEGUME FRUIT	* I131	* 1.203E-006	* 7.184E-002	* 2.472E-004	* 7.209E-002 *
* LEGUME FRUIT	* I133	* 1.594E-007	* 1.342E-002	* 3.186E-005	* 1.346E-002 *
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 9.639E-006	* 4.909E-003	* 6.159E-004	* 5.534E-003 *
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 8.776E-006	* 4.523E-003	* 3.007E-003	* 7.539E-003 *
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 7.003E-006	* 3.144E-003	* 6.046E-005	* 3.212E-003 *
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 9.704E-006	* 4.579E-003	* 1.558E-003	* 6.147E-003 *
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.276E+001 *
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.662E+001 *
* FOURRAGE	* I131	* 8.018E-006	* 2.397E-001	* 1.717E-005	* 2.397E-001 *
* FOURRAGE	* I133	* 1.063E-006	* 4.460E-002	* 2.228E-006	* 4.460E-002 *
* FOURRAGE	* CS134	* 6.426E-005	* 1.634E-002	* 2.005E-002	* 3.645E-002 *
* FOURRAGE	* CS137	* 5.851E-005	* 1.510E-002	* 9.622E-002	* 1.114E-001 *
* FOURRAGE	* CO58	* 4.669E-005	* 1.049E-002	* 5.671E-006	* 1.055E-002 *
* FOURRAGE	* CO60	* 6.469E-005	* 1.523E-002	* 1.450E-004	* 1.544E-002 *
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.002E+001 *
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.490E+001 *
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.457E+000 *
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.710E-001 *
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.215E-001 *
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 6.768E-001 *
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 6.409E-002 *
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 9.384E-002 *
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.383E+001 *
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.989E+001 *
* MAIS	* I131	* 8.018E-006	* 4.801E-001	* 9.098E-007	* 4.801E-001 *
* MAIS	* I133	* 1.063E-006	* 8.964E-002	* 1.176E-007	* 8.964E-002 *
* MAIS	* CS134	* 6.426E-005	* 3.260E-002	* 3.772E-004	* 3.304E-002 *
* MAIS	* CS137	* 5.851E-005	* 3.027E-002	* 1.852E-003	* 3.218E-002 *
* MAIS	* CO58	* 4.669E-005	* 2.103E-002	* 5.251E-007	* 2.108E-002 *
* MAIS	* CO60	* 6.469E-005	* 3.037E-002	* 1.367E-005	* 3.045E-002 *
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.425E+001 *
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.662E+001 *
* HERBE	* I131	* 8.018E-006	* 2.397E-001	* 1.714E-005	* 2.397E-001 *
* HERBE	* I133	* 1.063E-006	* 4.460E-002	* 2.228E-006	* 4.460E-002 *
* HERBE	* CS134	* 6.426E-005	* 1.634E-002	* 2.002E-002	* 3.643E-002 *
* HERBE	* CS137	* 5.851E-005	* 1.510E-002	* 9.591E-002	* 1.111E-001 *
* HERBE	* CO58	* 4.669E-005	* 1.049E-002	* 5.669E-006	* 1.055E-002 *
* HERBE	* CO60	* 6.469E-005	* 1.523E-002	* 1.450E-004	* 1.544E-002 *

Concentrations dans les animaux, par lieux

*Dielette

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
LAIT	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	7.936E+001
LAIT	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	9.337E+000
LAIT	I131	6.274E-007	1.033E-005	8.006E-002	8.007E-002
LAIT	I133	6.730E-007	1.232E-005	1.472E-002	1.474E-002
LAIT	CS134	1.308E-006	3.510E-006	1.916E-002	1.916E-002
LAIT	CS137	1.174E-006	3.150E-006	5.209E-002	5.210E-002
LAIT	CO58	2.846E-007	2.869E-006	9.777E-004	9.809E-004
LAIT	CO60	3.365E-007	3.386E-006	2.060E-003	2.064E-003
VIANDE	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	6.754E+001
VIANDE	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	3.693E+001
VIANDE	I131	2.509E-006	6.885E-006	3.202E-001	3.202E-001
VIANDE	I133	2.692E-006	8.214E-006	5.889E-002	5.889E-002
VIANDE	CS134	6.539E-006	1.755E-005	9.578E-002	9.581E-002
VIANDE	CS137	5.869E-006	1.575E-005	2.605E-001	2.605E-001
VIANDE	CO58	4.270E-006	1.912E-006	1.467E-002	1.467E-002
VIANDE	CO60	5.047E-006	2.257E-006	3.090E-002	3.090E-002

*Les Hougues

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
LAIT	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	7.958E+001
LAIT	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	9.337E+000
LAIT	I131	9.800E-007	1.034E-005	8.012E-002	8.013E-002
LAIT	I133	1.051E-006	1.233E-005	1.473E-002	1.475E-002
LAIT	CS134	2.071E-006	3.521E-006	1.924E-002	1.924E-002
LAIT	CS137	1.859E-006	3.160E-006	5.232E-002	5.233E-002
LAIT	CO58	4.508E-007	2.878E-006	9.820E-004	9.853E-004
LAIT	CO60	5.328E-007	3.397E-006	2.068E-003	2.072E-003
VIANDE	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	6.772E+001
VIANDE	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	3.693E+001
VIANDE	I131	3.920E-006	6.891E-006	3.205E-001	3.205E-001
VIANDE	I133	4.205E-006	8.220E-006	5.894E-002	5.895E-002
VIANDE	CS134	1.035E-005	1.760E-005	9.619E-002	9.622E-002
VIANDE	CS137	9.294E-006	1.580E-005	2.616E-001	2.616E-001
VIANDE	CO58	6.761E-006	1.918E-006	1.473E-002	1.474E-002
VIANDE	CO60	7.993E-006	2.264E-006	3.103E-002	3.104E-002

*Hameau Guérard

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
LAIT	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	6.555E+001
LAIT	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	7.671E+000
LAIT	I131	8.361E-007	8.499E-006	6.588E-002	6.589E-002
LAIT	I133	8.969E-007	1.014E-005	1.212E-002	1.213E-002
LAIT	CS134	1.776E-006	2.903E-006	1.587E-002	1.587E-002
LAIT	CS137	1.594E-006	2.606E-006	4.315E-002	4.316E-002
LAIT	CO58	3.865E-007	2.373E-006	8.099E-004	8.126E-004
LAIT	CO60	4.569E-007	2.801E-006	1.706E-003	1.709E-003
VIANDE	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	5.578E+001
VIANDE	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	3.034E+001
VIANDE	I131	3.345E-006	5.666E-006	2.635E-001	2.635E-001
VIANDE	I133	3.588E-006	6.760E-006	4.846E-002	4.847E-002
VIANDE	CS134	8.879E-006	1.452E-005	7.934E-002	7.936E-002
VIANDE	CS137	7.970E-006	1.303E-005	2.158E-001	2.158E-001
VIANDE	CO58	5.798E-006	1.582E-006	1.215E-002	1.216E-002
VIANDE	CO60	6.854E-006	1.867E-006	2.559E-002	2.560E-002

*La Coquaise

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
LAIT	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	4.018E+001
LAIT	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	4.702E+000
LAIT	I131	6.382E-007	5.208E-006	4.037E-002	4.038E-002
LAIT	I133	6.846E-007	6.214E-006	7.425E-003	7.432E-003
LAIT	CS134	1.347E-006	1.778E-006	9.727E-003	9.730E-003
LAIT	CS137	1.209E-006	1.596E-006	2.646E-002	2.646E-002
LAIT	CO58	2.933E-007	1.454E-006	4.965E-004	4.983E-004
LAIT	CO60	3.467E-007	1.716E-006	1.046E-003	1.048E-003
VIANDE	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	3.419E+001
VIANDE	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	1.860E+001
VIANDE	I131	2.553E-006	3.472E-006	1.615E-001	1.615E-001
VIANDE	I133	2.738E-006	4.142E-006	2.970E-002	2.971E-002
VIANDE	CS134	6.737E-006	8.892E-006	4.864E-002	4.865E-002
VIANDE	CS137	6.046E-006	7.980E-006	1.323E-001	1.323E-001
VIANDE	CO58	4.399E-006	9.690E-007	7.448E-003	7.453E-003
VIANDE	CO60	5.200E-006	1.144E-006	1.569E-002	1.569E-002

*Flamanville

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
LAIT	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	6.542E+001
LAIT	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	7.671E+000
LAIT	I131	4.506E-007	8.496E-006	6.586E-002	6.586E-002
LAIT	I133	4.834E-007	1.014E-005	1.211E-002	1.212E-002
LAIT	CS134	9.413E-007	2.899E-006	1.582E-002	1.582E-002
LAIT	CS137	8.448E-007	2.602E-006	4.301E-002	4.302E-002
LAIT	CO58	2.049E-007	2.369E-006	8.072E-004	8.098E-004
LAIT	CO60	2.422E-007	2.797E-006	1.701E-003	1.704E-003
VIANDE	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	5.567E+001
VIANDE	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	3.034E+001
VIANDE	I131	1.803E-006	5.664E-006	2.634E-001	2.634E-001
VIANDE	I133	1.934E-006	6.757E-006	4.845E-002	4.845E-002
VIANDE	CS134	4.706E-006	1.449E-005	7.909E-002	7.910E-002
VIANDE	CS137	4.224E-006	1.301E-005	2.151E-001	2.151E-001
VIANDE	CO58	3.073E-006	1.580E-006	1.211E-002	1.211E-002
VIANDE	CO60	3.633E-006	1.864E-006	2.551E-002	2.552E-002

*La Berquerie

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
LAIT	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	9.506E+001
LAIT	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	1.115E+001
LAIT	I131	1.317E-006	1.234E-005	9.566E-002	9.567E-002
LAIT	I133	1.412E-006	1.472E-005	1.759E-002	1.761E-002
LAIT	CS134	2.788E-006	4.206E-006	2.299E-002	2.300E-002
LAIT	CS137	2.503E-006	3.774E-006	6.253E-002	6.253E-002
LAIT	CO58	6.069E-007	3.437E-006	1.173E-003	1.178E-003
LAIT	CO60	7.174E-007	4.057E-006	2.472E-003	2.477E-003
VIANDE	H3	Non calculée	Non calculée	Non calculée	8.090E+001
VIANDE	C14	Non calculée	Non calculée	Non calculée	4.409E+001
VIANDE	I131	5.266E-006	8.227E-006	3.826E-001	3.826E-001
VIANDE	I133	5.649E-006	9.815E-006	7.037E-002	7.038E-002
VIANDE	CS134	1.394E-005	2.103E-005	1.150E-001	1.150E-001
VIANDE	CS137	1.251E-005	1.887E-005	3.126E-001	3.127E-001
VIANDE	CO58	9.103E-006	2.292E-006	1.760E-002	1.761E-002
VIANDE	CO60	1.076E-005	2.705E-006	3.708E-002	3.709E-002

Activité ingérée par l'individu

***Dielette**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.580E+004
C14	3.004E+003
I131	1.679E+001
I133	5.391E-001
CS134	5.882E+000
CS137	1.555E+001
CO58	8.127E-001
CO60	1.799E+000
Total	1.885E+004

***Les Hougues**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.584E+004
C14	3.004E+003
I131	1.681E+001
I133	5.395E-001
CS134	5.907E+000
CS137	1.562E+001
CO58	8.163E-001
CO60	1.807E+000
Total	1.889E+004

***Hameau Guérard**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.304E+004
C14	2.468E+003
I131	1.382E+001
I133	4.437E-001
CS134	4.872E+000
CS137	1.288E+001
CO58	6.732E-001
CO60	1.490E+000
Total	1.554E+004

***La Coquaise**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	7.994E+003
C14	1.513E+003
I131	8.469E+000
I133	2.719E-001
CS134	2.987E+000
CS137	7.899E+000
CO58	4.127E-001
CO60	9.135E-001
Total	9.528E+003

***Flamanville**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.302E+004
C14	2.468E+003
I131	1.381E+001
I133	4.435E-001
CS134	4.857E+000
CS137	1.284E+001
CO58	6.710E-001
CO60	1.486E+000
Total	1.552E+004

*La Berquerie

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.892E+004
C14	3.586E+003
I131	2.007E+001
I133	6.442E-001
CS134	7.059E+000
CS137	1.867E+001
CO58	9.755E-001
CO60	2.159E+000
Total	2.256E+004

Activité inhalée par l'individu

*Dielette

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	6.318E+003
C14	1.112E+003
I131	2.892E-001
I133	3.450E-001
CS134	1.474E-001
CS137	1.323E-001
CO58	1.606E-001
CO60	1.896E-001
Total	7.431E+003

*Hameau Guérard

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	5.214E+003
C14	9.137E+002
I131	2.380E-001
I133	2.839E-001
CS134	1.219E-001
CS137	1.094E-001
CO58	1.329E-001
CO60	1.569E-001
Total	6.129E+003

*La Coquaise

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	3.195E+003
C14	5.600E+002
I131	1.458E-001
I133	1.740E-001
CS134	7.470E-002
CS137	6.704E-002
CO58	8.140E-002
CO60	9.608E-002
Total	3.756E+003

*Flamanville

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	5.209E+003
C14	9.137E+002
I131	2.379E-001
I133	2.838E-001
CS134	1.218E-001
CS137	1.093E-001
CO58	1.327E-001
CO60	1.566E-001
Total	6.124E+003

***La Berquerie**

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	7.561E+003
C14	1.328E+003
I131	3.455E-001
I133	4.122E-001
CS134	1.766E-001
CS137	1.585E-001
CO58	1.925E-001
CO60	2.272E-001
Total	8.891E+003

***Les Hougues**

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	6.331E+003
C14	1.112E+003
I131	2.894E-001
I133	3.453E-001
CS134	1.479E-001
CS137	1.327E-001
CO58	1.611E-001
CO60	1.902E-001
Total	7.444E+003

DOSES

Doses efficaces par lieux et par isotope

***Dielette**

Isotope	Dose efficace due au dépôt Sv.an-1	Dose efficace due au panache Sv.an-1	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1	Dose efficace totale Sv.an-1
H3	Non calculée	0.000E+000	1.137E-007	2.843E-007	3.980E-007
C14	Non calculée	Non calculée	3.959E-009	1.742E-006	1.746E-006
I131	7.541E-009	1.976E-011	5.784E-009	3.695E-007	3.828E-007
I133	1.608E-009	3.811E-011	1.380E-009	2.318E-009	5.344E-009
CS134	2.031E-007	4.194E-011	9.730E-010	1.118E-007	3.159E-007
CS137	2.835E-007	1.358E-011	6.086E-010	2.022E-007	4.863E-007
CO58	2.532E-008	2.869E-011	2.570E-010	6.014E-010	2.621E-008
CO60	7.901E-007	8.985E-011	1.896E-009	6.117E-009	7.982E-007
KR85	Non calculée	2.224E-009	Non calculée	Non calculée	2.224E-009
XE133	Non calculée	1.321E-007	Non calculée	Non calculée	1.321E-007
XE135	Non calculée	3.168E-007	Non calculée	Non calculée	3.168E-007
AR41	Non calculée	2.530E-007	Non calculée	Non calculée	2.530E-007
Xe 131m	Non calculée	1.570E-010	Non calculée	Non calculée	1.570E-010

***Hameau Guérard**

Isotope	Dose efficace due au dépôt Sv.an-1	Dose efficace due au panache Sv.an-1	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1	Dose efficace totale Sv.an-1
H3	Non calculée	0.000E+000	9.386E-008	2.348E-007	3.287E-007
C14	Non calculée	Non calculée	3.253E-009	1.431E-006	1.434E-006
I131	6.206E-009	1.626E-011	4.760E-009	3.040E-007	3.150E-007
I133	1.323E-009	3.136E-011	1.136E-009	1.908E-009	4.398E-009
CS134	1.682E-007	3.470E-011	8.048E-010	9.257E-008	2.616E-007
CS137	2.349E-007	1.123E-011	5.034E-010	1.675E-007	4.029E-007
CO58	2.099E-008	2.373E-011	2.126E-010	4.982E-010	2.172E-008
CO60	6.545E-007	7.432E-011	1.569E-009	5.066E-009	6.612E-007
KR85	Non calculée	1.827E-009	Non calculée	Non calculée	1.827E-009
XE133	Non calculée	1.085E-007	Non calculée	Non calculée	1.085E-007
XE135	Non calculée	2.603E-007	Non calculée	Non calculée	2.603E-007
AR41	Non calculée	2.079E-007	Non calculée	Non calculée	2.079E-007
Xe 131m	Non calculée	1.290E-010	Non calculée	Non calculée	1.290E-010

*La Coquaise

* Isotope *	* Dose efficace due au dépôt Sv.an-1 *	* Dose efficace due au panache Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *	* Dose efficace totale Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	5.751E-008	1.439E-007	2.014E-007
* C14 *	Non calculée	Non calculée	1.994E-009	8.773E-007	8.793E-007
* I131 *	3.804E-009	9.965E-012	2.917E-009	1.863E-007	1.930E-007
* I133 *	8.109E-010	1.922E-011	6.959E-010	1.169E-009	2.695E-009
* CS134 *	1.031E-007	2.125E-011	4.930E-010	5.675E-008	1.604E-007
* CS137 *	1.440E-007	6.879E-012	3.084E-010	1.027E-007	2.471E-007
* CO58 *	1.286E-008	1.454E-011	1.302E-010	3.054E-010	1.331E-008
* CO60 *	4.013E-007	4.553E-011	9.608E-010	3.106E-009	4.054E-007
* KR85 *	Non calculée	1.120E-009	Non calculée	Non calculée	1.120E-009
* XE133 *	Non calculée	6.653E-008	Non calculée	Non calculée	6.653E-008
* XE135 *	Non calculée	1.595E-007	Non calculée	Non calculée	1.595E-007
* AR41 *	Non calculée	1.274E-007	Non calculée	Non calculée	1.274E-007
* Xe 131m *	Non calculée	7.907E-011	Non calculée	Non calculée	7.907E-011

*Flamanville

* Isotope *	* Dose efficace due au dépôt Sv.an-1 *	* Dose efficace due au panache Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *	* Dose efficace totale Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	9.376E-008	2.344E-007	3.282E-007
* C14 *	Non calculée	Non calculée	3.253E-009	1.431E-006	1.434E-006
* I131 *	6.203E-009	1.626E-011	4.758E-009	3.039E-007	3.149E-007
* I133 *	1.322E-009	3.135E-011	1.135E-009	1.907E-009	4.396E-009
* CS134 *	1.676E-007	3.464E-011	8.036E-010	9.228E-008	2.608E-007
* CS137 *	2.341E-007	1.121E-011	5.026E-010	1.669E-007	4.015E-007
* CO58 *	2.091E-008	2.369E-011	2.123E-010	4.966E-010	2.164E-008
* CO60 *	6.523E-007	7.420E-011	1.566E-009	5.051E-009	6.590E-007
* KR85 *	Non calculée	1.827E-009	Non calculée	Non calculée	1.827E-009
* XE133 *	Non calculée	1.085E-007	Non calculée	Non calculée	1.085E-007
* XE135 *	Non calculée	2.603E-007	Non calculée	Non calculée	2.603E-007
* AR41 *	Non calculée	2.079E-007	Non calculée	Non calculée	2.079E-007
* Xe 131m *	Non calculée	1.290E-010	Non calculée	Non calculée	1.290E-010

*La Berquerie

* Isotope *	* Dose efficace due au dépôt Sv.an-1 *	* Dose efficace due au panache Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *	* Dose efficace totale Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	1.361E-007	3.405E-007	4.766E-007
* C14 *	Non calculée	Non calculée	4.726E-009	2.080E-006	2.085E-006
* I131 *	9.011E-009	2.361E-011	6.911E-009	4.415E-007	4.574E-007
* I133 *	1.922E-009	4.554E-011	1.649E-009	2.770E-009	6.386E-009
* CS134 *	2.437E-007	5.026E-011	1.166E-009	1.341E-007	3.790E-007
* CS137 *	3.404E-007	1.627E-011	7.292E-010	2.427E-007	5.838E-007
* CO58 *	3.040E-008	3.437E-011	3.080E-010	7.218E-010	3.146E-008
* CO60 *	9.484E-007	1.077E-010	2.272E-009	7.341E-009	9.581E-007
* KR85 *	Non calculée	2.655E-009	Non calculée	Non calculée	2.655E-009
* XE133 *	Non calculée	1.577E-007	Non calculée	Non calculée	1.577E-007
* XE135 *	Non calculée	3.782E-007	Non calculée	Non calculée	3.782E-007
* AR41 *	Non calculée	3.020E-007	Non calculée	Non calculée	3.020E-007
* Xe 131m *	Non calculée	1.875E-010	Non calculée	Non calculée	1.875E-010

*Les Hougues

* Isotope *	* Dose efficace due au dépôt Sv.an-1 *	* Dose efficace due au panache Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *	* Dose efficace totale Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	1.140E-007	2.850E-007	3.990E-007
* C14 *	Non calculée	Non calculée	3.959E-009	1.742E-006	1.746E-006
* I131 *	7.547E-009	1.978E-011	5.788E-009	3.697E-007	3.831E-007
* I133 *	1.609E-009	3.814E-011	1.381E-009	2.320E-009	5.348E-009
* CS134 *	2.039E-007	4.207E-011	9.760E-010	1.122E-007	3.171E-007
* CS137 *	2.848E-007	1.362E-011	6.104E-010	2.031E-007	4.885E-007
* CO58 *	2.544E-008	2.878E-011	2.578E-010	6.040E-010	2.633E-008
* CO60 *	7.936E-007	9.012E-011	1.902E-009	6.143E-009	8.017E-007
* KR85 *	Non calculée	2.224E-009	Non calculée	Non calculée	2.224E-009
* XE133 *	Non calculée	1.321E-007	Non calculée	Non calculée	1.321E-007
* XE135 *	Non calculée	3.168E-007	Non calculée	Non calculée	3.168E-007
* AR41 *	Non calculée	2.530E-007	Non calculée	Non calculée	2.530E-007
* Xe 131m *	Non calculée	1.570E-010	Non calculée	Non calculée	1.570E-010

Doses efficaces par lieux

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace due au panache Sv.an-1	Dose efficace due au dépôt Sv.an-1
Dielette	7.045E-007	1.311E-006
Hameau Guérard	5.788E-007	1.086E-006
La Coquaise	3.548E-007	6.660E-007
Flamanville	5.788E-007	1.083E-006
La Berquerie	8.411E-007	1.574E-006
Les Hougues	7.045E-007	1.317E-006

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace par inhalation Sv.an-1
Dielette	1.286E-007
Hameau Guérard	1.061E-007
La Coquaise	6.500E-008
Flamanville	1.060E-007
La Berquerie	1.539E-007
Les Hougues	1.288E-007

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace par ingestion Sv.an-1
Dielette	2.719E-006
Les Hougues	2.721E-006
Hameau Guérard	2.238E-006
La Coquaise	1.372E-006
Flamanville	2.236E-006
La Berquerie	3.249E-006

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace totale Sv.an-1
Dielette	4.863E-006
Hameau Guérard	4.009E-006
La Coquaise	2.458E-006
Flamanville	4.003E-006
La Berquerie	5.818E-006
Les Hougues	4.871E-006

Rejets gazeux des tranches 1-2 du site de FLAMANVILLE – Classe Nourrisson – Rejets « maximums »

Seules les doses associées aux voies d'exposition interne sont calculées par le code (cf § 3). Par ailleurs, seuls sont présentés les résultats différents de la classe adulte.

Activité ingérée par l'individu

***Hameau Guérard**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.671E+004
C14	1.956E+003
I131	1.389E+001
I133	8.241E-001
CS134	4.039E+000
CS137	1.100E+001
CO58	2.027E-001
CO60	4.355E-001
Total	1.870E+004

***La Coquaise**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.024E+004
C14	1.199E+003
I131	8.512E+000
I133	5.050E-001
CS134	2.476E+000
CS137	6.747E+000
CO58	1.243E-001
CO60	2.670E-001
Total	1.146E+004

***Flamanville**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	1.668E+004
C14	1.956E+003
I131	1.388E+001
I133	8.238E-001
CS134	4.026E+000
CS137	1.097E+001
CO58	2.020E-001
CO60	4.341E-001
Total	1.867E+004

***Dielette**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	2.023E+004
C14	2.381E+003
I131	1.688E+001
I133	1.001E+000
CS134	4.876E+000
CS137	1.328E+001
CO58	2.446E-001
CO60	5.258E-001
Total	2.265E+004

*Les Hougues

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	2.029E+004
C14	2.381E+003
I131	1.689E+001
I133	1.002E+000
CS134	4.897E+000
CS137	1.334E+001
CO58	2.457E-001
CO60	5.281E-001
Total	2.271E+004

*La Berquerie

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	2.423E+004
C14	2.843E+003
I131	2.017E+001
I133	1.197E+000
CS134	5.852E+000
CS137	1.595E+001
CO58	2.937E-001
CO60	6.311E-001
Total	2.712E+004

Activité inhalée par l'individu

*Hameau Guérard

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	6.829E+002
C14	1.197E+002
I131	3.116E-002
I133	3.718E-002
CS134	1.597E-002
CS137	1.433E-002
CO58	1.740E-002
CO60	2.054E-002
Total	8.027E+002

*La Coquaise

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	4.184E+002
C14	7.333E+001
I131	1.910E-002
I133	2.278E-002
CS134	9.782E-003
CS137	8.778E-003
CO58	1.066E-002
CO60	1.258E-002
Total	4.918E+002

*Flamanville

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	6.821E+002
C14	1.197E+002
I131	3.115E-002
I133	3.716E-002
CS134	1.594E-002
CS137	1.431E-002
CO58	1.737E-002
CO60	2.051E-002
Total	8.019E+002

*Dielette

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	8.274E+002
C14	1.456E+002
I131	3.787E-002
I133	4.518E-002
CS134	1.930E-002
CS137	1.732E-002
CO58	2.104E-002
CO60	2.483E-002
Total	9.732E+002

*Les Hougues

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	8.291E+002
C14	1.456E+002
I131	3.790E-002
I133	4.521E-002
CS134	1.936E-002
CS137	1.738E-002
CO58	2.110E-002
CO60	2.491E-002
Total	9.749E+002

*La Berquerie

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	9.901E+002
C14	1.739E+002
I131	4.525E-002
I133	5.398E-002
CS134	2.313E-002
CS137	2.076E-002
CO58	2.521E-002
CO60	2.975E-002
Total	1.164E+003

DOSES

Doses efficaces par lieux et par isotope

*Hameau Guérard

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	4.370E-008	1.069E-006
C14	1.086E-009	2.739E-006
I131	5.298E-009	2.500E-006
I133	1.673E-009	4.038E-008
CS134	1.757E-010	1.050E-007
CS137	1.261E-010	2.311E-007
CO58	1.270E-010	1.480E-009
CO60	8.627E-010	2.352E-008
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

***La Coquaise**

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	2.678E-008	6.555E-007
C14	6.659E-010	1.679E-006
I131	3.247E-009	1.532E-006
I133	1.025E-009	2.475E-008
CS134	1.076E-010	6.438E-008
CS137	7.725E-011	1.417E-007
CO58	7.781E-011	9.072E-010
CO60	5.285E-010	1.442E-008
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

***Flamanville**

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	4.366E-008	1.067E-006
C14	1.086E-009	2.739E-006
I131	5.296E-009	2.499E-006
I133	1.672E-009	4.036E-008
CS134	1.754E-010	1.047E-007
CS137	1.259E-010	2.303E-007
CO58	1.268E-010	1.474E-009
CO60	8.614E-010	2.344E-008
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

***Dielette**

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	5.295E-008	1.295E-006
C14	1.322E-009	3.334E-006
I131	6.438E-009	3.038E-006
I133	2.033E-009	4.907E-008
CS134	2.124E-010	1.268E-007
CS137	1.525E-010	2.790E-007
CO58	1.536E-010	1.786E-009
CO60	1.043E-009	2.839E-008
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

***Les Hougues**

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	5.306E-008	1.298E-006
C14	1.322E-009	3.334E-006
I131	6.443E-009	3.040E-006
I133	2.035E-009	4.911E-008
CS134	2.130E-010	1.273E-007
CS137	1.529E-010	2.802E-007
CO58	1.540E-010	1.794E-009
CO60	1.046E-009	2.852E-008
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

*La Berquerie

* Isotope *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *
* H3 *	6.337E-008	1.551E-006
* C14 *	1.579E-009	3.980E-006
* I131 *	7.692E-009	3.630E-006
* I133 *	2.429E-009	5.863E-008
* CS134 *	2.544E-010	1.522E-007
* CS137 *	1.827E-010	3.349E-007
* CO58 *	1.840E-010	2.144E-009
* CO60 *	1.250E-009	3.408E-008
* KR85 *	Non calculée	Non calculée
* XE133 *	Non calculée	Non calculée
* XE135 *	Non calculée	Non calculée
* AR41 *	Non calculée	Non calculée
* XE131M *	Non calculée	Non calculée

Doses efficaces par lieux

*Par Lieux

* Nom *	* Dose efficace par inhalation Sv.an-1 *
* Hameau Guérard *	5.305E-008
* La Coquaise *	3.250E-008
* Flamanville *	5.300E-008
* Dielette *	6.431E-008
* Les Hougues *	6.443E-008
* La Berquerie *	7.694E-008

*Par Lieux

* Nom *	* Dose efficace par ingestion Sv.an-1 *
* Hameau Guérard *	6.710E-006
* La Coquaise *	4.112E-006
* Flamanville *	6.706E-006
* Dielette *	8.152E-006
* Les Hougues *	8.159E-006
* La Berquerie *	9.743E-006

ANNEXE 5 - FICHIERS RÉSULTATS DU CODE DE CALCUL MIRRAGE - CALCUL AUX REJETS RÉELS MOYENNÉS SUR LA PÉRIODE 2002 - 2004

Rejets gazeux des tranches 1-2 du site de FLAMANVILLE – Classe Adulte (rejets réels moyennés sur la période 2002-2004)

DONNEES

DONNEES DE LA CENTRALE

*Durée de fonctionnement de l'installation nucléaire (années) : 40

RESULTATS

COEFFICIENTS DE TRANSFERT ATMOSPHERIQUE

Coefficients de transfert atmosphérique CTAN et CTAM par lieu

Lieu	CTAN s.m-3	CTAM s.m-3
Dielette	5.000E-005	5.000E-005
Hameau Guérard	3.100E-005	3.100E-005
La Coquaise	1.900E-005	1.900E-005
Flamanville	3.100E-005	3.100E-005
La Berquerie	5.000E-005	5.000E-005
Les Hougues	5.000E-005	5.000E-005

Coefficients de transfert atmosphérique moyen par lieu et par isotope

*Dielette

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	2.962E-006
C14	2.979E-006
I131	2.973E-006
I133	2.973E-006
CS134	2.953E-006
CS137	2.953E-006
CO58	2.953E-006
CO60	2.953E-006
KR85	2.979E-006
XE133	2.979E-006
XE135	2.979E-006
AR41	2.979E-006
Xe 131m	2.979E-006

*Hameau Guérard

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	2.444E-006
C14	2.447E-006
I131	2.446E-006
I133	2.446E-006
CS134	2.443E-006
CS137	2.443E-006
CO58	2.443E-006
CO60	2.443E-006
KR85	2.447E-006
XE133	2.447E-006
XE135	2.447E-006
AR41	2.447E-006
Xe 131m	2.447E-006

*La Coquaise

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	1.498E-006
C14	1.500E-006
I131	1.499E-006
I133	1.499E-006
CS134	1.496E-006
CS137	1.496E-006
CO58	1.496E-006
CO60	1.496E-006
KR85	1.500E-006
XE133	1.500E-006
XE135	1.500E-006
AR41	1.500E-006
Xe 131m	1.500E-006

*Flamanville

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	2.442E-006
C14	2.447E-006
I131	2.445E-006
I133	2.445E-006
CS134	2.439E-006
CS137	2.439E-006
CO58	2.439E-006
CO60	2.439E-006
KR85	2.447E-006
XE133	2.447E-006
XE135	2.447E-006
AR41	2.447E-006
Xe 131m	2.447E-006

*La Berquerie

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	3.544E-006
C14	3.556E-006
I131	3.552E-006
I133	3.552E-006
CS134	3.538E-006
CS137	3.538E-006
CO58	3.538E-006
CO60	3.538E-006
KR85	3.556E-006
XE133	3.556E-006
XE135	3.556E-006
AR41	3.556E-006
Xe 131m	3.556E-006

*Les Hougues

Isotope	CTA Moyen s.m-3
H3	2.968E-006
C14	2.979E-006
I131	2.975E-006
I133	2.975E-006
CS134	2.962E-006
CS137	2.962E-006
CO58	2.962E-006
CO60	2.962E-006
KR85	2.979E-006
XE133	2.979E-006
XE135	2.979E-006
AR41	2.979E-006
Xe 131m	2.979E-006

ACTIVITES

Concentrations atmosphériques et dans l'eau de pluie

*Dielette

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	2.115E-001	3.559E-002
C14	3.925E-002	0.000E+000
I131	2.208E-006	2.269E-007
I133	6.285E-006	6.459E-007
CS134	9.727E-008	4.035E-008
CS137	1.100E-007	4.564E-008
CO58	1.450E-007	6.016E-008
CO60	1.253E-007	5.199E-008
KR85	1.266E-002	Non calculée
XE133	7.128E-002	Non calculée
XE135	4.056E-002	Non calculée
AR41	5.192E-003	Non calculée
Xe 131m	5.296E-004	Non calculée

*Hameau Guérard

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	1.746E-001	4.794E-002
C14	3.224E-002	0.000E+000
I131	1.817E-006	3.025E-007
I133	5.172E-006	8.609E-007
CS134	8.046E-008	5.479E-008
CS137	9.100E-008	6.197E-008
CO58	1.200E-007	8.169E-008
CO60	1.037E-007	7.060E-008
KR85	1.040E-002	Non calculée
XE133	5.856E-002	Non calculée
XE135	3.332E-002	Non calculée
AR41	4.265E-003	Non calculée
Xe 131m	4.351E-004	Non calculée

*La Coquaise

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	1.070E-001	3.646E-002
C14	1.976E-002	0.000E+000
I131	1.114E-006	2.309E-007
I133	3.170E-006	6.571E-007
CS134	4.928E-008	4.157E-008
CS137	5.574E-008	4.702E-008
CO58	7.349E-008	6.198E-008
CO60	6.351E-008	5.357E-008
KR85	6.376E-003	Non calculée
XE133	3.589E-002	Non calculée
XE135	2.042E-002	Non calculée
AR41	2.614E-003	Non calculée
Xe 131m	2.667E-004	Non calculée

*Flamanville

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	1.744E-001	2.559E-002
C14	3.224E-002	0.000E+000
I131	1.817E-006	1.630E-007
I133	5.170E-006	4.639E-007
CS134	8.033E-008	2.904E-008
CS137	9.086E-008	3.285E-008
CO58	1.198E-007	4.330E-008
CO60	1.035E-007	3.742E-008
KR85	1.040E-002	Non calculée
XE133	5.856E-002	Non calculée
XE135	3.332E-002	Non calculée
AR41	4.265E-003	Non calculée
Xe 131m	4.351E-004	Non calculée

*La Berquerie

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	2.532E-001	7.536E-002
C14	4.685E-002	0.000E+000
I131	2.639E-006	4.762E-007
I133	7.510E-006	1.355E-006
CS134	1.165E-007	8.603E-008
CS137	1.318E-007	9.730E-008
CO58	1.738E-007	1.283E-007
CO60	1.502E-007	1.109E-007
KR85	1.512E-002	Non calculée
XE133	8.509E-002	Non calculée
XE135	4.842E-002	Non calculée
AR41	6.198E-003	Non calculée
Xe 131m	6.322E-004	Non calculée

*Les Hougues

Isotope	Concentration atmosphérique Bq.m-3	Concentration dans l'eau de pluie Bq.l-1
H3	2.120E-001	5.602E-002
C14	3.925E-002	0.000E+000
I131	2.210E-006	3.545E-007
I133	6.290E-006	1.009E-006
CS134	9.756E-008	6.389E-008
CS137	1.104E-007	7.227E-008
CO58	1.455E-007	9.527E-008
CO60	1.257E-007	8.234E-008
KR85	1.266E-002	Non calculée
XE133	7.128E-002	Non calculée
XE135	4.056E-002	Non calculée
AR41	5.192E-003	Non calculée
Xe 131m	5.296E-004	Non calculée

*Concentrations dans le sol et sur le sol, par lieux *

*Dielette

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	4.474E-004	2.738E-002
I133	1.387E-004	8.955E-003
CS134	5.878E-004	5.935E-003
CS137	3.548E-003	7.739E-003
CO58	8.935E-005	3.740E-003
CO60	1.673E-003	8.393E-003

*Hameau Guérard

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	3.682E-004	2.253E-002
I133	1.141E-004	7.370E-003
CS134	4.869E-004	4.917E-003
CS137	2.940E-003	6.412E-003
CO58	7.402E-005	3.098E-003
CO60	1.386E-003	6.953E-003

*La Coquaise

Isotope	Concentration dans le sol Bq.kg-1 de sol sec	Concentration sur le sol Bq.m-2
C14	Non calculée	Non calculée
I131	2.257E-004	1.381E-002
I133	6.996E-005	4.517E-003
CS134	2.985E-004	3.014E-003
CS137	1.802E-003	3.931E-003
CO58	4.538E-005	1.899E-003
CO60	8.497E-004	4.263E-003

*Flamanville

* Isotope	* Concentration dans le sol * Bq.kg-1 de sol sec	* Concentration sur le sol * * Bq.m-2
* C14	* Non calculée	* Non calculée
* I131	* 3.680E-004	* 2.252E-002
* I133	* 1.141E-004	* 7.366E-003
* CS134	* 4.853E-004	* 4.900E-003
* CS137	* 2.930E-003	* 6.390E-003
* CO58	* 7.377E-005	* 3.088E-003
* CO60	* 1.381E-003	* 6.929E-003

*La Berquerie

* Isotope	* Concentration dans le sol * Bq.kg-1 de sol sec	* Concentration sur le sol * * Bq.m-2
* C14	* Non calculée	* Non calculée
* I131	* 5.347E-004	* 3.272E-002
* I133	* 1.657E-004	* 1.070E-002
* CS134	* 7.055E-004	* 7.124E-003
* CS137	* 4.259E-003	* 9.290E-003
* CO58	* 1.072E-004	* 4.489E-003
* CO60	* 2.008E-003	* 1.007E-002

*Les Hougues

* Isotope	* Concentration dans le sol * Bq.kg-1 de sol sec	* Concentration sur le sol * * Bq.m-2
* C14	* Non calculée	* Non calculée
* I131	* 4.478E-004	* 2.740E-002
* I133	* 1.388E-004	* 8.962E-003
* CS134	* 5.904E-004	* 5.961E-003
* CS137	* 3.564E-003	* 7.774E-003
* CO58	* 8.974E-005	* 3.756E-003
* CO60	* 1.680E-003	* 8.430E-003

*Concentrations dans les végétaux, par lieux *

*Diclette

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais *	* Concentration totale Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.238E+001 *
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.446E+000 *
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 2.451E-007	* 2.578E-002	* 5.600E-006	* 2.578E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 7.751E-008	* 1.148E-002	* 1.815E-006	* 1.148E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 1.670E-007	* 1.508E-004	* 3.672E-006	* 1.546E-004 *
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 1.917E-007	* 1.764E-004	* 2.277E-005	* 1.994E-004 *
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 1.660E-007	* 1.331E-004	* 5.393E-007	* 1.338E-004 *
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 1.685E-007	* 1.407E-004	* 1.021E-005	* 1.511E-004 *
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.919E+001 *
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.974E+000 *
* LEGUME RACINE	* I131	* 2.451E-008	* 2.578E-003	* 5.948E-006	* 2.584E-003 *
* LEGUME RACINE	* I133	* 7.751E-009	* 1.148E-003	* 1.832E-006	* 1.150E-003 *
* LEGUME RACINE	* CS134	* 1.670E-008	* 1.508E-005	* 3.783E-006	* 1.888E-005 *
* LEGUME RACINE	* CS137	* 1.917E-008	* 1.764E-005	* 2.334E-005	* 4.101E-005 *
* LEGUME RACINE	* CO58	* 1.660E-008	* 1.331E-005	* 4.197E-007	* 1.375E-005 *
* LEGUME RACINE	* CO60	* 1.685E-008	* 1.407E-005	* 7.979E-006	* 2.207E-005 *
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.157E+001 *
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.685E+000 *
* LEGUME FRUIT	* I131	* 3.676E-008	* 3.857E-003	* 1.327E-005	* 3.870E-003 *
* LEGUME FRUIT	* I133	* 1.163E-008	* 1.719E-003	* 4.080E-006	* 1.723E-003 *
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 2.506E-008	* 2.271E-005	* 2.844E-006	* 2.557E-005 *
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 2.875E-008	* 2.637E-005	* 1.750E-005	* 4.390E-005 *
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 2.491E-008	* 1.990E-005	* 3.819E-007	* 2.031E-005 *
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 2.527E-008	* 2.122E-005	* 7.206E-006	* 2.845E-005 *
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.180E+001 *
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.610E+000 *
* FOURRAGE	* I131	* 2.451E-007	* 1.287E-002	* 9.216E-007	* 1.287E-002 *
* FOURRAGE	* I133	* 7.751E-008	* 5.712E-003	* 2.853E-007	* 5.713E-003 *
* FOURRAGE	* CS134	* 1.670E-007	* 7.557E-005	* 9.256E-005	* 1.683E-004 *
* FOURRAGE	* CS137	* 1.917E-007	* 8.803E-005	* 5.599E-004	* 6.481E-004 *
* FOURRAGE	* CO58	* 1.660E-007	* 6.642E-005	* 3.583E-008	* 6.662E-005 *
* FOURRAGE	* CO60	* 1.685E-007	* 7.058E-005	* 6.709E-007	* 7.142E-005 *
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.411E+001 *
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.363E+001 *
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 7.821E-002 *
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.471E-002 *
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.023E-003 *
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.938E-003 *
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.049E-004 *
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.340E-004 *
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.970E+001 *
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.487E+001 *
* MAIS	* I131	* 2.451E-007	* 2.578E-002	* 4.884E-008	* 2.578E-002 *
* MAIS	* I133	* 7.751E-008	* 1.148E-002	* 1.507E-008	* 1.148E-002 *
* MAIS	* CS134	* 1.670E-007	* 1.508E-004	* 1.742E-006	* 1.527E-004 *
* MAIS	* CS137	* 1.917E-007	* 1.764E-004	* 1.078E-005	* 1.874E-004 *
* MAIS	* CO58	* 1.660E-007	* 1.331E-004	* 3.317E-009	* 1.333E-004 *
* MAIS	* CO60	* 1.685E-007	* 1.407E-004	* 6.325E-008	* 1.409E-004 *
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.215E+001 *
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.610E+000 *
* HERBE	* I131	* 2.451E-007	* 1.287E-002	* 9.203E-007	* 1.287E-002 *
* HERBE	* I133	* 7.751E-008	* 5.712E-003	* 2.853E-007	* 5.713E-003 *
* HERBE	* CS134	* 1.670E-007	* 7.557E-005	* 9.245E-005	* 1.682E-004 *
* HERBE	* CS137	* 1.917E-007	* 8.803E-005	* 5.581E-004	* 6.463E-004 *
* HERBE	* CO58	* 1.660E-007	* 6.642E-005	* 3.582E-008	* 6.662E-005 *
* HERBE	* CO60	* 1.685E-007	* 7.058E-005	* 6.706E-007	* 7.142E-005 *

*Les Hougues

* Végétal	* Isotope	* Concentration due à la pluie * Bq.kg-1 frais	* Concentration due au dépôt sec * Bq.kg-1 frais	* Concentration due au sol * Bq.kg-1 frais	* Concentration totale * Bq.kg-1 frais
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.243E+001
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.446E+000
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 3.828E-007	* 2.579E-002	* 5.605E-006	* 2.580E-002
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 1.211E-007	* 1.149E-002	* 1.817E-006	* 1.149E-002
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 2.645E-007	* 1.513E-004	* 3.688E-006	* 1.552E-004
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 3.035E-007	* 1.770E-004	* 2.287E-005	* 2.002E-004
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 2.629E-007	* 1.335E-004	* 5.417E-007	* 1.343E-004
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 2.668E-007	* 1.411E-004	* 1.026E-005	* 1.517E-004
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.923E+001
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.974E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 3.828E-008	* 2.579E-003	* 5.953E-006	* 2.585E-003
* LEGUME RACINE	* I133	* 1.211E-008	* 1.149E-003	* 1.834E-006	* 1.151E-003
* LEGUME RACINE	* CS134	* 2.645E-008	* 1.513E-005	* 3.799E-006	* 1.895E-005
* LEGUME RACINE	* CS137	* 3.035E-008	* 1.770E-005	* 2.345E-005	* 4.118E-005
* LEGUME RACINE	* CO58	* 2.629E-008	* 1.335E-005	* 4.216E-007	* 1.380E-005
* LEGUME RACINE	* CO60	* 2.668E-008	* 1.411E-005	* 8.014E-006	* 2.216E-005
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.161E+001
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.685E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 5.743E-008	* 3.859E-003	* 1.328E-005	* 3.873E-003
* LEGUME FRUIT	* I133	* 1.816E-008	* 1.721E-003	* 4.084E-006	* 1.725E-003
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 3.968E-008	* 2.278E-005	* 2.856E-006	* 2.567E-005
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 4.553E-008	* 2.645E-005	* 1.758E-005	* 4.407E-005
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 3.944E-008	* 1.996E-005	* 3.836E-007	* 2.038E-005
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 4.002E-008	* 2.128E-005	* 7.237E-006	* 2.856E-005
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.185E+001
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.610E+000
* FOURRAGE	* I131	* 3.828E-007	* 1.288E-002	* 9.223E-007	* 1.288E-002
* FOURRAGE	* I133	* 1.211E-007	* 5.716E-003	* 2.856E-007	* 5.717E-003
* FOURRAGE	* CS134	* 2.645E-007	* 7.580E-005	* 9.297E-005	* 1.690E-004
* FOURRAGE	* CS137	* 3.035E-007	* 8.830E-005	* 5.624E-004	* 6.510E-004
* FOURRAGE	* CO58	* 2.629E-007	* 6.662E-005	* 3.599E-008	* 6.692E-005
* FOURRAGE	* CO60	* 2.668E-007	* 7.080E-005	* 6.738E-007	* 7.174E-005
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.414E+001
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.363E+001
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 7.827E-002
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.474E-002
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.027E-003
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.956E-003
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.067E-004
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.360E-004
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.974E+001
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.487E+001
* MAIS	* I131	* 3.828E-007	* 2.579E-002	* 4.888E-008	* 2.580E-002
* MAIS	* I133	* 1.211E-007	* 1.149E-002	* 1.508E-008	* 1.149E-002
* MAIS	* CS134	* 2.645E-007	* 1.513E-004	* 1.749E-006	* 1.533E-004
* MAIS	* CS137	* 3.035E-007	* 1.770E-004	* 1.083E-005	* 1.881E-004
* MAIS	* CO58	* 2.629E-007	* 1.335E-004	* 3.332E-009	* 1.338E-004
* MAIS	* CO60	* 2.668E-007	* 1.411E-004	* 6.353E-008	* 1.415E-004
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.220E+001
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.610E+000
* HERBE	* I131	* 3.828E-007	* 1.288E-002	* 9.210E-007	* 1.288E-002
* HERBE	* I133	* 1.211E-007	* 5.716E-003	* 2.855E-007	* 5.717E-003
* HERBE	* CS134	* 2.645E-007	* 7.580E-005	* 9.286E-005	* 1.689E-004
* HERBE	* CS137	* 3.035E-007	* 8.830E-005	* 5.606E-004	* 6.492E-004
* HERBE	* CO58	* 2.629E-007	* 6.662E-005	* 3.597E-008	* 6.692E-005
* HERBE	* CO60	* 2.668E-007	* 7.080E-005	* 6.736E-007	* 7.174E-005

*Hameau Guérard

* Végétal	* Isotope	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais	* Concentration totale Bq.kg-1 frais
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.847E+001
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.188E+000
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 3.267E-007	* 2.121E-002	* 4.609E-006	* 2.122E-002
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 1.033E-007	* 9.447E-003	* 1.494E-006	* 9.449E-003
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 2.268E-007	* 1.247E-004	* 3.042E-006	* 1.280E-004
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 2.603E-007	* 1.460E-004	* 1.987E-005	* 1.651E-004
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 2.255E-007	* 1.101E-004	* 4.468E-007	* 1.108E-004
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 2.288E-007	* 1.164E-004	* 8.462E-006	* 1.251E-004
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.584E+001
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.444E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 3.267E-008	* 2.121E-003	* 4.895E-006	* 2.126E-003
* LEGUME RACINE	* I133	* 1.033E-008	* 9.447E-004	* 1.508E-006	* 9.462E-004
* LEGUME RACINE	* CS134	* 2.268E-008	* 1.247E-005	* 3.134E-006	* 1.563E-005
* LEGUME RACINE	* CS137	* 2.603E-008	* 1.460E-005	* 1.934E-005	* 3.396E-005
* LEGUME RACINE	* CO58	* 2.255E-008	* 1.101E-005	* 3.477E-007	* 1.138E-005
* LEGUME RACINE	* CO60	* 2.288E-008	* 1.164E-005	* 6.609E-006	* 1.827E-005
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.780E+001
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.206E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 4.900E-008	* 3.174E-003	* 1.092E-005	* 3.185E-003
* LEGUME FRUIT	* I133	* 1.550E-008	* 1.415E-003	* 3.358E-006	* 1.418E-003
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 3.402E-008	* 1.878E-005	* 2.356E-006	* 2.117E-005
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 3.904E-008	* 2.181E-005	* 1.450E-005	* 3.635E-005
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 3.382E-008	* 1.646E-005	* 3.164E-007	* 1.681E-005
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 3.431E-008	* 1.755E-005	* 5.969E-006	* 2.356E-005
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.799E+001
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.430E+000
* FOURRAGE	* I131	* 3.267E-007	* 1.059E-002	* 7.584E-007	* 1.059E-002
* FOURRAGE	* I133	* 1.033E-007	* 4.701E-003	* 2.348E-007	* 4.701E-003
* FOURRAGE	* CS134	* 2.268E-007	* 6.251E-005	* 7.668E-005	* 1.394E-004
* FOURRAGE	* CS137	* 2.603E-007	* 7.281E-005	* 4.638E-004	* 5.369E-004
* FOURRAGE	* CO58	* 2.255E-007	* 5.494E-005	* 2.968E-008	* 5.520E-005
* FOURRAGE	* CO60	* 2.288E-007	* 5.838E-005	* 5.558E-007	* 5.917E-005
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.164E+001
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.120E+001
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 6.436E-002
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.857E-002
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 8.472E-004
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.263E-003
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.354E-004
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.596E-004
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.626E+001
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.222E+001
* MAIS	* I131	* 3.267E-007	* 2.121E-002	* 4.019E-008	* 2.121E-002
* MAIS	* I133	* 1.033E-007	* 9.447E-003	* 1.240E-008	* 9.447E-003
* MAIS	* CS134	* 2.268E-007	* 1.247E-004	* 1.443E-006	* 1.264E-004
* MAIS	* CS137	* 2.603E-007	* 1.460E-004	* 8.930E-006	* 1.551E-004
* MAIS	* CO58	* 2.255E-007	* 1.101E-004	* 2.748E-009	* 1.103E-004
* MAIS	* CO60	* 2.288E-007	* 1.164E-004	* 5.240E-008	* 1.167E-004
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.828E+001
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.430E+000
* HERBE	* I131	* 3.267E-007	* 1.059E-002	* 7.574E-007	* 1.059E-002
* HERBE	* I133	* 1.033E-007	* 4.701E-003	* 2.348E-007	* 4.701E-003
* HERBE	* CS134	* 2.268E-007	* 6.251E-005	* 7.659E-005	* 1.393E-004
* HERBE	* CS137	* 2.603E-007	* 7.281E-005	* 4.624E-004	* 5.354E-004
* HERBE	* CO58	* 2.255E-007	* 5.494E-005	* 2.967E-008	* 5.520E-005
* HERBE	* CO60	* 2.288E-007	* 5.838E-005	* 5.556E-007	* 5.917E-005

*La Coquaise

* Végétal	* Isotope	* Concentration due à la pluie * Bq.kg-1 frais	* Concentration due au dépôt sec * Bq.kg-1 frais	* Concentration due au sol * Bq.kg-1 frais	* Concentration totale * Bq.kg-1 frais
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.132E+001
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.281E-001
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 2.493E-007	* 1.300E-002	* 2.825E-006	* 1.300E-002
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 7.885E-008	* 5.789E-003	* 9.156E-007	* 5.790E-003
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 1.721E-007	* 7.641E-005	* 1.865E-006	* 7.844E-005
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 1.975E-007	* 8.940E-005	* 1.157E-005	* 1.012E-004
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 1.711E-007	* 6.744E-005	* 2.739E-007	* 6.789E-005
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 1.736E-007	* 7.130E-005	* 5.188E-006	* 7.666E-005
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.705E+000
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.498E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 2.493E-008	* 1.300E-003	* 3.000E-006	* 1.303E-003
* LEGUME RACINE	* I133	* 7.885E-009	* 5.789E-004	* 9.240E-007	* 5.799E-004
* LEGUME RACINE	* CS134	* 1.721E-008	* 7.641E-006	* 1.921E-006	* 9.579E-006
* LEGUME RACINE	* CS137	* 1.975E-008	* 8.940E-006	* 1.186E-005	* 2.082E-005
* LEGUME RACINE	* CO58	* 1.711E-008	* 6.744E-006	* 2.132E-007	* 6.974E-006
* LEGUME RACINE	* CO60	* 1.736E-008	* 7.130E-006	* 4.052E-006	* 1.120E-005
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.091E+001
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.352E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 3.740E-008	* 1.945E-003	* 6.693E-006	* 1.952E-003
* LEGUME FRUIT	* I133	* 1.183E-008	* 8.670E-004	* 2.058E-006	* 8.691E-004
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 2.581E-008	* 1.150E-005	* 1.444E-006	* 1.298E-005
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 2.962E-008	* 1.336E-005	* 8.889E-006	* 2.228E-005
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 2.566E-008	* 1.008E-005	* 1.940E-007	* 1.030E-005
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 2.603E-008	* 1.075E-005	* 3.660E-006	* 1.444E-005
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.102E+001
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.328E+000
* FOURRAGE	* I131	* 2.493E-007	* 6.489E-003	* 4.648E-007	* 6.490E-003
* FOURRAGE	* I133	* 7.885E-008	* 2.881E-003	* 1.439E-007	* 2.881E-003
* FOURRAGE	* CS134	* 1.721E-007	* 3.829E-005	* 4.701E-005	* 8.548E-005
* FOURRAGE	* CS137	* 1.975E-007	* 4.460E-005	* 2.844E-004	* 3.292E-004
* FOURRAGE	* CO58	* 1.711E-007	* 3.365E-005	* 1.820E-008	* 3.384E-005
* FOURRAGE	* CO60	* 1.736E-007	* 3.576E-005	* 3.408E-007	* 3.628E-005
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.133E+000
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 6.865E+000
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.944E-002
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.751E-002
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 5.194E-004
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.000E-003
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.057E-004
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.205E-004
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.962E+000
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.489E+000
* MAIS	* I131	* 2.493E-007	* 1.300E-002	* 2.463E-008	* 1.300E-002
* MAIS	* I133	* 7.885E-008	* 5.789E-003	* 7.599E-009	* 5.790E-003
* MAIS	* CS134	* 1.721E-007	* 7.641E-005	* 8.846E-007	* 7.746E-005
* MAIS	* CS137	* 1.975E-007	* 8.940E-005	* 5.475E-006	* 9.507E-005
* MAIS	* CO58	* 1.711E-007	* 6.744E-005	* 1.685E-009	* 6.761E-005
* MAIS	* CO60	* 1.736E-007	* 7.130E-005	* 3.213E-008	* 7.151E-005
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.120E+001
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.328E+000
* HERBE	* I131	* 2.493E-007	* 6.489E-003	* 4.642E-007	* 6.490E-003
* HERBE	* I133	* 7.885E-008	* 2.881E-003	* 1.439E-007	* 2.881E-003
* HERBE	* CS134	* 1.721E-007	* 3.829E-005	* 4.696E-005	* 8.542E-005
* HERBE	* CS137	* 1.975E-007	* 4.460E-005	* 2.835E-004	* 3.283E-004
* HERBE	* CO58	* 1.711E-007	* 3.365E-005	* 1.819E-008	* 3.384E-005
* HERBE	* CO60	* 1.736E-007	* 3.576E-005	* 3.406E-007	* 3.628E-005

*Flamanville

* Végétal *	* Isotope *	* Concentration due à la pluie Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au dépôt sec Bq.kg-1 frais *	* Concentration due au sol Bq.kg-1 frais *	* Concentration totale Bq.kg-1 frais *
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.845E+001 *
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.188E+000 *
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 1.760E-007	* 2.120E-002	* 4.607E-006	* 2.121E-002 *
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 5.567E-008	* 9.444E-003	* 1.493E-006	* 9.445E-003 *
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 1.202E-007	* 1.245E-004	* 3.032E-006	* 1.277E-004 *
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 1.380E-007	* 1.457E-004	* 1.880E-005	* 1.647E-004 *
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 1.195E-007	* 1.099E-004	* 4.453E-007	* 1.105E-004 *
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 1.213E-007	* 1.162E-004	* 8.434E-006	* 1.248E-004 *
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.582E+001 *
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.444E+000 *
* LEGUME RACINE	* I131	* 1.760E-008	* 2.120E-003	* 4.893E-006	* 2.125E-003 *
* LEGUME RACINE	* I133	* 5.567E-009	* 9.444E-004	* 1.507E-006	* 9.459E-004 *
* LEGUME RACINE	* CS134	* 1.202E-008	* 1.245E-005	* 3.123E-006	* 1.559E-005 *
* LEGUME RACINE	* CS137	* 1.380E-008	* 1.457E-005	* 1.927E-005	* 3.386E-005 *
* LEGUME RACINE	* CO58	* 1.195E-008	* 1.099E-005	* 3.465E-007	* 1.135E-005 *
* LEGUME RACINE	* CO60	* 1.213E-008	* 1.162E-005	* 6.587E-006	* 1.822E-005 *
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.778E+001 *
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.206E+000 *
* LEGUME FRUIT	* I131	* 2.641E-008	* 3.172E-003	* 1.092E-005	* 3.183E-003 *
* LEGUME FRUIT	* I133	* 8.351E-009	* 1.414E-003	* 3.356E-006	* 1.418E-003 *
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 1.803E-008	* 1.875E-005	* 2.348E-006	* 2.112E-005 *
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 2.069E-008	* 2.178E-005	* 1.445E-005	* 3.625E-005 *
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 1.793E-008	* 1.644E-005	* 3.153E-007	* 1.677E-005 *
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 1.819E-008	* 1.752E-005	* 5.949E-006	* 2.349E-005 *
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.797E+001 *
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.430E+000 *
* FOURRAGE	* I131	* 1.760E-007	* 1.059E-002	* 7.580E-007	* 1.059E-002 *
* FOURRAGE	* I133	* 5.567E-008	* 4.699E-003	* 2.347E-007	* 4.699E-003 *
* FOURRAGE	* CS134	* 1.202E-007	* 6.241E-005	* 7.642E-005	* 1.390E-004 *
* FOURRAGE	* CS137	* 1.380E-007	* 7.270E-005	* 4.623E-004	* 5.351E-004 *
* FOURRAGE	* CO58	* 1.195E-007	* 5.486E-005	* 2.958E-008	* 5.500E-005 *
* FOURRAGE	* CO60	* 1.213E-007	* 5.829E-005	* 5.539E-007	* 5.897E-005 *
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.163E+001 *
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.120E+001 *
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 6.433E-002 *
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 2.856E-002 *
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 8.444E-004 *
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.252E-003 *
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.343E-004 *
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 3.583E-004 *
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.624E+001 *
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.222E+001 *
* MAIS	* I131	* 1.760E-007	* 2.120E-002	* 4.017E-008	* 2.120E-002 *
* MAIS	* I133	* 5.567E-008	* 9.444E-003	* 1.239E-008	* 9.444E-003 *
* MAIS	* CS134	* 1.202E-007	* 1.245E-004	* 1.438E-006	* 1.261E-004 *
* MAIS	* CS137	* 1.380E-007	* 1.457E-004	* 8.900E-006	* 1.548E-004 *
* MAIS	* CO58	* 1.195E-007	* 1.099E-004	* 2.739E-009	* 1.100E-004 *
* MAIS	* CO60	* 1.213E-007	* 1.162E-004	* 5.222E-008	* 1.164E-004 *
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.826E+001 *
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.430E+000 *
* HERBE	* I131	* 1.760E-007	* 1.059E-002	* 7.570E-007	* 1.059E-002 *
* HERBE	* I133	* 5.567E-008	* 4.699E-003	* 2.347E-007	* 4.699E-003 *
* HERBE	* CS134	* 1.202E-007	* 6.241E-005	* 7.633E-005	* 1.389E-004 *
* HERBE	* CS137	* 1.380E-007	* 7.270E-005	* 4.608E-004	* 5.336E-004 *
* HERBE	* CO58	* 1.195E-007	* 5.486E-005	* 2.957E-008	* 5.500E-005 *
* HERBE	* CO60	* 1.213E-007	* 5.829E-005	* 5.537E-007	* 5.897E-005 *

*La Berquerie

* Végétal	* Isotope	* Concentration due à la pluie * Bq.kg-1 frais	* Concentration due au dépôt sec * Bq.kg-1 frais	* Concentration due au sol * Bq.kg-1 frais	* Concentration totale * Bq.kg-1 frais
* LEGUME FEUILLE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.679E+001
* LEGUME FEUILLE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.726E+000
* LEGUME FEUILLE	* I131	* 5.143E-007	* 3.080E-002	* 6.692E-006	* 3.081E-002
* LEGUME FEUILLE	* I133	* 1.627E-007	* 1.372E-002	* 2.169E-006	* 1.372E-002
* LEGUME FEUILLE	* CS134	* 3.561E-007	* 1.807E-004	* 4.408E-006	* 1.854E-004
* LEGUME FEUILLE	* CS137	* 4.087E-007	* 2.114E-004	* 2.734E-005	* 2.392E-004
* LEGUME FEUILLE	* CO58	* 3.540E-007	* 1.595E-004	* 6.474E-007	* 1.605E-004
* LEGUME FEUILLE	* CO60	* 3.592E-007	* 1.686E-004	* 1.226E-005	* 1.812E-004
* LEGUME RACINE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.297E+001
* LEGUME RACINE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.551E+000
* LEGUME RACINE	* I131	* 5.143E-008	* 3.080E-003	* 7.108E-006	* 3.087E-003
* LEGUME RACINE	* I133	* 1.627E-008	* 1.372E-003	* 2.189E-006	* 1.374E-003
* LEGUME RACINE	* CS134	* 3.561E-008	* 1.807E-005	* 4.540E-006	* 2.264E-005
* LEGUME RACINE	* CS137	* 4.087E-008	* 2.114E-005	* 2.802E-005	* 4.920E-005
* LEGUME RACINE	* CO58	* 3.540E-008	* 1.595E-005	* 5.038E-007	* 1.649E-005
* LEGUME RACINE	* CO60	* 3.592E-008	* 1.686E-005	* 9.577E-006	* 2.647E-005
* LEGUME FRUIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.581E+001
* LEGUME FRUIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.206E+000
* LEGUME FRUIT	* I131	* 7.715E-008	* 4.608E-003	* 1.586E-005	* 4.624E-003
* LEGUME FRUIT	* I133	* 2.440E-008	* 2.054E-003	* 4.876E-006	* 2.059E-003
* LEGUME FRUIT	* CS134	* 5.342E-008	* 2.721E-005	* 3.414E-006	* 3.067E-005
* LEGUME FRUIT	* CS137	* 6.130E-008	* 3.159E-005	* 2.101E-005	* 5.266E-005
* LEGUME FRUIT	* CO58	* 5.310E-008	* 2.384E-005	* 4.585E-007	* 2.436E-005
* LEGUME FRUIT	* CO60	* 5.388E-008	* 2.542E-005	* 8.649E-006	* 3.413E-005
* FOURRAGE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.609E+001
* FOURRAGE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.891E+000
* FOURRAGE	* I131	* 5.143E-007	* 1.538E-002	* 1.101E-006	* 1.538E-002
* FOURRAGE	* I133	* 1.627E-007	* 6.825E-003	* 3.410E-007	* 6.826E-003
* FOURRAGE	* CS134	* 3.561E-007	* 9.055E-005	* 1.111E-004	* 2.020E-004
* FOURRAGE	* CS137	* 4.087E-007	* 1.055E-004	* 6.721E-004	* 7.780E-004
* FOURRAGE	* CO58	* 3.540E-007	* 7.958E-005	* 4.301E-008	* 7.998E-005
* FOURRAGE	* CO60	* 3.592E-007	* 8.457E-005	* 8.053E-007	* 8.574E-005
* FOIN	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.688E+001
* FOIN	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.627E+001
* FOIN	* I131	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 9.345E-002
* FOIN	* I133	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.148E-002
* FOIN	* CS134	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 1.228E-003
* FOIN	* CS137	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.728E-003
* FOIN	* CO58	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 4.860E-004
* FOIN	* CO60	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 0.000E+000	* 5.210E-004
* MAIS	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.358E+001
* MAIS	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.775E+001
* MAIS	* I131	* 5.143E-007	* 3.080E-002	* 5.836E-008	* 3.080E-002
* MAIS	* I133	* 1.627E-007	* 1.372E-002	* 1.800E-008	* 1.372E-002
* MAIS	* CS134	* 3.561E-007	* 1.807E-004	* 2.091E-006	* 1.831E-004
* MAIS	* CS137	* 4.087E-007	* 2.114E-004	* 1.294E-005	* 2.248E-004
* MAIS	* CO58	* 3.540E-007	* 1.595E-004	* 3.982E-009	* 1.598E-004
* MAIS	* CO60	* 3.592E-007	* 1.686E-004	* 7.592E-008	* 1.690E-004
* HERBE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.651E+001
* HERBE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 7.891E+000
* HERBE	* I131	* 5.143E-007	* 1.538E-002	* 1.100E-006	* 1.538E-002
* HERBE	* I133	* 1.627E-007	* 6.825E-003	* 3.409E-007	* 6.826E-003
* HERBE	* CS134	* 3.561E-007	* 9.055E-005	* 1.110E-004	* 2.019E-004
* HERBE	* CS137	* 4.087E-007	* 1.055E-004	* 6.700E-004	* 7.758E-004
* HERBE	* CO58	* 3.540E-007	* 7.958E-005	* 4.299E-008	* 7.998E-005
* HERBE	* CO60	* 3.592E-007	* 8.457E-005	* 8.050E-007	* 8.574E-005

*Concentrations dans les animaux, par lieux *

*Dielette

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
* LAIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.232E+001
* LAIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.768E+000
* LAIT	* I131	* 4.024E-008	* 6.625E-007	* 5.135E-003	* 5.136E-003
* LAIT	* I133	* 1.030E-007	* 1.886E-006	* 2.253E-003	* 2.255E-003
* LAIT	* CS134	* 7.248E-009	* 1.945E-008	* 1.062E-004	* 1.062E-004
* LAIT	* CS137	* 8.199E-009	* 2.200E-008	* 3.639E-004	* 3.639E-004
* LAIT	* CO58	* 2.159E-009	* 2.175E-008	* 7.414E-006	* 7.438E-006
* LAIT	* CO60	* 1.868E-009	* 1.880E-008	* 1.144E-005	* 1.146E-005
* VIANDE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.900E+001
* VIANDE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.095E+001
* VIANDE	* I131	* 1.610E-007	* 4.417E-007	* 2.054E-002	* 2.054E-002
* VIANDE	* I133	* 4.119E-007	* 1.257E-006	* 9.013E-003	* 9.014E-003
* VIANDE	* CS134	* 3.624E-008	* 9.727E-008	* 5.309E-004	* 5.310E-004
* VIANDE	* CS137	* 4.100E-008	* 1.100E-007	* 1.819E-003	* 1.820E-003
* VIANDE	* CO58	* 3.238E-008	* 1.450E-008	* 1.112E-004	* 1.113E-004
* VIANDE	* CO60	* 2.802E-008	* 1.253E-008	* 1.716E-004	* 1.716E-004

*Les Hougues

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
* LAIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.238E+001
* LAIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.768E+000
* LAIT	* I131	* 6.286E-008	* 6.630E-007	* 5.139E-003	* 5.140E-003
* LAIT	* I133	* 1.609E-007	* 1.887E-006	* 2.255E-003	* 2.257E-003
* LAIT	* CS134	* 1.148E-008	* 1.951E-008	* 1.066E-004	* 1.067E-004
* LAIT	* CS137	* 1.298E-008	* 2.207E-008	* 3.655E-004	* 3.655E-004
* LAIT	* CO58	* 3.418E-009	* 2.182E-008	* 7.447E-006	* 7.472E-006
* LAIT	* CO60	* 2.958E-009	* 1.886E-008	* 1.148E-005	* 1.151E-005
* VIANDE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.905E+001
* VIANDE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.095E+001
* VIANDE	* I131	* 2.514E-007	* 4.420E-007	* 2.056E-002	* 2.056E-002
* VIANDE	* I133	* 6.435E-007	* 1.258E-006	* 9.019E-003	* 9.021E-003
* VIANDE	* CS134	* 5.739E-008	* 9.756E-008	* 5.331E-004	* 5.333E-004
* VIANDE	* CS137	* 6.492E-008	* 1.104E-007	* 1.827E-003	* 1.828E-003
* VIANDE	* CO58	* 5.127E-008	* 1.455E-008	* 1.117E-004	* 1.118E-004
* VIANDE	* CO60	* 3.438E-008	* 1.257E-008	* 1.723E-004	* 1.723E-004

*Hameau Guérard

Animal	Isotope	Concentration due à l'abreuvement Bq.kg-1 frais	Concentration due à la respiration Bq.kg-1 frais	Concentration due à l'ingestion Bq.kg-1 frais	Concentration totale Bq.kg-1 frais
* LAIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.843E+001
* LAIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.274E+000
* LAIT	* I131	* 5.363E-008	* 5.452E-007	* 4.226E-003	* 4.227E-003
* LAIT	* I133	* 1.373E-007	* 1.552E-006	* 1.854E-003	* 1.856E-003
* LAIT	* CS134	* 9.842E-009	* 1.609E-008	* 8.794E-005	* 8.796E-005
* LAIT	* CS137	* 1.113E-008	* 1.820E-008	* 3.014E-004	* 3.015E-004
* LAIT	* CO58	* 2.931E-009	* 1.800E-008	* 6.142E-006	* 6.163E-006
* LAIT	* CO60	* 2.537E-009	* 1.555E-008	* 9.472E-006	* 9.490E-006
* VIANDE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.569E+001
* VIANDE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.994E+000
* VIANDE	* I131	* 2.145E-007	* 3.635E-007	* 1.690E-002	* 1.690E-002
* VIANDE	* I133	* 5.490E-007	* 1.034E-006	* 7.417E-003	* 7.418E-003
* VIANDE	* CS134	* 4.921E-008	* 8.046E-008	* 4.397E-004	* 4.398E-004
* VIANDE	* CS137	* 5.567E-008	* 9.100E-008	* 1.507E-003	* 1.507E-003
* VIANDE	* CO58	* 4.397E-008	* 1.200E-008	* 9.213E-005	* 9.218E-005
* VIANDE	* CO60	* 3.805E-008	* 1.037E-008	* 1.421E-004	* 1.421E-004

*La Coquaise

* Animal	* Isotope	* Concentration due * à l'abreuvement * Bq.kg-1 frais	* Concentration due * à la respiration * Bq.kg-1 frais	* Concentration due * à l'ingestion * Bq.kg-1 frais	* Concentration * totale * Bq.kg-1 frais
* LAIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.130E+001
* LAIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.394E+000
* LAIT	* I131	* 4.094E-008	* 3.341E-007	* 2.590E-003	* 2.590E-003
* LAIT	* I133	* 1.048E-007	* 9.509E-007	* 1.136E-003	* 1.137E-003
* LAIT	* CS134	* 7.467E-009	* 9.857E-009	* 5.391E-005	* 5.393E-005
* LAIT	* CS137	* 8.447E-009	* 1.115E-008	* 1.848E-004	* 1.848E-004
* LAIT	* CO58	* 2.224E-009	* 1.102E-008	* 3.765E-006	* 3.779E-006
* LAIT	* CO60	* 1.925E-009	* 9.527E-009	* 5.807E-006	* 5.818E-006
* VIANDE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 9.617E+000
* VIANDE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 5.513E+000
* VIANDE	* I131	* 1.638E-007	* 2.227E-007	* 1.036E-002	* 1.036E-002
* VIANDE	* I133	* 4.191E-007	* 6.339E-007	* 4.545E-003	* 4.546E-003
* VIANDE	* CS134	* 3.734E-008	* 4.928E-008	* 2.696E-004	* 2.696E-004
* VIANDE	* CS137	* 4.224E-008	* 5.574E-008	* 9.240E-004	* 9.241E-004
* VIANDE	* CO58	* 3.336E-008	* 7.349E-009	* 5.648E-005	* 5.652E-005
* VIANDE	* CO60	* 2.887E-008	* 6.351E-009	* 8.710E-005	* 8.713E-005

*Flamanville

* Animal	* Isotope	* Concentration due * à l'abreuvement * Bq.kg-1 frais	* Concentration due * à la respiration * Bq.kg-1 frais	* Concentration due * à l'ingestion * Bq.kg-1 frais	* Concentration * totale * Bq.kg-1 frais
* LAIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.840E+001
* LAIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.274E+000
* LAIT	* I131	* 2.891E-008	* 5.450E-007	* 4.224E-003	* 4.225E-003
* LAIT	* I133	* 7.397E-008	* 1.551E-006	* 1.853E-003	* 1.855E-003
* LAIT	* CS134	* 5.217E-009	* 1.607E-008	* 8.766E-005	* 8.768E-005
* LAIT	* CS137	* 5.901E-009	* 1.817E-008	* 3.004E-004	* 3.005E-004
* LAIT	* CO58	* 1.554E-009	* 1.797E-008	* 6.122E-006	* 6.141E-006
* LAIT	* CO60	* 1.345E-009	* 1.553E-008	* 9.443E-006	* 9.460E-006
* VIANDE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.566E+001
* VIANDE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 8.994E+000
* VIANDE	* I131	* 1.156E-007	* 3.633E-007	* 1.690E-002	* 1.690E-002
* VIANDE	* I133	* 2.959E-007	* 1.034E-006	* 7.414E-003	* 7.415E-003
* VIANDE	* CS134	* 2.608E-008	* 8.033E-008	* 4.383E-004	* 4.384E-004
* VIANDE	* CS137	* 2.951E-008	* 9.086E-008	* 1.502E-003	* 1.502E-003
* VIANDE	* CO58	* 2.330E-008	* 1.198E-008	* 9.182E-005	* 9.186E-005
* VIANDE	* CO60	* 2.017E-008	* 1.035E-008	* 1.416E-004	* 1.417E-004

*La Berquerie

* Animal	* Isotope	* Concentration due * à l'abreuvement * Bq.kg-1 frais	* Concentration due * à la respiration * Bq.kg-1 frais	* Concentration due * à l'ingestion * Bq.kg-1 frais	* Concentration * totale * Bq.kg-1 frais
* LAIT	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.673E+001
* LAIT	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 3.304E+000
* LAIT	* I131	* 8.445E-008	* 7.916E-007	* 6.136E-003	* 6.137E-003
* LAIT	* I133	* 2.161E-007	* 2.253E-006	* 2.692E-003	* 2.695E-003
* LAIT	* CS134	* 1.545E-008	* 2.331E-008	* 1.274E-004	* 1.275E-004
* LAIT	* CS137	* 1.748E-008	* 2.636E-008	* 4.368E-004	* 4.368E-004
* LAIT	* CO58	* 4.602E-009	* 2.607E-008	* 8.899E-006	* 8.930E-006
* LAIT	* CO60	* 3.983E-009	* 2.253E-008	* 1.372E-005	* 1.375E-005
* VIANDE	* H3	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 2.275E+001
* VIANDE	* C14	* Non calculée	* Non calculée	* Non calculée	* 1.307E+001
* VIANDE	* I131	* 3.378E-007	* 5.277E-007	* 2.454E-002	* 2.454E-002
* VIANDE	* I133	* 8.645E-007	* 1.502E-006	* 1.077E-002	* 1.077E-002
* VIANDE	* CS134	* 7.727E-008	* 1.165E-007	* 6.371E-004	* 6.373E-004
* VIANDE	* CS137	* 8.741E-008	* 1.318E-007	* 2.184E-003	* 2.184E-003
* VIANDE	* CO58	* 6.903E-008	* 1.738E-008	* 1.335E-004	* 1.336E-004
* VIANDE	* CO60	* 5.975E-008	* 1.502E-008	* 2.059E-004	* 2.059E-004

Activité ingérée par l'individu

***Dielette**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	4.443E+003
C14	8.905E+002
I131	1.077E+000
I133	8.250E-002
CS134	3.260E-002
CS137	1.086E-001
CO58	6.163E-003
CO60	9.990E-003
Total	5.335E+003

***Les Hougues**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	4.454E+003
C14	8.905E+002
I131	1.078E+000
I133	8.257E-002
CS134	3.274E-002
CS137	1.091E-001
CO58	6.190E-003
CO60	1.003E-002
Total	5.346E+003

***Hameau Guérard**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	3.669E+003
C14	7.316E+002
I131	8.865E-001
I133	6.789E-002
CS134	2.700E-002
CS137	8.999E-002
CO58	5.105E-003
CO60	8.274E-003
Total	4.402E+003

***La Coquaise**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	2.248E+003
C14	4.484E+002
I131	5.433E-001
I133	4.161E-002
CS134	1.655E-002
CS137	5.517E-002
CO58	3.130E-003
CO60	5.072E-003
Total	2.697E+003

***Flamanville**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	3.662E+003
C14	7.316E+002
I131	8.861E-001
I133	6.787E-002
CS134	2.692E-002
CS137	8.970E-002
CO58	5.089E-003
CO60	8.248E-003
Total	4.395E+003

*La Berquerie

Isotope	Activité ingérée
	Bq.an-1
H3	5.320E+003
C14	1.063E+003
I131	1.287E+000
I133	9.858E-002
CS134	3.912E-002
CS137	1.304E-001
CO58	7.397E-003
CO60	1.199E-002
Total	6.385E+003

Activité inhalée par l'individu

*Dielette

Isotope	Activité inhalée
	Bq.an-1
H3	1.777E+003
C14	3.297E+002
I131	1.855E-002
I133	5.280E-002
CS134	8.170E-004
CS137	9.241E-004
CO58	1.218E-003
CO60	1.053E-003
Total	2.107E+003

*Hameau Guérard

Isotope	Activité inhalée
	Bq.an-1
H3	1.467E+003
C14	2.708E+002
I131	1.526E-002
I133	4.345E-002
CS134	6.758E-004
CS137	7.644E-004
CO58	1.008E-003
CO60	8.709E-004
Total	1.738E+003

*La Coquaise

Isotope	Activité inhalée
	Bq.an-1
H3	8.985E+002
C14	1.660E+002
I131	9.355E-003
I133	2.662E-002
CS134	4.140E-004
CS137	4.682E-004
CO58	6.173E-004
CO60	5.335E-004
Total	1.065E+003

*Flamanville

Isotope	Activité inhalée
	Bq.an-1
H3	1.465E+003
C14	2.708E+002
I131	1.526E-002
I133	4.343E-002
CS134	6.748E-004
CS137	7.632E-004
CO58	1.006E-003
CO60	8.696E-004
Total	1.736E+003

*La Berquerie

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	2.127E+003
C14	3.935E+002
I131	2.216E-002
I133	6.308E-002
CS134	9.790E-004
CS137	1.107E-003
CO58	1.460E-003
CO60	1.262E-003
Total	2.521E+003

*Les Hougues

Isotope	Activité inhalée Bq.an-1
H3	1.781E+003
C14	3.297E+002
I131	1.856E-002
I133	5.284E-002
CS134	8.195E-004
CS137	9.270E-004
CO58	1.222E-003
CO60	1.056E-003
Total	2.111E+003

DOSES

*Doses efficaces par lieux *

*Dielette

Isotope	Dose efficace due au dépôt Sv.an-1	Dose efficace due au panache Sv.an-1	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1	Dose efficace totale Sv.an-1
H3	Non calculée	0.000E+000	3.198E-008	7.997E-008	1.120E-007
C14	Non calculée	Non calculée	1.174E-009	5.165E-007	5.177E-007
I131	4.837E-010	1.268E-012	3.710E-010	2.370E-008	2.456E-008
I133	2.461E-010	5.833E-012	2.112E-010	3.548E-010	8.179E-010
CS134	1.125E-009	2.325E-013	5.392E-012	6.194E-010	1.750E-009
CS137	1.980E-009	9.483E-014	4.251E-012	1.412E-009	3.397E-009
CO58	1.921E-010	2.175E-013	1.949E-012	4.561E-012	1.988E-010
CO60	4.387E-009	4.989E-013	1.053E-011	3.396E-011	4.432E-009
KR85	Non calculée	4.761E-011	Non calculée	Non calculée	4.761E-011
XE133	Non calculée	3.507E-009	Non calculée	Non calculée	3.507E-009
XE135	Non calculée	1.525E-008	Non calculée	Non calculée	1.525E-008
AR41	Non calculée	1.064E-008	Non calculée	Non calculée	1.064E-008
Xe 131m	Non calculée	6.514E-012	Non calculée	Non calculée	6.514E-012

*Hameau Guérard

Isotope	Dose efficace due au dépôt Sv.an-1	Dose efficace due au panache Sv.an-1	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1	Dose efficace totale Sv.an-1
H3	Non calculée	0.000E+000	2.640E-008	6.603E-008	9.243E-008
C14	Non calculée	Non calculée	9.642E-010	4.243E-007	4.253E-007
I131	3.981E-010	1.043E-012	3.053E-010	1.950E-008	2.020E-008
I133	2.025E-010	4.800E-012	1.738E-010	2.919E-010	6.730E-010
CS134	9.323E-010	1.923E-013	4.460E-012	5.130E-010	1.450E-009
CS137	1.641E-009	7.844E-014	3.516E-012	1.170E-009	2.815E-009
CO58	1.591E-010	1.800E-013	1.612E-012	3.778E-012	1.647E-010
CO60	3.634E-009	4.127E-013	8.709E-012	2.813E-011	3.671E-009
KR85	Non calculée	3.912E-011	Non calculée	Non calculée	3.912E-011
XE133	Non calculée	2.881E-009	Non calculée	Non calculée	2.881E-009
XE135	Non calculée	1.253E-008	Non calculée	Non calculée	1.253E-008
AR41	Non calculée	8.744E-009	Non calculée	Non calculée	8.744E-009
Xe 131m	Non calculée	5.352E-012	Non calculée	Non calculée	5.352E-012

*La Coquaise

* Isotope *	* Dose efficace due * au dépôt * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * au panache * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * à l'inhalation * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * à l'ingestion * Sv.an-1 *	* Dose efficace * totale * Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	1.617E-008	4.047E-008	5.664E-008
* Cl4 *	Non calculée	Non calculée	5.910E-010	2.601E-007	2.607E-007
* I131 *	2.440E-010	6.392E-013	1.871E-010	1.195E-008	1.238E-008
* I133 *	1.241E-010	2.941E-012	1.065E-010	1.789E-010	4.124E-010
* CS134 *	5.716E-010	1.178E-013	2.732E-012	3.145E-010	8.889E-010
* CS137 *	1.006E-009	4.805E-014	2.154E-012	7.173E-010	1.725E-009
* CO58 *	9.755E-011	1.102E-013	9.877E-013	2.316E-012	1.010E-010
* CO60 *	2.228E-009	2.528E-013	5.335E-012	1.724E-011	2.251E-009
* KR85 *	Non calculée	2.397E-011	Non calculée	Non calculée	2.397E-011
* XE133 *	Non calculée	1.766E-009	Non calculée	Non calculée	1.766E-009
* XE135 *	Non calculée	7.679E-009	Non calculée	Non calculée	7.679E-009
* AR41 *	Non calculée	5.359E-009	Non calculée	Non calculée	5.359E-009
* Xe 131m *	Non calculée	3.280E-012	Non calculée	Non calculée	3.280E-012

*Flamanville

* Isotope *	* Dose efficace due * au dépôt * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * au panache * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * à l'inhalation * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * à l'ingestion * Sv.an-1 *	* Dose efficace * totale * Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	2.637E-008	6.592E-008	9.229E-008
* Cl4 *	Non calculée	Non calculée	9.642E-010	4.243E-007	4.253E-007
* I131 *	3.979E-010	1.043E-012	3.052E-010	1.950E-008	2.020E-008
* I133 *	2.024E-010	4.798E-012	1.737E-010	2.918E-010	6.727E-010
* CS134 *	9.291E-010	1.920E-013	4.454E-012	5.114E-010	1.445E-009
* CS137 *	1.635E-009	7.832E-014	3.511E-012	1.166E-009	2.804E-009
* CO58 *	1.586E-010	1.797E-013	1.610E-012	3.766E-012	1.641E-010
* CO60 *	3.622E-009	4.120E-013	8.696E-012	2.804E-011	3.659E-009
* KR85 *	Non calculée	3.912E-011	Non calculée	Non calculée	3.912E-011
* XE133 *	Non calculée	2.881E-009	Non calculée	Non calculée	2.881E-009
* XE135 *	Non calculée	1.253E-008	Non calculée	Non calculée	1.253E-008
* AR41 *	Non calculée	8.744E-009	Non calculée	Non calculée	8.744E-009
* Xe 131m *	Non calculée	5.352E-012	Non calculée	Non calculée	5.352E-012

*La Berquerie

* Isotope *	* Dose efficace due * au dépôt * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * au panache * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * à l'inhalation * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * à l'ingestion * Sv.an-1 *	* Dose efficace * totale * Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	3.828E-008	9.576E-008	1.340E-007
* Cl4 *	Non calculée	Non calculée	1.401E-009	6.165E-007	6.179E-007
* I131 *	5.780E-010	1.515E-012	4.433E-010	2.832E-008	2.934E-008
* I133 *	2.940E-010	6.969E-012	2.523E-010	4.239E-010	9.772E-010
* CS134 *	1.351E-009	2.785E-013	6.461E-012	7.433E-010	2.101E-009
* CS137 *	2.378E-009	1.136E-013	5.093E-012	1.695E-009	4.078E-009
* CO58 *	2.306E-010	2.607E-013	2.336E-012	5.474E-012	2.387E-010
* CO60 *	5.266E-009	5.977E-013	1.262E-011	4.076E-011	5.319E-009
* KR85 *	Non calculée	5.684E-011	Non calculée	Non calculée	5.684E-011
* XE133 *	Non calculée	4.186E-009	Non calculée	Non calculée	4.186E-009
* XE135 *	Non calculée	1.821E-008	Non calculée	Non calculée	1.821E-008
* AR41 *	Non calculée	1.271E-008	Non calculée	Non calculée	1.271E-008
* Xe 131m *	Non calculée	7.776E-012	Non calculée	Non calculée	7.776E-012

*Les Hougues

* Isotope *	* Dose efficace due * au dépôt * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * au panache * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * à l'inhalation * Sv.an-1 *	* Dose efficace due * à l'ingestion * Sv.an-1 *	* Dose efficace * totale * Sv.an-1 *
* H3 *	Non calculée	0.000E+000	3.205E-008	8.017E-008	1.122E-007
* Cl4 *	Non calculée	Non calculée	1.174E-009	5.165E-007	5.177E-007
* I131 *	4.842E-010	1.269E-012	3.713E-010	2.372E-008	2.458E-008
* I133 *	2.462E-010	5.837E-012	2.113E-010	3.550E-010	8.184E-010
* CS134 *	1.130E-009	2.332E-013	5.409E-012	6.220E-010	1.758E-009
* CS137 *	1.989E-009	9.512E-014	4.264E-012	1.418E-009	3.411E-009
* CO58 *	1.929E-010	2.182E-013	1.955E-012	4.581E-012	1.997E-010
* CO60 *	4.407E-009	5.004E-013	1.056E-011	3.411E-011	4.452E-009
* KR85 *	Non calculée	4.761E-011	Non calculée	Non calculée	4.761E-011
* XE133 *	Non calculée	3.507E-009	Non calculée	Non calculée	3.507E-009
* XE135 *	Non calculée	1.525E-008	Non calculée	Non calculée	1.525E-008
* AR41 *	Non calculée	1.064E-008	Non calculée	Non calculée	1.064E-008
* Xe 131m *	Non calculée	6.514E-012	Non calculée	Non calculée	6.514E-012

Doses efficaces par lieux

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace due au panache Sv.an-1	Dose efficace due au dépôt Sv.an-1
Dielette	2.946E-008	8.414E-009
Hameau Guérard	2.421E-008	6.967E-009
La Coquaise	1.484E-008	4.271E-009
Flamanville	2.421E-008	6.945E-009
La Berquerie	3.517E-008	1.010E-008
Les Hougues	2.946E-008	8.449E-009

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace par inhalation Sv.an-1
Dielette	3.376E-008
Hameau Guérard	2.786E-008
La Coquaise	1.707E-008
Flamanville	2.783E-008
La Berquerie	4.040E-008
Les Hougues	3.383E-008

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace par ingestion Sv.an-1
Dielette	6.226E-007
Les Hougues	6.228E-007
Hameau Guérard	5.119E-007
La Coquaise	3.137E-007
Flamanville	5.117E-007
La Berquerie	7.435E-007

***Par Lieux**

Nom	Dose efficace totale Sv.an-1
Dielette	6.942E-007
Hameau Guérard	5.709E-007
La Coquaise	3.499E-007
Flamanville	5.707E-007
La Berquerie	8.292E-007
Les Hougues	6.945E-007

Rejets gazeux des tranches 1-2 du site de FLAMANVILLE – Classe Nourrisson – Rejets réels moyennés sur la période 2002-2004

Seules les doses associées aux voies d'exposition interne sont calculées par le code (cf § 3). Par ailleurs, seuls sont présentés les résultats différents de la classe adulte.

Activité ingérée par l'individu

***Hameau Guérard**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	4.700E+003
C14	5.799E+002
I131	8.909E-001
I133	1.261E-001
CS134	2.239E-002
CS137	7.687E-002
CO58	1.537E-003
CO60	2.418E-003
Total	5.281E+003

***La Coquaise**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	2.881E+003
C14	3.554E+002
I131	5.460E-001
I133	7.729E-002
CS134	1.372E-002
CS137	4.713E-002
CO58	9.424E-004
CO60	1.483E-003
Total	3.237E+003

***Flamanville**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	4.690E+003
C14	5.799E+002
I131	8.906E-001
I133	1.261E-001
CS134	2.231E-002
CS137	7.662E-002
CO58	1.532E-003
CO60	2.411E-003
Total	5.271E+003

***Dielette**

Isotope	Activité ingérée Bq.an-1
H3	5.690E+003
C14	7.059E+002
I131	1.083E+000
I133	1.533E-001
CS134	2.703E-002
CS137	9.279E-002
CO58	1.855E-003
CO60	2.919E-003
Total	6.397E+003

***Les Hougues**

```

.....
*      Isotope      * Activité ingérée *
*                  *      Bq.an-1     *
.....
* H3                * 5.706E+003      *
* C14               * 7.059E+002      *
* I131              * 1.083E+000      *
* I133              * 1.534E-001      *
* CS134             * 2.714E-002      *
* CS137             * 9.320E-002      *
* CO58              * 1.864E-003      *
* CO60              * 2.932E-003      *
.....
* Total             * 6.413E+003      *
.....
    
```

***La Berquerie**

```

.....
*      Isotope      * Activité ingérée *
*                  *      Bq.an-1     *
.....
* H3                * 6.816E+003      *
* C14               * 8.427E+002      *
* I131              * 1.294E+000      *
* I133              * 1.831E-001      *
* CS134             * 3.244E-002      *
* CS137             * 1.114E-001      *
* CO58              * 2.227E-003      *
* CO60              * 3.504E-003      *
.....
* Total             * 7.660E+003      *
.....
    
```

Activité inhalée par l'individu

***Hameau Guérard**

```

.....
*      Isotope      * Activité inhalée *
*                  *      Bq.an-1     *
.....
* H3                * 1.921E+002      *
* C14               * 3.547E+001      *
* I131              * 1.999E-003      *
* I133              * 5.689E-003      *
* CS134             * 8.850E-005      *
* CS137             * 1.001E-004      *
* CO58              * 1.320E-004      *
* CO60              * 1.141E-004      *
.....
* Total             * 2.276E+002      *
.....
    
```

***La Coquaise**

```

.....
*      Isotope      * Activité inhalée *
*                  *      Bq.an-1     *
.....
* H3                * 1.177E+002      *
* C14               * 2.174E+001      *
* I131              * 1.225E-003      *
* I133              * 3.487E-003      *
* CS134             * 5.421E-005      *
* CS137             * 6.132E-005      *
* CO58              * 8.083E-005      *
* CO60              * 6.986E-005      *
.....
* Total             * 1.394E+002      *
.....
    
```

***Flamanville**

```

.....
*      Isotope      * Activité inhalée *
*                  *      Bq.an-1     *
.....
* H3                * 1.918E+002      *
* C14               * 3.547E+001      *
* I131              * 1.998E-003      *
* I133              * 5.687E-003      *
* CS134             * 8.836E-005      *
* CS137             * 9.995E-005      *
* CO58              * 1.318E-004      *
* CO60              * 1.139E-004      *
.....
* Total             * 2.273E+002      *
.....
    
```

***Dielette**

```

.....
*      Isotope      * Activité inhalée *
*                  *      Bq.an-1      *
.....
* H3                * 2.327E+002      *
* C14               * 4.317E+001      *
* I131              * 2.429E-003      *
* I133              * 6.914E-003      *
* CS134             * 1.070E-004      *
* CS137             * 1.210E-004      *
* CO58              * 1.595E-004      *
* CO60              * 1.379E-004      *
.....
* Total             * 2.759E+002      *
.....
    
```

***Les Hougues**

```

.....
*      Isotope      * Activité inhalée *
*                  *      Bq.an-1      *
.....
* H3                * 2.332E+002      *
* C14               * 4.317E+001      *
* I131              * 2.431E-003      *
* I133              * 6.919E-003      *
* CS134             * 1.073E-004      *
* CS137             * 1.214E-004      *
* CO58              * 1.600E-004      *
* CO60              * 1.383E-004      *
.....
* Total             * 2.764E+002      *
.....
    
```

***La Berquerie**

```

.....
*      Isotope      * Activité inhalée *
*                  *      Bq.an-1      *
.....
* H3                * 2.785E+002      *
* C14               * 5.154E+001      *
* I131              * 2.902E-003      *
* I133              * 8.261E-003      *
* CS134             * 1.282E-004      *
* CS137             * 1.450E-004      *
* CO58              * 1.912E-004      *
* CO60              * 1.652E-004      *
.....
* Total             * 3.301E+002      *
.....
    
```

DOSES

Doses efficaces par lieux et par isotope

***Hameau Guérard**

```

.....
* Isotope * Dose efficace due * Dose efficace due *
*         * à l'inhalation  * à l'ingestion     *
*         *      Sv.an-1      *      Sv.an-1      *
.....
* H3      * 1.229E-008      * 3.008E-007      *
* C14     * 3.220E-010      * 8.119E-007      *
* I131    * 3.398E-010      * 1.604E-007      *
* I133    * 2.560E-010      * 6.180E-009      *
* CS134   * 9.735E-013      * 5.820E-010      *
* CS137   * 8.809E-013      * 1.614E-009      *
* CO58    * 9.633E-013      * 1.122E-011      *
* CO60    * 4.790E-012      * 1.306E-010      *
* KR85    * Non calculée   * Non calculée   *
* XE133   * Non calculée   * Non calculée   *
* XE135   * Non calculée   * Non calculée   *
* AR41    * Non calculée   * Non calculée   *
* XE131M  * Non calculée   * Non calculée   *
.....
    
```

***La Coquaise**

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	7.530E-009	1.844E-007
C14	1.974E-010	4.976E-007
I131	2.083E-010	9.828E-008
I133	1.569E-010	3.787E-009
CS134	5.963E-013	3.568E-010
CS137	5.396E-013	9.897E-010
CO58	5.901E-013	6.880E-012
CO60	2.934E-012	8.006E-011
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

***Flamanville**

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	1.228E-008	3.002E-007
C14	3.220E-010	8.119E-007
I131	3.397E-010	1.603E-007
I133	2.559E-010	6.177E-009
CS134	9.720E-013	5.802E-010
CS137	8.795E-013	1.609E-009
CO58	9.618E-013	1.118E-011
CO60	4.783E-012	1.302E-010
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

***Dielette**

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	1.489E-008	3.642E-007
C14	3.920E-010	9.882E-007
I131	4.130E-010	1.949E-007
I133	3.111E-010	7.509E-009
CS134	1.177E-012	7.027E-010
CS137	1.065E-012	1.949E-009
CO58	1.165E-012	1.354E-011
CO60	5.791E-012	1.577E-010
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

***Les Hougues**

Isotope	Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1	Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1
H3	1.492E-008	3.652E-007
C14	3.920E-010	9.882E-007
I131	4.133E-010	1.950E-007
I133	3.113E-010	7.515E-009
CS134	1.181E-012	7.057E-010
CS137	1.068E-012	1.957E-009
CO58	1.168E-012	1.360E-011
CO60	5.809E-012	1.583E-010
KR85	Non calculée	Non calculée
XE133	Non calculée	Non calculée
XE135	Non calculée	Non calculée
AR41	Non calculée	Non calculée
XE131M	Non calculée	Non calculée

*La Berquerie

* Isotope *	* Dose efficace due à l'inhalation Sv.an-1 *	* Dose efficace due à l'ingestion Sv.an-1 *
* H3 *	* 1.782E-008 *	* 4.362E-007 *
* C14 *	* 4.679E-010 *	* 1.180E-006 *
* I131 *	* 4.934E-010 *	* 2.329E-007 *
* I133 *	* 3.717E-010 *	* 8.973E-009 *
* CS134 *	* 1.410E-012 *	* 8.433E-010 *
* CS137 *	* 1.276E-012 *	* 2.339E-009 *
* CO58 *	* 1.395E-012 *	* 1.626E-011 *
* CO60 *	* 6.939E-012 *	* 1.892E-010 *
* KR85 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE133 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE135 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* AR41 *	* Non calculée *	* Non calculée *
* XE131M *	* Non calculée *	* Non calculée *

Doses efficaces par lieux

*Par Lieux

* Nom *	* Dose efficace par inhalation Sv.an-1 *
* Hameau Guérard *	* 1.322E-008 *
* La Coquaise *	* 8.098E-009 *
* Flamanville *	* 1.320E-008 *
* Dielette *	* 1.602E-008 *
* Les Hougues *	* 1.605E-008 *
* La Berquerie *	* 1.917E-008 *

*Par Lieux

* Nom *	* Dose efficace par ingestion Sv.an-1 *
* Hameau Guérard *	* 1.282E-006 *
* La Coquaise *	* 7.855E-007 *
* Flamanville *	* 1.281E-006 *
* Dielette *	* 1.558E-006 *
* Les Hougues *	* 1.559E-006 *
* La Berquerie *	* 1.861E-006 *