



RAPPORT DE SURETE
— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE : 11

SECTION :

PAGE : 1/1

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

CHAPITRE 11

EFFLUENTS ET DÉCHETS

11.1 EFFLUENTS RADIOACTIFS

11.2 EFFLUENTS CHIMIQUES

11.3 ESTIMATION DES EFFLUENTS ET DECHETS RADIOACTIFS



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE : 11

SECTION : 1

PAGE : 1/1

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

11.1 EFFLUENTS RADIOACTIFS

11.1.1 ORIGINE DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

11.1.2 ARCHITECTURE DES SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS

11.1.3 SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

11.1.4 SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS GAZEUX (TEG)

11.1.5 SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS SOLIDES (TES)

11.1.6 MODALITÉS DE REJET DES EFFLUENTS RADIOACTIFS



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.1

PAGE 1/14

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

SOMMAIRE

.11.1.1	ORIGINE DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	3
1.	DÉFINITIONS DES TERMES SOURCES UTILISÉS	3
2.	INVENTAIRE DES ISOTOPES	4
2.1.	PRODUITS D'ACTIVATION	4
2.1.1.	AZOTE-16	4
2.1.2.	AZOTE-17	5
2.1.3.	TRITIUM	5
2.1.4.	ARGON-41	6
2.1.5.	CARBONE-14	6
2.1.6.	PRODUITS DE CORROSION	6
2.2.	PRODUITS DE FISSION	7
	LISTE DE RÉFÉRENCES	9

TABLEAUX :

TAB-11.1.1.1 CONCENTRATIONS SPÉCIFIQUES DE NUCLÉIDES DANS LE CIRCUIT PRIMAIRE (I) – FONCTIONNEMENT STABILISÉ	10
TAB-11.1.1.2 CONCENTRATIONS SPÉCIFIQUES DE NUCLÉIDES DANS LE CIRCUIT PRIMAIRE (I) – TRANSITOIRE D'ARRÊT / OXYGÉNATION (I)	11
TAB-11.1.1.3 PÉRIODE RADIOACTIVE ET ORIGINE DES RADIONUCLÉIDES PRIS EN COMPTE POUR EPR.....	12

FIGURES :

FIG-11.1.1.1 CONCENTRATION EN AZOTE-16 DANS LES BOUCLES PRIMAIRES	13
FIG-11.1.1.2 CONCENTRATION EN AZOTE-17 DANS LES BOUCLES PRIMAIRES	14

.11.1.1 ORIGINE DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

Les produits radioactifs susceptibles d'être rejetés sont produits dans le cœur.

Dans le réfrigérant primaire, ils sont présents sous forme de :

- Produits de fission, susceptibles d'être relâchés par de petits défauts des gaines des crayons de combustible pendant l'exploitation de la tranche,
- Produits de corrosion relâchés par les structures internes du circuit primaire et activés lors de leurs passages dans la zone active du cœur,
- Produits d'activation du fluide primaire, comme le tritium (^3H), le carbone 14 (^{14}C), l'argon 41 (^{41}Ar) et l'azote 16 (^{16}N).

Pour le classement ESPN, la radioprotection, le dimensionnement des bâtiments nucléaires (protections biologiques) et l'évaluation des conséquences radiologiques en cas d'accident, il est nécessaire de connaître le niveau des matières radioactives dans le fluide primaire et les circuits connexes reliés, ainsi que les activités surfaciques déposées.

Les activités spécifiques du circuit primaire principal lorsque le réacteur est en régime normal d'exploitation (fonctionnement stabilisé et transitoire d'arrêt) sont présentées dans ce sous-chapitre.

Les activités surfaciques déposées qui contribuent de façon majeure à la dose des travailleurs due aux rayonnements ionisants sont détaillées dans le paragraphe 2 du sous-chapitre 12.2.

Toutes les concentrations de produits de fission, de corrosion et d'activation fournies dans ce sous-chapitre se fondent sur le retour d'expérience observé sur le parc français et, pour les radionucléides non mesurables dans le circuit primaire, sur des estimations (par modélisation).

Concernant l'évaluation des conséquences radiologiques des événements PCC 2 à 4, la cinétique d'augmentation de l'activité dans le fluide primaire après l'arrêt de tranche est d'un intérêt particulier, surtout pour les radionucléides de longue période. Cette augmentation doit être prise en compte dans les calculs des conséquences radiologiques des accidents sans rupture de gaine supplémentaire (voir sous-chapitre 15.3).

1. DÉFINITIONS DES TERMES SOURCES UTILISÉS

Pour le fluide primaire, trois types de valeurs d'activités ont été sélectionnés pour caractériser le régime normal d'exploitation :

- **Terme source réaliste**

Le terme source réaliste, estimé à partir du retour d'expérience des tranches françaises N4, représente les activités spécifiques moyennes qu'il est le plus probable d'observer lors du fonctionnement normal d'exploitation. Pour les produits de corrosion, les valeurs affichées prennent en compte l'amélioration des gammes de fabrication des générateurs de vapeur prévue à la conception.

Le tableau [TAB-11.1.1.1](#) précise les valeurs réalistes attendues lors du fonctionnement stabilisé du réacteur.

Le tableau [TAB-11.1.1.2](#) précise les valeurs d'activités réalistes attendues lors des transitoires d'arrêt.

Ce terme source est utilisé dans le cadre du classement des Equipements Sous Pression Nucléaire (ESPN) des installations (voir sous-chapitres 1.7 et 3.2).

- **Terme source de dimensionnement des protections biologiques (terme source « DPB »)**

Le terme source de dimensionnement des protections biologiques est un terme source conservatif. Il correspond à des valeurs d'activités spécifiques couvrant la totalité des spectrométries mesurées sur le palier N4.

Le tableau [TAB-11.1.1.1](#) précise les valeurs d'activité « DPB » attendues lors du fonctionnement stabilisé du réacteur.

Le tableau [TAB-11.1.1.2](#) précise les valeurs d'activité « DPB » attendues lors des transitoires d'arrêt.

Le terme source de dimensionnement des protections biologiques permet le dimensionnement des locaux, des systèmes et des écrans de l'EPR.

- **Terme source de conséquences radiologiques (terme source « DSE »)**

Pour les produits de fission, ce terme source est déterminé en appliquant un facteur multiplicatif à toutes les activités spécifiques des produits de fission de manière à recalculer l'activité en iode-131 équivalente à 20 GBq/t en fonctionnement stabilisé et à 150 GBq/t lors du pic de mise en arrêt (spécifications techniques d'exploitation du parc actuel). L'activité en iode-131 équivalente est calculée à partir de la formule suivante :

$$Eq(Iode131) = Iode131 + \frac{Iode132}{30} + \frac{Iode133}{4} + \frac{Iode134}{50} + \frac{Iode135}{10}$$

Le tableau [TAB-11.1.1.1](#) précise les valeurs d'activité « DSE » attendues lors du fonctionnement stabilisé du réacteur.

Le tableau [TAB-11.1.1.2](#) précise les valeurs d'activité « DSE » attendues lors des transitoires d'arrêt.

Le terme source DSE correspond au terme source pris en compte dans les études de conséquences radiologiques en situation accidentelle.

La définition des scénarios de calculs et l'évaluation du terme source primaire de l'EPR sont présentées dans la note [Réf \[1\]](#).

L'évaluation du terme source des systèmes auxiliaires et des systèmes de traitement des effluents ainsi que la démarche adoptée pour cette évaluation font l'objet des notes [Réf \[2\]](#) et [Réf \[3\]](#).

2. INVENTAIRE DES ISOTOPES

2.1. PRODUITS D'ACTIVATION

2.1.1. Azote-16

L'azote-16 (¹⁶N) est le résultat de l'activation de l'oxygène-16 (molécule d'eau du modérateur) par les neutrons rapides de la répartition totale d'énergie. D'un point de vue radiation, il s'agit du nucléide le plus important dans le circuit primaire. L'azote-16 est un puissant émetteur γ et forme de ce fait la principale source radioactive en exposition externe pendant le fonctionnement du réacteur.

La concentration d'activité dépend principalement du niveau de puissance (flux de neutron) et de la durée de séjour de l'eau dans le coeur (donnée géométrique). Elle décroît avec une période de 7,3 s.

Elle peut être calculée selon la formule suivante pour tenir compte des cycles d'activation et des décroissances successives :

$$A_n = N\sigma\Phi \cdot \left(\frac{1 - e^{-\lambda t}}{1 - e^{-\lambda \tau}} \right) \cdot \left[1 - e^{-(n-1)\lambda \tau} \right]$$

où :

n : nombre de désintégrations,

A_n : activité spécifique après la $n^{\text{ième}}$ désintégration (Bq/Mg),

N : nombre de nucléides cibles (¹⁶O) par mg d'eau du RCP,

σ : section efficace pour la réaction $^{16}\text{O} (n,p) ^{16}\text{N}$, moyennée sur le spectre de fission,

Φ : flux de neutron (énergie > 1 MeV),

λ : constante de décroissance radioactive de ^{16}N ,

t : durée d'irradiation,

τ : durée totale de transit dans la boucle primaire (temps d'irradiation plus durées de décroissance).

La concentration d'azote-16 le long des boucles primaires en fonction du temps est présentée sur la figure [FIG-11.1.1.1](#).

2.1.2. Azote-17

L'azote-17 (^{17}N) est également un produit d'activation, qui provient de la réaction des neutrons sur l'oxygène-17 de l'eau du fluide primaire. L'azote-17 décroît en quelques secondes (période de 4,2 s) jusqu'à un état excité de l'oxygène-17, qui a tendance à émettre des neutrons. Ce nucléide peut donc être une source additionnelle de neutrons (par rapport à ceux du cœur) à prendre en compte pour l'accessibilité du personnel dans le BR (fonctionnement à pleine puissance).

La concentration d'azote-17 le long des boucles primaires en fonction du temps est présentée sur la figure [FIG-11.1.1.2](#). Elle a été calculée selon la même méthodologie que celle décrite ci-dessus pour l'azote-16.

2.1.3. Tritium

Le tritium est à la fois produit par des réactions de fission et par l'activation neutronique du bore, du lithium, du deutérium ou du béryllium contenu dans les grappes sources secondaires (voir tableau 9.6 TAB 3).

La concentration réelle dans le réfrigérant primaire dépend de la politique de traitement des effluents liquides (recyclage, rejets) et des concentrations initiales en bore dans le fluide primaire.

Le Tritium n'intervenant ni dans les calculs de protection, ni dans le dimensionnement des systèmes de traitement (émetteur β pur, pas de système de traitement et impact très faible), une seule valeur harmonisée (enveloppe) a été définie à 37 GBq/t (voir tableau [TAB-11.1.1.1](#)).

Cette valeur est notamment utilisée pour la détermination de la concentration en nucléides radioactifs dans l'atmosphère de l'enceinte nécessaire pour évaluer la contamination atmosphérique.

Les dispositions à mettre en place pour limiter les expositions internes causées par l'accès au Bâtiment Réacteur tranche en puissance (division du Bâtiment Réacteur en un compartiment équipements et un espace de service, systèmes de ventilation du BR conçus pour maintenir un confinement dynamique entre le compartiment équipements et l'espace de service avec une barrière de pression permettant d'éviter tout transfert non-contrôlé d'activité du compartiment équipements vers l'espace de service notamment - voir paragraphe 3 du sous-chapitre 12.3) sont définies sur la base de cette contamination atmosphérique.

De façon générale, la concentration en tritium dans l'atmosphère dépend de la température des locaux, de l'humidité de l'air, de la vitesse des débits de l'air, de la concentration en tritium dans les piscines et l'IRWST et de la concentration en tritium et du débit de fuite des systèmes du circuit primaire.

Les valeurs du tableau référencé ci-dessus sont uniquement indicatives. Pour les tranches du parc EDF, la concentration cible se fonde sur un compromis entre les rejets et les aspects radiologiques.

2.1.4. Argon-41

Ce nucléide est produit par l'activation de l'argon-40 dissous dans l'eau suite à la mise en air du circuit primaire lors des phases d'arrêts à froid. Malgré les procédures d'éventage réalisées lors du redémarrage de la tranche ayant pour objectif d'éliminer l'air du circuit primaire (oxygène en particulier pour des raisons de sûreté), il demeure une certaine quantité d'argon-40 dissous susceptible d'être activé par le flux neutronique. De ce fait, sa production est directement liée au flux de neutrons dans cette zone et donc au niveau de puissance. Elle est observée essentiellement au début des cycles d'irradiation.

En outre, l'activation de l'air entre la cuve et le béton du puits de cuve constitue la principale source de formation d'argon-41 en dehors du circuit primaire.

L'Argon-41 décroît avec une période de 1,8 h en émettant également des rayons gamma.

2.1.5. Carbone-14

La période du carbone-14 est de 5730 ans. De ce fait, ce nucléide émetteur β pur de faible énergie ($E_{\beta \text{ max}} = 156 \text{ keV}$) est à prendre en compte pour la radioactivité atmosphérique et les dégagements gazeux. Ses principales sources de production sont :

- Réaction (n, p) avec l'azote-14 (air autour de la cuve du réacteur et dans l'air de l'enceinte),
- Réaction (n, α) avec oxygène-17 (eau primaire),
- Réaction (n, γ) avec le carbone-13 (négligeable).

Il est aussi formé en grande quantité dans le combustible à partir de l'oxygène contenu dans les pastilles de combustible et d'impuretés d'azote mais reste confiné dans la gaine étanche.

Le système de cartographie du flux neutronique appelé « aéroball » est également susceptible d'être une source de carbone-14 puisque les billes servant à la mesure de flux sont propulsées par de l'azote mais cette source de production reste négligeable.

Enfin, les réactions de fission peuvent être également source de carbone-14 mais elles sont négligeables compte tenu des faibles rendements de fission mis en jeu et du confinement réalisé par la gaine.

En fonctionnement stabilisé, l'activité du carbone-14 dans le fluide primaire varie en fonction du taux de formation (puissance du réacteur, taux d'azote dans le circuit primaire) et du débit d'épuration (débits TEP, TEU, TEG).

Afin d'estimer les activités volumiques en carbone-14, un calcul est réalisé à partir du retour d'expérience 1300 MWe et en considérant que le débit d'épuration du fluide primaire de EPR est comparable à celui existant sur le palier 1300 MWe. Les valeurs retenues sont les suivantes :

- la valeur pénalisante pour l'activité en carbone-14 dans le fluide primaire pour EPR est estimée à \square MBq/t,
- la valeur réaliste, déterminée à partir d'une activité moyenne mesurée sur le parc en exploitation est estimée à \square MBq/t.

2.1.6. Produits de corrosion

Au contact du fluide primaire, les structures du circuit se recouvrent d'une couche d'oxyde protectrice. Ce phénomène s'accompagne du relâchement d'une partie des diverses espèces métalliques oxydées dans le fluide du circuit primaire que l'on appelle « produits de corrosion ».

Les constituants extraits du métal de base par ce phénomène de corrosion/relâchement (particules, éléments solubles) sont transportés dans le circuit primaire et soumis au flux neutronique lors du passage dans le cœur. Certains de ces produits peuvent donc s'activer et se redéposer dans les zones hors flux du circuit primaire. La contamination en produits de corrosion se retrouve non

seulement dans l'eau du circuit primaire sous forme soluble ou particulaire mais aussi sur les parois des tuyauteries ou des composants sous la forme de couches d'oxydes ou de dépôts.

En l'absence de pollution particulière, l'activité déposée des produits de corrosion Co-60 et Co-58 génère plus de 80% des débits d'équivalent de dose compte tenu de l'énergie de leur rayonnement et de leur période radioactive.

En cas de pollution particulière, ce sont généralement des processus mécaniques (érosion, abrasion) qui affectent l'intégrité des matériels et qui induisent des nucléides provenant de matériaux normalement peu en contact avec le fluide primaire : ce sont principalement le cobalt, l'argent et l'antimoine.

Les activités les plus importantes sont générées lors des arrêts suite à l'injection de peroxyde d'hydrogène appliquée afin de mettre en solution les produits de corrosion et favoriser leur purification avant l'arrêt de la dernière pompe primaire (voir paragraphe 2.3.1 du sous-chapitre 9.6).

Les radionucléides pris en compte pour l'EPR, leur période radioactive ainsi que leur(s) origine(s) sont présentés dans le tableau [TAB-11.1.1.3](#).

L'analyse du retour d'expérience du palier N4 a permis de constater que les valeurs proposées pour l'EPR lors des études initiales de conception ont été sous-estimées du fait notamment d'une harmonisation des retours d'expérience allemand (tubes GV en Inconel ) et français (tubes GV en Inconel ) sur le palier N4 et sur quelques tranches du palier 1300 MWe).

Le choix de l'alliage des tubes GV pour EPR ayant été entériné (Inconel ), le terme source EPR sera par conséquent plus proche du retour d'expérience du palier N4 que du retour d'expérience allemand.

La mise à jour des activités spécifiques en produits de corrosion s'est donc basée sur l'analyse statistique des activités relevées sur le palier N4.

Les améliorations comme la réduction des quantités de stellites et l'optimisation du pH, par exemple, n'ont pas été prises en compte dans l'évaluation du terme source compte tenu de la difficulté de quantification du gain apporté par ces améliorations.

Pour les mêmes raisons, il n'a pas été tenu compte des améliorations de l'EPR visant à éviter des pollutions exceptionnelles identifiées (argent-110m, antimoine-124 et antimoine-122). Ces améliorations relatives à la conception des composants primaires en contact avec l'eau primaire qui vise à éviter autant que possible les métaux source des radioéléments incriminés, portent sur :

- la réduction de l'utilisation de joints helicoflex au profit des joints graphite,
- l'utilisation plus forte de paliers et butées à rotor noyé sans antimoine,
- la mise en place de garnitures mécaniques sans antimoine sur les pompes concernées,
- une passivation (pré-oxydation) et une mise en propreté du circuit primaire réalisées lors des essais de démarrage.

Toutes ces améliorations ont un impact positif (mais non quantifiable) sur le terme source et la contamination.

2.2. PRODUITS DE FISSION

Lors de la fission, les noyaux lourds se fragmentent généralement en deux noyaux radioactifs de masses inégales, appelés fragments de fission.

Les « produits de fission » représentent l'ensemble des fragments de fission et de leurs descendants.

Les produits de fission restent normalement confinés à l'intérieur de la gaine des crayons combustibles.

L'essentiel de la contamination du circuit primaire en produits de fission provient de l'inétanchéité de quelques crayons du cœur.

Les radionucléides pris en compte sont :

- Gaz rares : Kr-85m (4,48 h), Kr-85 (10,72 a), Kr-87 (1,27 h), Kr-88 (2,84 h), Xe 131m (11,9 j), Xe 133m (2,19 j), Xe-133 (5,25 j), Xe-135 (9,09 h), Xe-138 (14,2 min),
- Strontium : Sr-89 (50,5 j), Sr-90 (29,2 a),
- Iodes : I-131 (8,04 j), I-132 (2,3 h), I-133 (20,8 h), I-134 (52,6 min), I-135 (6,61 h),
- Césium : Cs-134 (2,06 a), Cs-136 (13,16 j), Cs-137 (30 a), Cs-138 (32,2 min).

Les valeurs d'activités spécifiques en produits de fission (voir tableaux [TAB-11.1.1.1](#) et [TAB-11.1.1.2](#)) déterminées au lancement des études de conception de l'EPR, ont été validées (cf. [Réf \[1\]](#)) :

- à partir de retour d'expérience du palier N4 pour les produits de fission mesurés lors des spectrométries gamma de routine (Kr-85m, Kr-87, Kr-88, Xe-131m, Xe-133, Xe-133m, Xe-135, Xe-138, I-131, I-132, I-133, I-134, I-135, Cs-134, Cs-136, Cs-137, Cs-138),
- à partir de méthodes de validation particulières pour les produits de fission qui ne peuvent pas être mesurés lors des spectrométries gamma de routine (Sr-89, Sr-90, Kr-85, Cs-131m).



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.1

PAGE 9/14

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

LISTE DE RÉFÉRENCES

[1] ENTERP070147 ind. A – Terme source primaire du réacteur EPR

[2] ENTERP070070 ind. A – EPR : activités volumiques dans les circuits auxiliaires TEP, REA, TEG, RPE, TEU et TES

[3] NEEM-F DC 30 ind. G – EPR FA3 - Specific activity concentrations of nuclides in reactor building systems

**TAB-11.1.1.1 CONCENTRATIONS SPÉCIFIQUES DE
NUCLÉIDES DANS LE CIRCUIT PRIMAIRE (I) –
FONCTIONNEMENT STABILISÉ**

I

**TAB-11.1.1.2 CONCENTRATIONS SPÉCIFIQUES DE
NUCLÉIDES DANS LE CIRCUIT PRIMAIRE (I) –
TRANSITOIRE D'ARRÊT / OXYGÉNATION (I)**

I

TAB-11.1.1.3 PÉRIODE RADIOACTIVE ET ORIGINE DES RADIONUCLÉIDES PRIS EN COMPTE POUR EPR

Radionucléide	Période radioactive	Origine
Mn-54	312,5 jours	Activation du Fe-54 stable provenant des structures métalliques
Co-58	70,78 jours	Activation du Ni-58 stable principal constituant des alliages Inconel □ des tubes générateurs de vapeur (utilisé aussi en proportions variables dans les aciers inoxydables)
Fe-59	45,1 jours	Activation du Fe-58 stable provenant des structures métalliques
Co-60	5,27 ans	Activation du Co-59 stable principal constituant des stellites et également présent à titre d'impuretés dans les autres matériaux métalliques
Cr-51	27,7 jours	Activation du Cr-50 stable provenant des structures en aciers INOX et en alliage inconel □
Ni-63	100 ans	Activation du Ni-62 provenant principalement des structures en alliage Inconel □
Ag-110m	249,9 jours	Activation de Ag-109 stable provenant des barres de contrôle en AIC et du beurrage des joints (helicoflex)
Sb-122	2,7 jours	Activation du Sb-121 stable provenant des grappes sources secondaires en antimoine/béryllium, des impuretés du gainage en zircaloy et des butées et paliers de certaines pompes
Sb-124	60,2 jours	Activation du Sb-121 stable provenant des grappes sources secondaires en antimoine/béryllium, des impuretés du gainage en zircaloy et des butées et paliers de certaines pompes
Sb-125	2,73 ans	Activation du Sb-124 instable

FIG-11.1.1.1 CONCENTRATION EN AZOTE-16 DANS LES BOUCLES PRIMAIRES

□

 FLAMANVILLE3	Palier EPR	Version Publique — Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE			SECTION	1.1
			CHAPITRE	11	PAGE	14/14

FIG-11.1.1.2 CONCENTRATION EN AZOTE-17 DANS LES BOUCLES PRIMAIRES

□

SOMMAIRE

.11.1.2 ARCHITECTURE DES SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS	2
1. RÔLE DES SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS	2
2. SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS LIQUIDES	2
2.1. SYSTÈMES DE TRANCHE	2
2.2. SYSTÈME DU BTE	3
2.3. SYSTÈMES DE SITE	4
3. SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS GAZEUX	5
3.1. TRAITEMENT DES EFFLUENTS GAZEUX PRIMAIRES	5
3.2. TRAITEMENT DES AUTRES EFFLUENTS GAZEUX	6
4. SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS SOLIDES	6
4.1. SYSTÈME DE TRANCHE	6
4.2. SYSTÈMES DU BTE	6

.11.1.2 ARCHITECTURE DES SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS

1. RÔLE DES SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS

Durant le fonctionnement normal de la tranche, certains circuits véhiculent du fluide primaire contaminé et chimiquement pollué ; certains circuits, séparés du fluide primaire par une barrière et donc normalement non contaminés, peuvent accidentellement être contaminés par un défaut d'étanchéité de la barrière.

En fonctionnement normal de la tranche EPR, il y a lieu de contrôler et limiter les relâchements de substances radioactives et chimiques dans l'environnement dans les limites fixées par la réglementation et les autorisations de rejets d'effluents.

Le rôle des systèmes de traitement des effluents radioactifs consiste, en fonctionnement normal, à :

- collecter les effluents radioactifs et chimiques produits dans la tranche et dans les installations de site ; ces effluents proviennent des vidanges, purges, échantillonnages et fuites de circuits normalement ou incidentellement contaminés et chimiquement pollués,
- traiter, si nécessaire, ces effluents, c'est-à-dire réduire le niveau de contamination et pollution chimique en vue du rejet à l'extérieur du site dans les limites réglementaires,
- rejeter, à l'extérieur du site, les effluents après contrôle et comptabilisation des activités, substances chimiques et volumes rejetés dans les conditions réglementaires.

Dans certaines situations accidentelles de la tranche pouvant entraîner un transfert important de contamination dans les bâtiments voisins du Bâtiment Réacteur, les circuits d'effluents radioactifs interviennent pour assurer un confinement de la contamination, afin de limiter les relâchements de substances radioactives à l'extérieur par une réinjection à l'intérieur du Bâtiment Réacteur.

La description suivante des systèmes de traitement des effluents est organisée selon la phase de l'effluent : liquide, gazeux ou solide.

2. SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS LIQUIDES

Le traitement des effluents liquides est réparti entre les systèmes de tranche, les systèmes du BTE EPR et les systèmes de site.

Les effluents liquides (et gazeux) de l'îlot nucléaire transitent par le circuit de purges et événements RPE.

Le traitement des effluents liquides est décrit ci-dessous (le traitement des effluents gazeux est décrit au paragraphe 3).

Le circuit TEP, circuit de traitement des effluents primaires est décrit dans la section 9.3.3 et est considéré comme un système auxiliaire. Il est exclu de la description ci-après.

Le Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE) comporte notamment le TEU (circuit de traitement des effluents usés) et le RPE (système de purges et événements).

Les systèmes de site sont le KER (circuit de contrôle et rejet des effluents liquides), le TER (circuit des réservoirs supplémentaires de santé) et le SEK (circuit de recueil, contrôle et rejet des exhaures de la salle des machines).

2.1. SYSTÈMES DE TRANCHE

Le RPE est le seul système de traitement des effluents liquides de la tranche. Il est décrit dans la section 11.1.3.1.

Le RPE collecte les effluents liquides et les envoie vers différents systèmes selon la capacité de l'effluent à être recyclé ou selon ses caractéristiques chimiques et radiologiques.

Le RPE collecte les effluents liquides hydrogénés provenant du circuit primaire pour recyclage au TEP.

Le RPE collecte les effluents liquides non recyclables pour envoi au :

- TEU :
 - drains résiduaire : fluide primaire pollué provenant des rinçages des circuits,
 - drains chimiques : effluents réputés chimiquement pollués et actifs, provenant notamment du laboratoire REN et des circuits de décontamination du fluide primaire,
 - drains de planchers 1 : fluides potentiellement contaminés et chimiquement pollués provenant des fuites exceptionnelles des matériels véhiculant du fluide actif et des lavages des sols,
 - drains de planchers 2 : fluides peu ou pas contaminés provenant de fuites, lavages de planchers de zone contrôlée verte et vidanges d'équipements ne traitant pas du fluide réputé actif,
- SEK :
 - drains de planchers 3 : fluides réputés non contaminés provenant de fuites, lavages de planchers et vidanges d'équipements de zones non contrôlées.

2.2. SYSTÈME DU BTE

Le système RPE (système de purges et événements) est décrit dans la section 11.1.3.1.

Il collecte les effluents liquides du BTE et du POE selon leurs caractéristiques physico-chimiques et radiologiques pour envoi au TEU :

- drains résiduaire : fluides réputés actifs plus ou moins dilués et/ou pollués, provenant du rinçage des circuits,
- drains chimiques : fluides actifs plus ou moins dilués et pollués chimiquement, provenant notamment de l'échantillonnage TEN (circuit d'échantillonnage des effluents du BTE) ou du transfert des résines,
- drains de planchers : fluides potentiellement contaminés provenant des fuites, lavages des sols et des vidanges d'équipements.

Le système de traitement TEU (circuit de traitement des effluents usés), localisé dans le Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE), possède une capacité de stockage et traitement pour les effluents liquides provenant de la tranche 3 et les effluents provenant des systèmes de site KER, TER et SEK nécessitant un traitement complémentaire.

Le circuit TEU de traitement des effluents usés est décrit en section 11.1.3.2.

Il assure le stockage, traitement et transfert vers KER (ou exceptionnellement TER) des drains résiduaire, drains chimiques, drains de planchers envoyés par le système RPE de l'EPR et par le système RPE du BTE et POE EPR, ainsi que les effluents nécessitant re-traitement ou traitement complémentaire envoyés par les systèmes de site KER, TER ou SEK. Le traitement effectué afin de limiter la radioactivité et la quantité de certaines substances chimiques comme le bore consiste en :

- la filtration de tous les effluents,
- la déminéralisation des effluents radioactifs chimiquement propres,
- l'évaporation des effluents liquides qui ne peuvent être traités par l'un des procédés ci-dessus du fait de leurs caractéristiques chimiques.

Il assure également le stockage pour contrôle et la filtration des distillats TEP non recyclables avant transfert aux réservoirs de contrôle avant rejet (KER ou exceptionnellement TER).

Les effluents liquides après traitement et les distillats TEP sont envoyés au KER ou exceptionnellement au TER (systèmes de site) pour stockage, contrôle et comptabilisation avant rejet modulé conformément à la réglementation.

Les concentrats issus de l'évaporation ainsi que les résines usées issues des déminéraliseurs TEU sont stockés et conditionnés dans le 8TES (système de traitement des effluents solides). Les filtres usés sont conditionnés dans le 8TES.

2.3. SYSTÈMES DE SITE

Les systèmes de site sont situés à l'emplacement des installations KER/TER/SEK existantes et traitent les effluents liquides provenant des tranches existantes et de la tranche EPR.

Il s'agit des systèmes de stockage et contrôle avant rejet :

- KER (circuit de contrôle et rejet des effluents liquides),
- TER (circuit des réservoirs supplémentaires de santé),
- SEK (circuit de recueil, contrôle et rejet des exhaures de la salle des machines).

Le contenu des bâches KER, TER et SEK peut être transféré, via TER, au TEU pour retraitement en cas de risque de dépassement d'une limite réglementaire.

Systeme KER

Le circuit KER de contrôle et rejet des effluents liquides est décrit en section 11.1.3.3.

Il assure le stockage :

- des effluents liquides traités dans les circuits TEU des tranches existantes et dans le circuit TEU de la tranche EPR,
- des purges des générateurs de vapeur de l'APG (système de purge des GV) des tranches existantes et de la tranche EPR lorsqu'elles ne sont pas recyclées,
- des distillats et des effluents primaires dégazés et décontaminés provenant du TEP des tranches existantes et des distillats dégazés non recyclables de la tranche EPR (via TEU),
- des effluents de laverie et de décontamination,

et, après contrôle, le rejet modulé dans le milieu naturel par l'intermédiaire d'un système de dilution.

L'impact de l'installation de la tranche EPR consiste en l'implantation de trois réservoirs supplémentaires ayant chacun une capacité identique à celle des réservoirs existants.

Systeme TER

Le circuit TER des réservoirs supplémentaires de santé est décrit en section 11.1.3.4.

Les capacités de stockage du TER ne sont utilisées que lors de circonstances exceptionnelles après accord de l'Autorité de Sûreté.

Ces capacités peuvent être utilisées en cas :

- d'indisponibilité partielle ou complète du circuit KER,
- d'indisponibilité partielle ou complète du circuit SEK,
- de saturation complète des réservoirs de tête des circuits TEU,

- de vidange d'une capacité de grandes dimensions (pour intervention ou en cas de défaillance) contenant des effluents qui ne peuvent être rejetés par les moyens normaux. Il s'agit du réservoir PTR, des réservoirs REA d'eau et d'appoint au circuit primaire ou des réservoirs TEP de stockage intermédiaire des tranches existantes et des systèmes PTR, REA, TEP et de l'IRWST de la tranche EPR,
- d'activité élevée des effluents de la salle des machines qui sont normalement rejetés par le circuit SEK,
- de difficultés de rejet des effluents dans le milieu naturel.

Systeme SEK

Le circuit SEK de recueil, contrôle et rejet des exhaures de la salle des machines est décrit en section 11.1.3.5.

Il assure le stockage :

- des effluents liquides provenant de la salle des machines et du bâtiment des auxiliaires généraux pouvant être éventuellement légèrement contaminés en cas de fuites primaire / secondaire des générateurs de vapeur des tranches existantes et de la tranche EPR,
- des effluents des puisards des locaux RRI et DEG des BAN des tranches existantes,
- des drains de planchers RPE 3 de la tranche EPR s'ils ne sont pas contaminés,

et, après contrôle, le rejet de ces effluents vers le milieu naturel.

L'impact de l'installation de la tranche EPR consiste en la mise en service des deux réservoirs supplémentaires existants ayant chacun une capacité identique à celle des réservoirs existants en service.

3. SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS GAZEUX

Les systèmes de traitements des effluents gazeux sont répartis entre les systèmes de traitement des effluents gazeux primaires (RPE partie effluents gazeux et TEG) et le traitement des autres effluents gazeux qui est assuré par les systèmes de ventilation (DWN, EBA et DWL notamment).

3.1. TRAITEMENT DES EFFLUENTS GAZEUX PRIMAIRES

Systeme RPE

Le système RPE est décrit en section 11.1.3.1.

Il comporte une partie effluents gazeux qui collecte les effluents gazeux, hydrogénés ou aérés, provenant de l'éventage des circuits ou du dégazage de fluide avant leur transfert vers le système TEG ou vers les réseaux de ventilation.

Le RPE intérieur BR permet aussi l'éventage et le remplissage du circuit primaire sous vide grâce à une pompe à vide.

Systeme TEG

Le système TEG est différent du procédé correspondant sur les tranches françaises et se rapproche du procédé des tranches allemandes.

Il est décrit dans la section 11.1.4 et contribue aux fonctions suivantes :

- compenser les variations de niveau du ciel gazeux dans les bâches raccordées en évacuant ou en apportant le volume correspondant de gaz ;

- éviter les fuites de gaz radioactifs des composants connectés au TEG dans les locaux du bâtiment en maintenant le système en dépression ;
- balayer à l'azote les composants dans lesquels le fluide primaire se dégaze afin de traiter les effluents gazeux ;
- limiter la teneur en hydrogène dans le système et les composants balayés à moins de 4 % en volume et la teneur en oxygène à moins de 2 % en volume afin d'empêcher la formation d'un mélange inflammable et d'éviter l'absorption d'oxygène par le fluide primaire empêchant ainsi des corrosions dans le circuit primaire ;
- prendre en charge le gaz en excès produit pendant les transitoires de la tranche par les systèmes raccordés au TEG ;
- retarder les gaz rares radioactifs avant leur rejet via DWN à l'atmosphère dans les conditions et limites réglementaires.

3.2. TRAITEMENT DES AUTRES EFFLUENTS GAZEUX

Les systèmes de ventilation sont décrits au sous-chapitre 9.4.

Ils assurent un rôle radiologique pour le public en réduisant le niveau de contamination de l'air avant rejet à la cheminée et ensuite dans l'environnement ; il s'agit en particulier des systèmes suivants :

- DWN, EBA petit débit, DWQ : en fonctionnement normal de la tranche, arrêt de tranche ou accident de manutention de combustible dans le BR,
- DWL : après un accident de manutention de combustible dans le BK ou lié au fonctionnement de l'injection de sécurité.

L'air extrait est traité sur filtres absolus et pièges à iodes si besoin. Après filtration, les effluents gazeux sont rejetés à la cheminée du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) avec contrôle pour comptabilisation dans les conditions réglementaires.

4. SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS SOLIDES

Le traitement des effluents solides est réparti entre le système TES de tranche et le système 8TES localisé dans le Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE) EPR.

4.1. SYSTÈME DE TRANCHE

Le système de tranche TES de traitement des effluents solides est décrit en section 11.1.5.1.

Il assure la mise en coque des paniers de filtres et le transfert des résines depuis le BAN jusqu'au Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE) EPR.

La machine de manutention des filtres retire le filtre utilisé et le dépose dans une coque béton.

Les résines usées des systèmes RCV, TEP, PTR et les résines usées contaminées du système APG sont évacuées dans les bâches de stockage 8TES du Bâtiment de Traitement des Effluents par le collecteur 8TES.

Le TES assure également la gestion des déchets technologiques (tri et contrôle) en amont des moyens de traitement et de conditionnement du 8TES du BTE.

4.2. SYSTÈMES DU BTE

Le système 8TES de traitement des effluents solides est décrit en section 11.1.5.2.

Il est localisé dans le Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE) EPR et traite les effluents solides produits par la tranche EPR.

Il comprend des installations de stockage des déchets et des installations de conditionnement.

Le stockage des résines échangeuses d'ions usées (issues des systèmes RCV, TEP, PTR, TEU et APG si actives) inclut deux bâches de stockage.

L'installation de conditionnement des résines consiste principalement en la machine mobile d'enrobage MERCURE.

Le système stocke aussi les concentrats produits par l'évaporateur TEU dans deux bâches.

La filière de traitement est le transport en bache mobile vers CENTRACO pour incinération.

Le système 8TES contient également les installations de conditionnement suivantes :

- l'installation d'enfûtage, blocage, bouchage des filtres et déchets technologiques radioactifs en coques béton,
- l'installation de compactage des déchets technologiques de faible activité,
- l'installation d'enfûtage, blocage et bouchage des boues radioactives en coques béton et/ou fûts.

11.1.3 SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

11.1.3.1 CIRCUIT DE PURGES ET EVENTS DE L'ILOT NUCLEAIRE (RPE)

11.1.3.2 CIRCUIT DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS USÉS (TEU)

11.1.3.3 CIRCUIT DE CONTRÔLE ET DE REJET DES EFFLUENTS LIQUIDES DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE (KER)

11.1.3.4 CIRCUIT DES RÉSERVOIRS SUPPLÉMENTAIRES DE SANTÉ (TER)

11.1.3.5 CIRCUIT DE RECUEIL, CONTROLE ET REJET DES EXHAURES DE LA SALLE DES MACHINES (SEK)

SOMMAIRE

.11.1.3.1	CIRCUIT DE PURGES ET EVENTS DE L'ILOT NUCLEAIRE (RPE)	5
0.	EXIGENCES DE SÛRETÉ	5
0.1.	FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.1.	CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	5
0.1.2.	EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	5
0.1.3.	CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	5
0.1.4.	CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.5.	CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	5
0.1.6.	CONTRIBUTIONS À L'ÉLIMINATION PRATIQUE	5
0.2.	CRITÈRES FONCTIONNELS	5
0.2.1.	CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	6
0.2.2.	EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	6
0.2.3.	CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	6
0.2.4.	CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX TROIS FONCTIONS DE SÛRETÉ	6
0.2.5.	CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	6
0.3.	EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION	7
0.3.1.	EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	7
0.3.2.	EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	8
0.3.3.	AGRESSIONS	8
0.3.4.	DIVERSIFICATION	9
0.3.5.	RADIOPROTECTION	9
0.3.6.	EXIGENCES LIÉES AU FONCTIONNEMENT, À LA MAINTENANCE ET À L'ACCESSIBILITÉ LONG TERME	9
0.4.	ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	9
0.4.1.	ESSAIS DE DÉMARRAGE	9
0.4.2.	SURVEILLANCE EN EXPLOITATION	9
0.4.3.	ESSAIS PÉRIODIQUES	9
0.4.4.	MAINTENANCE	9

1. RÔLE DU SYSTÈME	9
1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE	9
1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC-2 À PCC-4, RRC-A, EN ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS	10
2. BASES DE CONCEPTION	10
2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT	10
2.1.1. EFFLUENTS LIQUIDES RECYCLABLES	10
2.1.2. EFFLUENTS LIQUIDES NON RECYCLABLES	11
2.1.3. EFFLUENTS GAZEUX	11
2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT	12
2.2.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	12
2.2.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	12
2.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	12
2.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	12
2.2.5. CONTRIBUTIONS À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	12
2.3. AUTRES HYPOTHÈSES	12
3. DESCRIPTION – FONCTIONNEMENT	12
3.1. DESCRIPTION	12
3.1.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME	12
3.1.2. DESCRIPTION DES MATÉRIELS PRINCIPAUX	13
3.1.3. DESCRIPTION DES DISPOSITIONS D'INSTALLATION PRINCIPALES	15
3.2. FONCTIONNEMENT	16
3.2.1. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME NORMAL DE LA TRANCHE	16
3.2.2. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME PERMANENT DU SYSTÈME	16
3.2.3. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME TRANSITOIRE DU SYSTÈME	17
3.2.4. AUTRES RÉGIMES DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME	18
4. ANALYSE DE SÛRETÉ	18
4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION	18
4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS	18
4.2.1. CONTRÔLE DE LA RADIOACTIVITÉ	18



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.3.1

PAGE 3/26

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

4.2.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	18
4.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	18
4.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES À L'ACCOMPLISSEMENT DES FONCTIONS DE SÛRETÉ	20
4.2.5. CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	20
4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION	20
4.3.1. EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	20
4.3.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	21
4.3.3. AGRESSIONS	22
4.3.4. DIVERSIFICATION	22
4.3.5. RADIOPROTECTION	22
4.3.6. FONCTIONNEMENT, MAINTENANCE ET ACCESSIBILITÉ LONG TERME	23
4.3.7. SYSTÈME TEL QUE RÉALISÉ	23
4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	23
4.4.1. ESSAIS DE DÉMARRAGE	23
4.4.2. SURVEILLANCE EN FONCTIONNEMENT NORMAL	23
4.4.3. ESSAIS PÉRIODIQUES	23
4.4.4. MAINTENANCE	23
5. SCHÉMAS DE PRINCIPE	24



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.3.1

PAGE 4/26

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

FIGURES :

FIG-11.1.3.1.1 COLLECTE DES EFFLUENTS 25

**FIG-11.1.3.1.2 PRINCIPE D'ORIENTATION DES EFFLUENTS AU NIVEAU DU
RPE ET TRANSFERT VERS LE TEU 26**

.11.1.3.1 CIRCUIT DE PURGES ET EVENTS DE L'ILOT NUCLEAIRE (RPE)

0. EXIGENCES DE SÛRETÉ

0.1. FONCTIONS DE SÛRETÉ

La contribution du système aux trois fonctions fondamentales est définie ci-dessous :

0.1.1. Contrôle de la réactivité

Le système RPE ne contribue pas directement au contrôle de la réactivité.

0.1.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Le système RPE ne contribue pas directement à l'évacuation de la puissance résiduelle.

0.1.3. Confinement des substances radioactives

- Le système RPE véhicule des effluents liquides et gazeux contenant des substances radioactives. A ce titre, il doit contribuer :
 - au confinement de ces substances vis-à-vis de l'environnement dans sa globalité et du public,
 - au contrôle de la radioactivité en fonctionnement normal.

- En conditions accidentelles, vis-à-vis de la 3^{ème} barrière de confinement, le système RPE doit :
 - assurer l'isolement de la ligne de refoulement des effluents vers TEU et la réinjection des effluents RIS dans le Bâtiment Réacteur,
 - jouer le rôle de 3^{ème} barrière de confinement au niveau de ses traversées enceinte,
 - détecter une fuite RCV dans le BAN,
 - assurer l'isolement des locaux du BAN et du BK vis à vis d'une fuite EVU,
 - assurer le confinement du hall de manutention combustible BK.

0.1.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.1.5. Contributions spécifiques à la protection contre les agressions

Les contributions du système RPE à la protection contre les agressions doivent être les suivantes :

- protection contre l'inondation (interne et externe) dans l'îlot nucléaire,
- limitation des effets d'une inondation suite à un séisme.

0.1.6. Contributions à l'élimination pratique

Le système ne contribue pas directement à l'élimination pratique.

0.2. CRITÈRES FONCTIONNELS

Afin d'assurer sa participation aux fonctions fondamentales de sûreté, le système doit satisfaire aux critères fonctionnels suivants :

0.2.1. Contrôle de la réactivité

Sans objet.

0.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

0.2.3. Confinement des substances radioactives

- Le système RPE doit permettre de :
 - confiner les substances radioactives et prévenir le risque de fuites,
 - assurer la prévention du débordement d'effluents radioactifs dans l'îlot nucléaire et le BTE,
 - assurer la prévention de la pollution des systèmes DW- et TEG par des effluents liquides actifs,
 - assurer la prévention de la pollution des systèmes TEU et SEK par des effluents actifs.
- En conditions accidentelles, vis-à-vis de la 3^{ème} barrière de confinement, le système RPE doit :
 - assurer l'isolement de la ligne de refoulement des effluents vers TEU et la réinjection des fuites RIS dans le BR, au titre du confinement à long terme en cas de fuites RIS dans un Bâtiment des Auxiliaires de Sauvegarde (BAS) après un APRP (PCC-4),
 - permettre l'isolement de l'enceinte de confinement au niveau des lignes d'exhaure des drains de plancher 1 et 2 dans le Bâtiment Réacteur sur signal de bas niveau piscine BK, lorsque le tube de transfert est ouvert, afin d'empêcher une éventuelle évacuation d'eau à l'extérieur du Bâtiment Réacteur,
 - permettre l'isolement de l'enceinte de confinement au niveau de ses traversées enceinte sur signal Isolement Enceinte phase 1 (IE1), afin de confiner à l'intérieur du Bâtiment Réacteur les substances radioactives,
 - permettre l'isolement de l'enceinte de confinement au niveau de la ligne de réinjection des effluents RIS en Accident Grave, afin de confiner à l'intérieur du Bâtiment Réacteur les substances radioactives,
 - permettre l'isolement de l'enceinte de confinement au niveau de ses traversées enceinte sur signal Haute Activité Primaire dans les situations PCC conduisant à des ruptures de gaines sans déclenchement du signal IE1,
 - permettre la détection d'une fuite RCV dans le BAN (PCC section 15.2.3q),
 - permettre d'arrêter les pompes des puisards RPE  et d'empêcher leur redémarrage automatique afin d'isoler les locaux du BK et du BAN vis à vis d'une fuite sur EVU,
 - permettre l'isolement des lignes de trop pleins de la piscine BK afin d'assurer le confinement du hall de manutention combustible BK.

0.2.4. Contributions indirectes aux trois fonctions de sûreté

Sans objet.

0.2.5. Contributions spécifiques à la protection contre les agressions

Au titre de sa contribution spécifique à la protection contre les agressions, le système RPE doit :

- détecter une inondation interne dans le bâtiment Combustible (BK), le bâtiment des Auxiliaires de Sauvegarde (BAS), le bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) et le bâtiment réacteur (BR),
- identifier un by-pass de la protection volumétrique lors d'une inondation externe,

- permettre l'isolement des lignes présentant un risque de by-pass de la protection volumétrique afin de limiter les effets d'une inondation externe,
- permettre le déclenchement des pompes des puisards dont le maintien en service aggraverait les effets d'une inondation dans le bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN), le bâtiment de Traitement des Effluents (BTE) ou la galerie □ suite à un séisme.

0.3. EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION

0.3.1. Exigences issues du classement de Sûreté

0.3.1.1. Classement de sûreté

Les parties du système RPE jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté doivent faire l'objet d'un classement de sûreté conformément aux règles de classement indiquées à la section 3.2.1.

0.3.1.2. Critère de défaillance unique (active et passive)

Les fonctions du système RPE classées F1 doivent être robustes à l'application du critère de défaillance unique.

Les fonctions du système RPE classées F2 au titre de la protection de l'installation contre les agressions internes doivent être robustes à l'application de la défaillance aléatoire conformément aux règles décrites en paragraphe 2.3 de la section 3.4.0.

0.3.1.3. Alimentation électrique de secours

L'alimentation électrique des composants du système RPE nécessaire à l'accomplissement des fonctions classées F1 doit être secourue par les groupes diesels principaux.

L'alimentation des composants du système RPE nécessaire à l'accomplissement des fonctions classées F2 doit être secourue au cas par cas, afin que cette dernière soit assurée si nécessaire, en cas de perte des alimentations électriques extérieures.

0.3.1.4. Séparation physique / géographique

Les fonctions classées F1 du système RPE doivent être conçues conformément à l'exigence de séparation physique / géographique de leurs équipements redondants constitutifs.

Les fonctions classées F2 du système RPE ne font pas l'objet d'une exigence de séparation physique / géographique.

0.3.1.5. Qualification aux conditions accidentelles

Les équipements classés du système RPE doivent être qualifiés en fonction des conditions de fonctionnement dans lesquelles ils sont sollicités au titre de leur contribution à l'accomplissement des fonctions de sûreté, conformément aux règles du sous-chapitre 3.7.

0.3.1.6. Classement ESPN, mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique

Les équipements du système RPE redevables d'un classement mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique doivent être classés conformément aux règles de classement présentées dans la section 3.2.1.

Les équipements du système RPE redevables d'un classement ESPN doivent être classés conformément à la réglementation applicable (cf. section 3.6.2).

0.3.2. Exigences réglementaires

0.3.2.1. Textes réglementaires

L'ensemble des exigences issues des textes réglementaires est présenté dans la section 1.7.0 du Rapport De Sûreté.

0.3.2.1.1. Textes officiels

Le système RPE n'est pas concerné spécifiquement par un texte officiel.

0.3.2.1.2. Prescriptions techniques

Le système RPE appartient au noyau dur Fukushima (cf. chapitre 21). A ce titre, il doit respecter la décision n°2012-DC-0283 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 26 juin 2012 et la décision n°2014-DC-0403 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 21 janvier 2014 (voir section 1.7.0)

Le système RPE est concerné spécifiquement par les décisions n°2018-DC-0639 et n°2018-DC-640 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant respectivement les valeurs limites de rejet dans l'environnement des effluents et les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville.

0.3.2.1.3. Réglementations internationales

Le système RPE n'est pas concerné par une réglementation internationale spécifique.

0.3.2.2. Textes para-réglementaires

0.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Le système RPE n'est pas concerné par une Règle Fondamentale de Sûreté spécifique.

0.3.2.2.2. Directives techniques

Le système RPE est concerné par les sections suivantes des Directives Techniques (voir section 1.7.0) :

- Section A.2.7.2 – Effluents radioactifs et déchets : Des dispositions de conception doivent être prises pour réduire encore l'activité et le volume des matières radioactives à évacuer de la tranche en tant que déchets.
- Section C.4.2.1. – Réduction des déchets et démantèlement : Le concepteur doit préciser comment il prendra en compte l'objectif de réduction des effluents et des déchets radioactifs indiqué au paragraphe A.2.7.2 dans le cadre d'un processus d'optimisation. Ceci implique une évaluation détaillée du retour d'expérience existant. Les points suivants doivent notamment être traités : les spécifications des matériaux pour les composants qui sont en contact avec le réfrigérant primaire, les procédés de traitement des effluents radioactifs liquides et gazeux, de même que des déchets radioactifs solides en fonction des caractéristiques des différents types d'effluents et de déchets, en tenant compte des situations plausibles telles que les ruptures de gaines.

0.3.2.3. Textes EPR spécifiques

Le système RPE n'est pas concerné par un texte EPR spécifique.

0.3.3. Agressions

0.3.3.1. AGRESSIONS INTERNES

Les fonctions du système RPE doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions internes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.4.

0.3.3.2. Agressions externes

Les fonctions du système RPE doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions externes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.3.

0.3.4. Diversification

Le système RPE ne fait pas l'objet d'une exigence de diversification.

0.3.5. Radioprotection

Le système doit être conçu pour limiter l'exposition du personnel au rayonnement et à la contamination radioactive dus aux produits de fission et aux produits de corrosion activés contenus dans les fluides véhiculés (effluents liquides et gazeux).

0.3.6. Exigences liées au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme

Le système RPE n'est pas concerné par une exigence liée au fonctionnement, à la maintenance ou à l'accessibilité long terme.

0.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

0.4.1. Essais de démarrage

Le système RPE doit être conçu pour permettre la réalisation d'essais de démarrage permettant de s'assurer de sa conception adéquate et de ses performances, et notamment du respect des critères fonctionnels qui lui sont assignés au [§ 0.2.](#)

0.4.2. Surveillance en Exploitation

Le système RPE doit être conçu pour permettre une surveillance en exploitation normale des caractéristiques du système nécessaires à l'accomplissement de ses missions de sûreté afin d'assurer le bon comportement de ses composants et leur disponibilité en fonctionnement normal, incidentel et accidentel.

0.4.3. Essais périodiques

Les parties classées du système RPE doivent être conçues pour permettre la réalisation d'essais périodiques conformément aux règles définies dans le chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation.

0.4.4. Maintenance

Le système RPE doit être conçu pour permettre la mise en oeuvre d'un programme de maintenance, conformément au chapitre VIII des RGE.

1. RÔLE DU SYSTÈME

Le système RPE assure les fonctions opérationnelles suivantes dans les différentes conditions de fonctionnement de l'installation dans lesquelles il est sollicité :

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE

Le système RPE doit permettre, en fonctionnement normal de la tranche :

- de collecter sélectivement les effluents liquides et gazeux issus des vidanges, purges, échantillonnages et fuites des circuits produits par le circuit primaire, les systèmes auxiliaires du réacteur, les systèmes auxiliaires nucléaires de l'îlot nucléaire, les eaux de plancher des locaux

contaminables, les systèmes installés dans le Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE) et dans le Pôle Opérationnel d'Exploitation (POE), en fonction de leur mode de traitement, par leur acheminement vers des capacités de stockage dédiées,

- de sélectionner les effluents primaires pour recycler autant que possible le bore qu'il contient,
- de balayer le circuit primaire avant l'ouverture du couvercle cuve et éventer avant et pendant son remplissage après fermeture du couvercle.

1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC-2 À PCC-4, RRC-A, EN ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS

En conditions de fonctionnement PCC2 à PCC4, RRC-A, Accident Grave et en situations d'agressions, le rôle du système RPE est le suivant :

- assurer l'isolement de l'enceinte de confinement au niveau des traversées enceinte sur signal d'isolement enceinte phase 1 (IE1), sur signal haute activité primaire (HAP) et en accident grave,
- assurer l'isolement de l'enceinte de confinement au niveau des traversées enceinte des lignes d'exhaure des drains de plancher 1 et 2 du BR pour l'atteinte de l'état contrôlé des transitoires de petites brèches primaires non isolables en état E,
- collecter les fuites RIS dans les puisards RPE des BAS afin de les réinjecter dans le BR et assurer ainsi leur confinement dans les situations PCC4 (APRP cumulé à une défaillance passive du système RIS),
- détecter une fuite RCV dans le BAN dans le cas d'un PCC 15.2.3q,
- arrêter les pompes des puisards RPE et empêcher leur redémarrage automatique afin d'isoler les locaux du BK et du BAN vis-à-vis d'une fuite sur EVU,
- détecter une inondation interne dans le bâtiment Combustible (BK), le bâtiment des Auxiliaires de Sauvegarde (BAS), le bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) et le bâtiment réacteur (BR),
- identifier un by-pass de la protection volumétrique lors d'une inondation externe,
- permettre l'isolement des lignes présentant un risque de by-pass de la protection volumétrique lors d'une inondation externe,
- permettre le déclenchement des pompes des puisards dont le maintien en service aggraverait les effets d'une inondation dans le bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) et le bâtiment de Traitement des Effluents (BTE) ou la galerie suite à un séisme.

2. BASES DE CONCEPTION

2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT

Les effluents sont classés en différentes catégories selon qu'ils sont recyclables ou non. Ils sont collectés selon leur nature (liquide ou gazeuse), leur origine (drains résiduaires, drains chimiques, drains de planchers, effluents primaires) et sont dirigés vers un traitement approprié.

2.1.1. Effluents liquides recyclables

- Collecte des effluents liquides primaires
Ils proviennent du fluide de qualité primaire. Ils sont principalement produits par :
 - La décharge de fluide primaire liée au fonctionnement de la tranche,
 - Les fuites et purges de fluide primaire,
 - Le transfert de fluide primaire,
 - La décharge des soupapes de sûreté du pressuriseur via le Réservoir de Décharge du Pressuriseur (RDP)

Des améliorations dans la conception du RPE par rapport au Parc permettent de maximiser le recyclage du bore.

- Transfert des effluents liquides primaires

Les caractéristiques chimiques des effluents primaires permettent leur recyclage au TEP.

Les circuits de transfert des effluents primaires doivent être disponibles durant toutes les phases d'exploitation.

2.1.2. Effluents liquides non recyclables

- Collecte de drains dans l'îlot nucléaire (hors BTE et POE)

- Drains résiduaux (DR) : ils sont composés de fluide primaire pollué provenant des purges et de fuites des équipements, 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 et/ou taux de matières en suspension trop élevé) en cas de décontamination. En général, leur niveau de pollution modéré leur permet d'être traités différemment des drains chimiques.
- Drains chimiques (DC) : ils sont composés d'effluents réputés chimiquement pollués et actifs produits principalement dans le BAN. Ils proviennent notamment du [] et des circuits de décontamination du fluide primaire.
- Drains de planchers 1 (DP1) : ils sont potentiellement contaminés et proviennent des fuites exceptionnelles des équipements véhiculant du fluide actif et des lavages de sols ; les puisards sont implantés dans des zones à locaux contenant des équipements véhiculant du fluide réputé actif.
- Drains de planchers 2 (DP2) : ils sont peu ou pas contaminés et proviennent des fuites, des lavages de sols et des purges d'équipements (tels que eau secondaire ou RRI) ; les puisards sont implantés dans des zones à locaux ne contenant pas des équipements véhiculant du fluide réputé actif, en zone contrôlée.
- Drains de planchers 3 (DP3) : ces effluents sont produits uniquement hors zone contrôlée. Ils sont réputés normalement non contaminés et proviennent des purges d'équipements (tels que eau secondaire ou RRI), des fuites, des lavages de sols.

- Transfert des drains vers les systèmes TEU et SEK

Après brassage et analyse des effluents contenus dans les puisards ou réservoirs relais, les effluents liquides non recyclés sont dirigés vers le système TEU dans le Bâtiment de Traitement des Effluents ou vers SEK en fonction des résultats d'analyses :

- Transfert vers TEU DR si les effluents sont actifs et non pollués chimiquement (DR),
- Transfert vers TEU DC si les effluents sont actifs et pollués chimiquement (DR, DC ou DP1),
- Transfert vers TEU DP si les effluents sont légèrement actifs (DP1, DP2, DP3),
- Les DP3 peuvent être directement dirigés vers SEK.

Les circuits de transfert des DR, DC, DP1, DP2, DP3 doivent être disponibles durant toutes les phases d'exploitation, particulièrement en arrêt de tranche.

- Collecte de drains dans le BTE et POE

La collecte des effluents dans les bâtiments BTE et POE comprend des drains résiduaux, des drains chimiques et des drains de planchers. Les effluents sont directement acheminés vers le système TEU correspondant.

2.1.3. Effluents gazeux

Le système RPE doit collecter les effluents gazeux, hydrogénés ou aérés, provenant de l'éventage des circuits ou du dégazage de fluide, avant leur transfert vers le système TEG (voir section 11.1.4) ou vers les réseaux de ventilation.

2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT

2.2.1. Contrôle de la réactivité

Sans objet

2.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

2.2.3. Confinement des substances radioactives

- Au titre du maintien de l'état sûr et du confinement à long terme en cas de fuites d'un train RIS (PCC-4) après un APRP, le système RPE doit permettre d'assurer l'isolement de la ligne de refoulement des effluents vers TEU et la réinjection des fuites RIS dans le BR.
La pompe doit réinjecter à un débit supérieur à \square l/mn à une pression supérieure ou égale à \square bars absolus, correspondant à la pression à l'intérieur de l'enceinte 24h après un APRP.
- Les vannes d'isolement enceinte du système RPE appartiennent à la 3^{ème} barrière. A ce titre, les bases de conception de ce dispositif d'isolement sont décrites dans les section 6.2.3 et section 6.2.5.

2.2.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

2.2.5. Contributions à la protection contre les agressions

Sans objet.

2.3. AUTRES HYPOTHÈSES

Les matériaux RPE doivent être choisis conformément aux caractéristiques des fluides véhiculés. La plupart des composants doivent être constitués d'acier austénitique pour éviter la corrosion.

L'étanchéité de la robinetterie et des tuyauteries doit permettre de minimiser le risque d'entrée d'air dans le circuit RPE pour s'affranchir des phénomènes de coups de bélier.

3. DESCRIPTION – FONCTIONNEMENT

3.1. DESCRIPTION

3.1.1. Description générale du système

Le système RPE est composé de différentes catégories d'effluents collectés dans les différents bâtiments (BR, BAS, BK, BAN, Tour d'accès, BTE et POE) :

- Effluents primaires liquides et gazeux,
- Drains chimiques,
- Drains résiduels,
- Drains de planchers 1, 2 et 3,
- Drains de planchers (pour le BTE et POE).

Les schémas de principe ([FIG-11.1.3.1.1](#)) sont joints à la fin de cette section.

La conception du RPE vise à un tri poussé des effluents permettant un traitement optimal de chaque type d'effluents, ainsi qu'un recyclage du bore.

Le schéma de principe d'orientation des effluents vers le système RPE ainsi que les règles d'orientation des effluents vers le système TEU, sont donnés à la fin de cette section ([FIG-11.1.3.1.2](#)).

3.1.2. Description des matériels principaux

Le système RPE est composé des matériels principaux suivants :

3.1.2.1. Effluents liquides recyclables

- Effluents liquides primaires dans le BR

Ces effluents sont du fluide de qualité primaire provenant notamment :

- des fuites du circuit primaire (joint 2 des GMPP par exemple),
- des fuites du joint intérieur de cuve,
- de la ligne de dégazage du pressuriseur,
- de la purge du séparateur de phase au refoulement de la pompe de mise sous vide,
- des décharges des soupapes de sûreté du pressuriseur via le Réservoir de Décharge du Pressuriseur (RDP),
- des purges et éventages des tuyauteries et équipements du circuit primaire.

Ces effluents, à l'exception de ceux provenant du RDP, sont collectés dans le réservoir principal des effluents primaires [] ou bien dans le réservoir [].

Les effluents contenus dans le réservoir [] sont refroidis en recirculation par deux pompes redondantes et un échangeur de chaleur situé au refoulement des pompes.

Les effluents présents dans ce réservoir sont principalement issus du circuit primaire et sont donc saturés en hydrogène par le RCV. Afin d'éviter la présence d'hydrogène et de gaz nocifs, le réservoir [] est balayé en permanence par le TEG et reste ainsi dépressurisé entre [] et [] bar abs.

Le réservoir d'effluents primaires [] est utilisé principalement en arrêt de tranche et reçoit des effluents aérés, issus des purges et éventages de circuit contenant du fluide de qualité primaire. Il n'est pas pressurisé et est balayé par le système de ventilation EBA.

Il peut également collecter, de façon exceptionnelle, des effluents en puissance provenant de décharge de soupapes.

Dans le cas particulier d'opération de rinçage des circuits, les effluents sont envoyés vers le puisard [] via le trop-plein du réservoir [].

Un séparateur de phase permet de séparer la phase gazeuse de la phase liquide lors de la mise sous vide et pendant les phases de balayage du RCP (balayage en azote ou en air). L'absence de liquide vers le TEG et l'EBA est ainsi garantie. Les condensats de la vapeur présente dans la phase gazeuse sont collectés par gravité dans un réservoir vidangé gravitairement dans le réservoir des effluents primaires [].

- Effluents primaires du BAS et du BK

Il s'agit des effluents primaires tels que RIS, EVU, RCV et PTR collectés dans les zones contrôlées de ces bâtiments dans des réservoirs utilisés principalement lors des phases de maintenance.

Avant tout transfert d'effluents primaires vers le système TEP, l'ensemble des effluents primaires est traité via un filtre situé sur la ligne de décharge vers le système de stockage du réfrigérant TEP1.

- Effluents primaires liquides dans le BAN

Les effluents suivants :

- purges des équipements et tuyauteries véhiculant du fluide primaire,
- décharges de soupapes,

sont collectés dans un réservoir balayé par TEG puis envoyés au TEP après filtration.

Les décharges de soupape telles que celles situées sur les bâches TEP et RCV notamment sont acheminées dans un réseau de tuyauteries qui raccordent les soupapes :

- à deux réservoirs TEP1 dans leur partie supérieure pour l'évacuation des effluents en cas de décharge des soupapes (fort débit),
- au réservoir d'effluents primaires du BAN via un ballon de mesure  permettant de comptabiliser les fuites de soupapes, au cas où celles-ci ne se refermeraient pas totalement (faible débit).

Une soupape située en amont de ce système de collecte permet de protéger le système en cas de surpression.

3.1.2.2. Effluents liquides non recyclables

L'orientation des effluents est possible, par conception, vers les différentes lignes de traitement (filtration, déminéralisation, évaporation) de manière à permettre en exploitation la souplesse nécessaire pour s'adapter aux contraintes techniques, environnementales et économiques.

- Drains résiduaux (DR)

L'eau utilisée pour rincer les tuyauteries et équipements de circuit ayant contenu du fluide primaire est collectée dans les réservoirs de drains résiduaux pour le RPE de tranche et dans un puisard pour les drains résiduaux du BTE.

La plupart des raccordements entre les purges des équipements et les réservoirs sont fixes, les équipements sont vidangés par gravité.

Les réservoirs de drains résiduaux sont reliés au système de ventilation et sont équipés de pompes immergées.

L'ensemble des réservoirs de drains résiduaux situés dans le Bâtiment des Auxiliaires de Sauvegarde et le Bâtiment Combustible renvoient leurs effluents dans le réservoir relais situé dans le Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires. Selon les caractéristiques chimiques des DR et selon les résultats d'une analyse technico-économique, les DR peuvent être envoyés soit vers TEU DR (pour un traitement sur déminéraliseurs), soit vers TEU DC (pour un traitement sur évaporateur).

Les effluents résiduaux du BTE sont directement transférés vers le TEU DR.

- Drains chimiques (DC)

Les réservoirs des effluents chimiques collectent les effluents radioactifs chimiquement pollués provenant de l'échantillonnage et des circuits de décontamination du fluide primaire, et des systèmes du BTE et du POE.

Les effluents chimiques de l'îlot nucléaire (hors BTE et POE) transitent vers le réservoir relais du BAN équipé de deux pompes avant d'être dirigés vers le TEU DC pour un traitement sur évaporateur.

Les effluents chimiques du BTE et POE sont transférés vers le TEU DC.

- Drains de planchers 1 (DP1)

Ces effluents sont potentiellement contaminés et sont collectés dans le BR et les bâtiments auxiliaires (BAN, BK, BAS) dans les locaux contenant des équipements primaires (pollués avec des effluents à faible teneur en bore et potentiellement faiblement contaminé). Ils proviennent des fuites et des lavages des sols de locaux contaminés en zone contrôlée tels que :

- Fuites incontrôlées d'eau contaminée,
- Nettoyage de locaux potentiellement contaminés.

Les puisards sont équipés de pompes immergées renvoyant dans le puisard relais du BAN.

Après mélange et échantillonnage et selon l'activité du puisard relais (par rapport à un seuil d'activité pré-défini), les effluents sont transférés soit vers TEU DC (pour un traitement sur évaporateur), soit vers TEU DP (pour un traitement par filtration).

Les effluents sont collectés par gravité dans un puisard via un réseau composé de tuyauteries, siphons de sol et d'entonnoirs récupérant les purges et événements des équipements.

- Drains de planchers 2

Ces effluents sont peu ou pas contaminés et sont collectés dans le BR, l'espace entre-enceinte, le BAN, la Tour d'accès. Ils proviennent des purges d'équipements, des fuites et des lavages des sols  tels que :

- Système de purge des générateurs de vapeur (APG),

- Echangeurs RRI,
- Rinçage et lavage à contre-courant des résines APG,
- Batteries froides des systèmes de ventilation et de conditionnement d'air.

Les puisards sont équipés de pompes immergées renvoyant les effluents dans le puisard relais du BAN puis vers TEU DP.

Les effluents sont collectés par gravité dans un puisard via un réseau composé de tuyauteries, siphons de sol et d'entonnoirs récupérant les purges et événements des équipements.

- Drains de planchers 3

Ces effluents sont normalement non contaminés et sont collectés dans les bâtiments auxiliaires. Ils proviennent des fuites et des lavages des sols ☐ tels que :

- Alimentation en secours des GV (pompes ASG),
- Pompes et échangeurs RRI,
- VVP.

Les puisards sont équipés de pompes immergées renvoyant dans le puisard relais du BAN.

Après mélange et échantillonnage et selon l'activité mesurée au niveau du puisard relais, les effluents sont transférés soit vers TEU DP (traitement par filtration) ou directement vers le système de traitement des effluents liquides de l'îlot conventionnel (SEK). Le puisard relais est équipé d'une sonde KRT qui, sur dépassement du seuil d'activité isole automatiquement le transfert vers SEK.

Les effluents sont collectés par gravité dans un puisard via un réseau composé de tuyauteries, siphons de sol et d'entonnoirs récupérant les purges et événements des équipements.

- Drains de planchers du BTE et POE

Ces effluents sont normalement non contaminés et sont collectés dans le BTE et le POE. Ils proviennent notamment des purges d'équipements, des vidanges des bâches, des fuites, des lavages des sols de locaux contaminables et des douches de décontamination des laboratoires chauds du POE.

Ces effluents sont transférés vers TEU DP (traitement par filtration).

3.1.2.3. Effluents gazeux

Les gaz collectés dans les différents réservoirs d'effluents primaires (excepté le réservoir ☐ connecté à EBA) sont transférés vers TEG. Ces gaz proviennent de la décharge des soupapes de sécurité, du dégazage permanent du pressuriseur (voir paragraphe 3.5 du sous-chapitre 5.1), ainsi que du dégazage du fluide contenu dans ces réservoirs.

Les effluents résiduels et chimiques du BTE sont récupérés dans des puisards. Les effluents chimiques du POE sont récupérés dans un réservoir sans connexion directe au système de ventilation.

Les gaz collectés sont principalement composés d'azote, d'hydrogène, d'oxygène, de vapeur d'eau et de produits de fission gazeux radioactifs.

Par ailleurs, les ciels gazeux des réservoirs d'effluents chimiques et résiduels sont connectés au réseau de ventilation des différents bâtiments.

Les effluents gazeux proviennent également du balayage en l'azote puis en air du circuit primaire avant ouverture du couvercle de cuve, ainsi que de la mise sous vide du circuit primaire lors de son remplissage (voir § 3.2.3.2. et § 3.2.3.3.). L'évacuation des effluents gazeux durant ces phases est assurée par une pompe à vide.

3.1.3. Description des dispositions d'installation principales

Les réservoirs et puisards sont situés typiquement au niveau inférieur de chaque bâtiment.

Les pompes RPE sont majoritairement des pompes immergées. Ces pompes ne doivent pas nécessiter de maintenance. Par conséquent, les puisards sont protégés contre la chute de divers objets susceptibles de détériorer ou de bloquer les pompes.

La hauteur manométrique nominale de la pompe est déterminée à partir de la géométrie des lignes de décharge des pompes et des conditions de fonctionnement normal dans les réservoirs et les puisards. Chaque pompe est équipée d'une ligne à débit nul intégrée à la pompe (sauf pompes mobiles) voire, lorsque cela est nécessaire, d'une ligne de débit nul externe, afin d'assurer la protection de la traversée enceinte.

Les modes de fonctionnement envisagés des pompes (durées de fonctionnement visées après mise en service notamment) sont également pris en considération. De manière générale, le débit nominal des pompes est choisi de manière à éviter le débordement des réservoirs et des puisards en considérant le débit maximal d'effluents collectés.

La pression et la température de calcul du système sont sélectionnées afin de parvenir à une harmonisation avec les systèmes raccordés.

Le dimensionnement du système RPE (volumes des réservoirs et puisards, débits des pompes associées) est établi sur la base des quantités d'effluents à collecter lorsque celles-ci sont prédictibles ou d'hypothèses de découplage dans le cas contraire (cas des puisards qui recueillent des effluents issus des fuites d'équipements et/ou d'opérations d'exploitation en particulier). Cette quantité d'effluents a été définie en considérant les éléments suivants :

- les volumes de fluides à évacuer / vidanger pour chacun des systèmes connectés au RPE,
- les volumes issus des décharges des soupapes connectées au RPE,
- la récupération des fuites de certains équipements.

Le dimensionnement des réservoirs et des puisards tient également compte du retour d'expérience du N4 et des contraintes liées au génie civil.

3.2. FONCTIONNEMENT

3.2.1. Fonctionnement en régime normal de la tranche

Le système RPE est en service en fonctionnement normal de la tranche. Les équipements sont sollicités de façon intermittente en fonction de la production d'effluents par la tranche et de la réalisation d'essais périodiques.

3.2.2. Fonctionnement en régime permanent du système

3.2.2.1. Effluents liquides recyclables

- Effluents liquides primaires dans le BR
Ces effluents sont collectés dans les réservoirs des effluents primaires du BR.
Un réseau de tuyauteries, de vannes motorisées et de clapets anti-retour ainsi que des mesures de niveau et de température permettent la mise en œuvre des différentes configurations possibles d'aiguillage des effluents liquides :
 - Transfert des effluents issus du réservoir [] vers le TEP1,
 - Refroidissement du réservoir [] : lors de cette phase, les effluents sont lignés en recirculation sur le réservoir, via un échangeur de chaleur, situé au refoulement des pompes,
 - Refroidissement et drainage du réservoir de décharge du pressuriseur (RDP) : lors de cette phase, les effluents sont lignés en recirculation sur le RDP, via l'échangeur de chaleur.
 - Transfert des effluents vers le TEP1 : il existe deux lignes permettant cette évacuation: une ligne " petit débit ", utilisée principalement lors des phases de transfert des effluents contenus dans les réservoirs [] et une ligne " grand débit " pouvant être utilisée lors des phases de décharge du RDP.

Les phases de refroidissement des effluents sont nécessaires pour la protection des résines TEP (l'évacuation au TEP n'est possible qu'en-deçà de la température maximale autorisée par les résines TEP).

- Effluents primaires liquides hors BR

Ces effluents froids (sans besoin supplémentaire de refroidissement) sont acheminés aux réservoirs TEP1 après filtration.

- Mesures de fuite des boucles primaires

Le système RPE participe au contrôle de l'étanchéité du circuit primaire grâce à sa contribution au bilan des fuites primaires notamment (voir section 5.2.3). En effet, il contribue à la caractérisation des fuites quantifiées via le réservoir d'effluents primaires [] et à la détection des fuites non quantifiées (augmentation du niveau dans les puisards drains de planchers notamment).

De plus, une bouteille de mesure située dans le BAN permet de mesurer les fuites de soupapes véhiculant du fluide de qualité primaire.

3.2.2.2. Effluents liquides non recyclables

Ces effluents sont collectés dans les réservoirs et puisards dédiés dans les différents bâtiments de l'îlot nucléaire et sont transférés, sur atteinte du seuil de niveau haut, vers le réservoir ou puisard relais correspondant.

Après brassage et analyse du contenu des puisards ou réservoirs relais, les effluents sont dirigés vers le traitement TEU approprié défini suite à une analyse chimique et /ou radiochimique ou/et après une analyse technico-économique.

3.2.2.3. Effluents gazeux

Afin d'éviter un mélange oxygène / hydrogène explosif, il existe une double orientation des événements pouvant contenir de l'hydrogène :

- lorsque le fluide est oxygéné, il est dirigé vers les réservoirs des effluents résiduaux, extraits via les réseaux de ventilation,
- lorsque le fluide est hydrogéné, il est dirigé vers les réservoirs des effluents primaires balayés par un flux continu d'azote grâce à leur connexion au système TEG.

Les effluents gazeux contenus dans les réservoirs d'effluents résiduaux et chimiques, exceptés le RPE du BTE et du POE, sont extraits via les réseaux de ventilation DWN (dans le BAN), DWK (dans le BK), DWL (dans les BAS).

Le réservoir des effluents primaires [] est utilisé essentiellement lors des arrêts de tranche et reçoit des effluents aérés. Il est balayé par le système de ventilation EBA.

3.2.3. Fonctionnement en régime transitoire du système

3.2.3.1. Refroidissement du réservoir de décharge du pressuriseur

La boucle de refroidissement du réservoir des effluents primaires du BR, [], est aussi dimensionnée pour refroidir et drainer le réservoir de décharge du pressuriseur (RDP) après essai des soupapes du pressuriseur notamment.

Cette fonction ne peut s'accomplir que dans les conditions prévues, lorsque le réservoir des effluents primaires du BR ne nécessite pas de refroidissement ou de vidange, sa température et son niveau étant suffisamment bas. Les séquences de basculement entre fonctionnement en refroidissement du RDP et fonctionnement normal du système sont initiées [], les pompes de vidange étant arrêtées.

Après la phase de refroidissement du RDP, le transfert vers le TEP peut être réalisé.

3.2.3.2. Mise sous vide pour remplissage du circuit primaire

Après un arrêt à froid pour rechargement et avant remplissage du circuit primaire, une pompe à vide raccordée au pressuriseur (et temporairement à l'évent de cuve) met en dépression le circuit primaire à 10^{-2} mbar abs, afin de limiter, après remplissage, les opérations d'éventage dynamique par les pompes primaires et ainsi d'accélérer le remplissage et l'éventage du circuit primaire. Durant cette phase, les effluents gazeux sont évacués via l'EBA.

3.2.3.3. Balayage du circuit primaire à 3/4 de boucle

Lorsque le niveau du circuit primaire atteint $3/4$ de boucle, un balayage à l'azote du circuit primaire est éventuellement réalisé (suivant les conditions radiochimiques du circuit primaire). L'azote est alors injecté par l'évent de cuve et les volutes des pompes primaires ; les effluents gazeux sont extraits par la pompe à vide et dirigés vers TEG.

Après le balayage en azote, un balayage en air du RCP est réalisé avant l'ouverture de la cuve. La procédure est la même que précédemment mais l'azote est remplacé par l'air fourni par le système SAT. Lors de cette phase de fonctionnement, les gaz sont évacués vers le système EBA.

3.2.4. Autres régimes de fonctionnement du système

En cas d'activité élevée dans l'un des puisards des BAS susceptibles de recevoir des effluents RIS fortement contaminés, un isolement automatique empêche le transfert du contenu des puisards correspondants vers le système TEU via le puisard relais du BAN (voir section 9.5.7.1 pour le rôle du KRT). Le contenu du puisard fortement actif peut ensuite être renvoyé dans le BR via un lignage spécifique.

4. ANALYSE DE SÛRETÉ

4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION

Le système RPE est conforme à la réglementation générale en vigueur (voir le sous-chapitre 1.7) et ne fait pas l'objet de dérogations particulières.

4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS

4.2.1. Contrôle de la radioactivité

Sans objet.

4.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

4.2.3. Confinement des substances radioactives

Le confinement de la radioactivité dans l'installation est garanti par la conception du système RPE en acier inoxydable mécano-soudé étanche. Seuls les équipements nécessitant une maintenance sont raccordés par brides et boulonnage.

Les puisards RPE sont des fosses revêtues d'une double peau métallique en acier inoxydable, à l'exception du décanteur RPE revêtu d'une simple peau compte tenu de la présence d'un panier de décantation permettant de retenir les résidus solides issus du lavage des fûts et de la cellule d'enfûtage TES.

Les composants des systèmes RPE8 et principalement RPE73 sont en acier austénitique résistant au chlore en raison de la corrosion (des chlorures et d'autres produits chimiques).

Les tuyauteries noyées dans le béton sont conçues avec un système de double-enveloppes inox.

En fonctionnement normal :

- La limitation de la rétention d'activité dans l'îlot nucléaire et la prévention du débordement d'effluents radioactifs sont assurées par la collecte des effluents dans des réservoirs ou puisards, puis par leur acheminement vers des systèmes de traitement appropriés, suivant leur origine, leur nature et leur activité. En cas de détection de niveau trop élevé dans les puisards ou réservoirs, les effluents du RPE de tranche sont automatiquement acheminés vers les puisards relais associés dans le BAN ou vers les systèmes de traitement appropriés pour le RPE du BTE. Sur niveau haut dans les puisards relais dans le BAN, les effluents sont automatiquement acheminés vers les systèmes de traitement TEU. La prévention du débordement d'effluents radioactifs s'appuie sur des mesures F2 de niveau dans les puisards ou réservoir contenant des produits radioactifs.
- La prévention de la pollution des systèmes DW- ou TEG par des effluents liquides actifs est assurée par la collecte des effluents dans des réservoirs, puis par leur acheminement vers des systèmes de traitement appropriés suivant leur origine, leur nature et leur activité. En cas de détection de niveau trop élevé dans les réservoirs des zones contrôlées des différents bâtiments, les effluents sont dirigés vers les réservoirs relais associés dans le BAN (sauf pour ce qui concerne les réservoirs d'effluents primaires qui sont dirigés vers le TEP). Sur niveau haut dans les réservoirs relais dans le BAN, les effluents sont automatiquement acheminés vers les systèmes de traitement TEU. La prévention de la pollution des systèmes DW- ou du TEG par des effluents liquides actifs s'appuie sur des mesures F2 de niveau dans les réservoirs contenant des produits radioactifs.
- La prévention de la pollution des systèmes TEU ou SEK par des effluents actifs est assurée par la collecte des effluents dans des réservoirs, puis par leur acheminement vers des systèmes de traitement appropriés suivant leur origine, leur nature et leur activité. En cas de détection d'activité trop élevée dans les réservoirs ou puisards RPE, le RPE est isolé du SEK et /ou du TEU afin de prévenir l'apparition de conditions de fonctionnement anormales sur ces systèmes. La prévention de la pollution des systèmes TEU ou SEK par des effluents actifs s'appuie sur des mesures F2 de surveillance de l'activité des puisards et réservoirs RPE par le KRT.

En conditions accidentelles :

- Les effluents liquides susceptibles d'être produits dans les BAS en phase post-accidentelle sont réinjectés dans le BR afin de limiter les conséquences radiologiques. Ces effluents sont stockés provisoirement en attente de traitement dans le BR car l'enceinte du BR est celle qui permet d'assurer le mieux leur confinement. La réinjection est faite au plus court pour ne contaminer que le minimum de circuits, le cheminement de l'effluent est organisé du local le moins contaminé vers le plus contaminé. Un réseau particulier est créé à partir des puisards concernés vers le point de réinjection dans le BR. L'isolement automatique du refoulement vers TEU est prévu sur les puisards susceptibles d'être contaminés, à partir d'un certain seuil d'activité. Les puisards sont munis de détecteurs d'activité haut niveau provoquant l'arrêt des pompes et la fermeture des vannes d'isolement vers TEU et l'alarme en salle de commande. Ces détecteurs permettent en outre à l'exploitant de situer les zones réellement contaminées hors BR. La configuration en mode réinjection est assurée par quatre commutateurs de réinjection dont le compte-rendu est disponible au MCS. Ce compte-rendu prend en compte l'action effective de la commande sur les vannes et les pompes (isolement TEU, démarrage pompe et ouverture des vannes de la ligne de réinjection).
- Les lignes du système RPE traversant l'enceinte du Bâtiment Réacteur sont équipées de deux vannes d'isolement enceinte qui se ferment sur signal d'isolement enceinte phase 1, haute activité primaire et accident grave.
Les vannes d'isolement enceinte DP1 et DP2 du BR sont fermées automatiquement sur signal de bas niveau piscine BK min1 en état E. Cette action permet d'empêcher une éventuelle fuite d'eau à l'extérieur du BR.
- Les mesures des capteurs de niveau des puisards RPE ainsi que les alarmes de haut niveau puisard sont remontées en salle de commande pour que l'équipe de conduite soit informée de la possibilité d'une fuite sur le RCV dans le BAN.

- Les puisards RPE collectent les effluents issus d'une fuite sur l'EVU. Les pompes RPE du [] sont débouchables afin de permettre l'isolement de cette ligne et d'empêcher la contamination des locaux du BK et du BAN.
- Les vannes RPE d'isolement des lignes de trop pleins de la piscine BK sont [] pour assurer le confinement du hall de manutention combustible BK.

4.2.4. Contributions indirectes à l'accomplissement des fonctions de sûreté

Sans objet.

4.2.5. Contributions spécifiques à la protection contre les agressions

Les puisards RPE des BAS, BAN, BK et BR sont pourvus de capteurs de niveau et d'une alarme sur niveau très haut en salle de commande.

L'isolement des lignes présentant un risque de by-pass de la protection volumétrique est réalisé soit préventivement sur pré-alerte inondation externe, soit sur alarme inondation issue de la surveillance des puisards RPE de la protection volumétrique associés à ces lignes de by-pass. L'isolement des lignes est effectué [] lors de l'entrée en phase de pré-alerte ou sur détection de l'inondation dans les puisards concernés.

La limitation des effets d'une inondation dans le BAN, le BTE ou la galerie [] est assurée, suite à la détection du séisme par le système KRA, par :

- le déclenchement [] des pompes RPE des puisards du BK collectant les drains de planchers 1 (envoyés vers le BAN)
- et le déclenchement automatique des pompes RPE du puisard du BAN collectant les drains de planchers 3.

4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION

4.3.1. Exigences issues du classement de sûreté

4.3.1.1. Classements de sûreté

Le classement des équipements du système RPE jouant un rôle dans la détection de rupture de ligne véhiculant du fluide primaire hors enceinte (section 15.2.3q) fait l'objet d'une exception aux règles de classement.

Les classements des équipements du système RPE jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté sont présentés dans la section 3.2.2.

4.3.1.2. Critère de défaillance unique (active et passive)

La conception du système RPE est conforme à l'exigence de robustesse au critère de défaillance unique active énoncée au § 0.3. : les dispositifs d'isolement des traversées de l'enceinte, constitués d'un organe d'isolement à l'intérieur du BR et d'un organe d'isolement situé à l'extérieur dans un bâtiment périphérique, sont redondants.

La conception du système RPE est conforme à l'exigence de robustesse à la défaillance aléatoire énoncée au § 0.3. : les moyens valorisés dans les études d'agression du sous-chapitre 3.4 pour réaliser l'isolement du système RPE, sont redondants.

Par ailleurs, bien que non redevable de l'application du Critère de Défaillance Unique, chaque puisard et réservoir est équipé de [] capteurs de niveaux.

4.3.1.3. Alimentation électrique de secours

La conception du système RPE est conforme à l'exigence de secours électrique énoncée au [§ 0.3.](#), notamment sur les points suivants :

- En cas de Perte Totale des Alimentations Electriques Externes (MDTE), les vannes d'isolement intérieur et extérieur enceinte sont secourues afin d'assurer leur fonctionnement même pendant les secondes de démarrage des diesels principaux par des batteries heures pour les vannes intérieur enceinte et AG pour les vannes extérieur enceinte.
- En cas de perte généralisée des alimentations électriques (MDTG), les vannes extérieures enceinte sont secourues par les diesels d'ultime secours et les batteries AG.

Par ailleurs, bien que non redevable d'une exigence de secours électrique, la fonction de réinjection des effluents RIS dans le BR (fonction F2) bénéficie d'une alimentation électrique secourue, qui se traduit par le secours électrique des pompes et vannes motorisées par les groupes diesels principaux.

4.3.1.4. Séparation physique / géographique

La conception du système RPE est conforme à l'exigence séparation physique / géographique, notamment les deux organes d'isolement de chaque traversée enceinte du système RPE sont séparés physiquement du fait de leur installation, un à l'intérieur du bâtiment réacteur, l'autre à l'extérieur dans un bâtiment périphérique.

4.3.1.5. Qualification aux conditions de fonctionnement accidentelles

Les équipements du système RPE relevant d'une qualification aux conditions accidentelles sont présentées dans la section 3.7.1.1.2.

4.3.1.6. Classement ESPN, mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique

La conformité des classements mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique des équipements du système RPE jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté aux exigences énoncées au [§ 0.3.1.6.](#) est détaillée dans la section 3.2.2.

La conformité du classement ESPN des équipements du système RPE aux exigences énoncées au [§ 0.3.](#) est détaillée dans la section 3.2.2.

4.3.2. Exigences réglementaires

4.3.2.1. Textes réglementaires

La conformité aux textes réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.1.1. Textes officiels

Sans Objet.

4.3.2.1.2. Prescriptions techniques

La conformité du système RPE aux décisions n°2012–DC-0283 du 26 juin 2012 et n°2014–DC-0403 du 21 janvier 2014 est démontrée dans le chapitre 21.

Le système RPE contribue au respect des requis des décisions n°2018-DC-0639 et n°2018-DC-0640 puisqu'il permet de collecter les effluents. Les effluents liquides sont classés en différents groupes selon qu'ils sont recyclables ou non et selon leur traitement approprié. Ils sont collectés selon leur phase (liquide ou gazeuse) et leur origine (effluents primaires, drains de planchers, drains chimiques, drains résiduaux). Les caractéristiques chimiques des effluents liquides primaires permettent leur recyclage au TEP. Les effluents liquides non recyclés sont dirigés vers le système TEU dans le Bâtiment de Traitement des Effluents ou vers SEK en fonction des résultats d'analyses :

- Transfert vers TEU DR si les effluents sont actifs et non pollués chimiquement (DR),
- Transfert vers TEU DC si les effluents sont actifs et pollués chimiquement (DR, DC ou DP1),
- Transfert vers TEU DP si les effluents sont légèrement actifs (DP1, DP2, DP3),
- Les DP3 peuvent être directement dirigés vers SEK

4.3.2.1.3. Réglementations internationales

Sans objet.

4.3.2.2. Textes para-réglementaires

La conformité aux textes para-réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Sans objet.

4.3.2.2.2. Directives techniques

La conformité aux directives spécifiquement applicables au système, listées dans le [§ 0.3.2.](#) est assurée par :

- A.2.7.2. — Effluents radioactifs et déchets : Les substances émises et utilisées dans le procédé comme le bore sont collectées sélectivement à la source de production des effluents.
- C.4.2.1. — Réduction des déchets et démantèlement : les circuits étant en contact avec des fluides réputés actifs et/ou recyclables, l'utilisation de stellites et d'antimoine est réduite et des matériaux ayant un faible taux d'impuretés de cobalt sont retenus (puisards, réservoirs, pompes, tuyauteries en acier inoxydable).

4.3.2.3. Textes EPR spécifiques

Sans objet.

4.3.3. Agressions

4.3.3.1. Agressions internes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions internes relève du sous-chapitre 3.4.

4.3.3.2. Agressions externes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions externes relève du sous-chapitre 3.3.

4.3.4. Diversification

Sans objet.

4.3.5. Radioprotection

De façon générale, les dispositions de conception de l'installation prises pour limiter l'exposition du personnel au rayonnement et à la contamination due aux produits de fission et de corrosion activés relèvent du chapitre 12. La conception du système RPE contribue au respect de cet objectif, notamment sur les points suivants :

- Le système en lui-même contribue à la protection des travailleurs (prévention de la dissémination de substances radioactives au sein de l'installation). En particulier, les effluents les plus contaminés sont collectés dans des réservoirs clos, balayés par TEG.

- Les équipements contenant ou véhiculant des substances radioactives sont installés derrière des protections biologiques si nécessaire.

4.3.6. Fonctionnement, maintenance et accessibilité long terme

Sans objet.

4.3.7. Système tel que réalisé

A ce stade de la fabrication, de l'installation et du déroulement des essais, aucun écart n'impacte les requis de sûreté spécifiés dans le Rapport de Sûreté.

4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

4.4.1. Essais de démarrage

Le système RPE fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14 permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- bon fonctionnement des pompes et des capteurs de niveau des puisards, manoeuvrabilité des organes d'isolement,
- suffisance du débit de réinjection des effluents RIS dans le BR.

Au titre de leur contribution au critère global de fuite de l'enceinte, les tests d'étanchéité des vannes d'isolement enceinte sont décrits à la section 6.2.5.

4.4.2. Surveillance en fonctionnement normal

Les fonctions suivantes du système RPE sont surveillées en exploitation normale par des dispositifs de surveillance en continu :

- Vérification du fonctionnement des pompes de puisards pour la fonction de réinjection des effluents RIS dans le BR par leur utilisation en fonctionnement normal et leurs alarmes sur défaut matériel,
- Vérification de l'opérabilité des capteurs et du fonctionnement des pompes de puisards et réservoirs afin de prévenir tout débordement d'effluent radioactif et détecter une fuite RCV dans le BAN. La défaillance des capteurs entraîne l'apparition d'une alarme d'indisponibilité en salle de commande.

4.4.3. Essais périodiques

Les parties classées du système RPE font l'objet d'essais périodiques conformément au chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation, permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- bon fonctionnement des pompes et des capteurs de niveau des puisards, manoeuvrabilité des vannes d'isolement,
- suffisance du débit de réinjection et manoeuvrabilité des clapets de réinjection des effluents RIS dans le BR.

Au titre de leur contribution au critère global de fuite de l'enceinte, les tests d'étanchéité des vannes d'isolement enceinte sont décrits à la section 6.2.5.

4.4.4. Maintenance

Le système RPE fait l'objet d'un programme de maintenance, conformément au chapitre VIII des RGE.

5. SCHÉMAS DE PRINCIPE

Les schémas de principe du système RPE sont présentés en [FIG-11.1.3.1.1](#).

Le schéma présentant les principes d'orientation des effluents au niveau du RPE et leur transfert vers le TEU est donné en [FIG-11.1.3.1.2](#).



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.3.1

PAGE 25/26

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

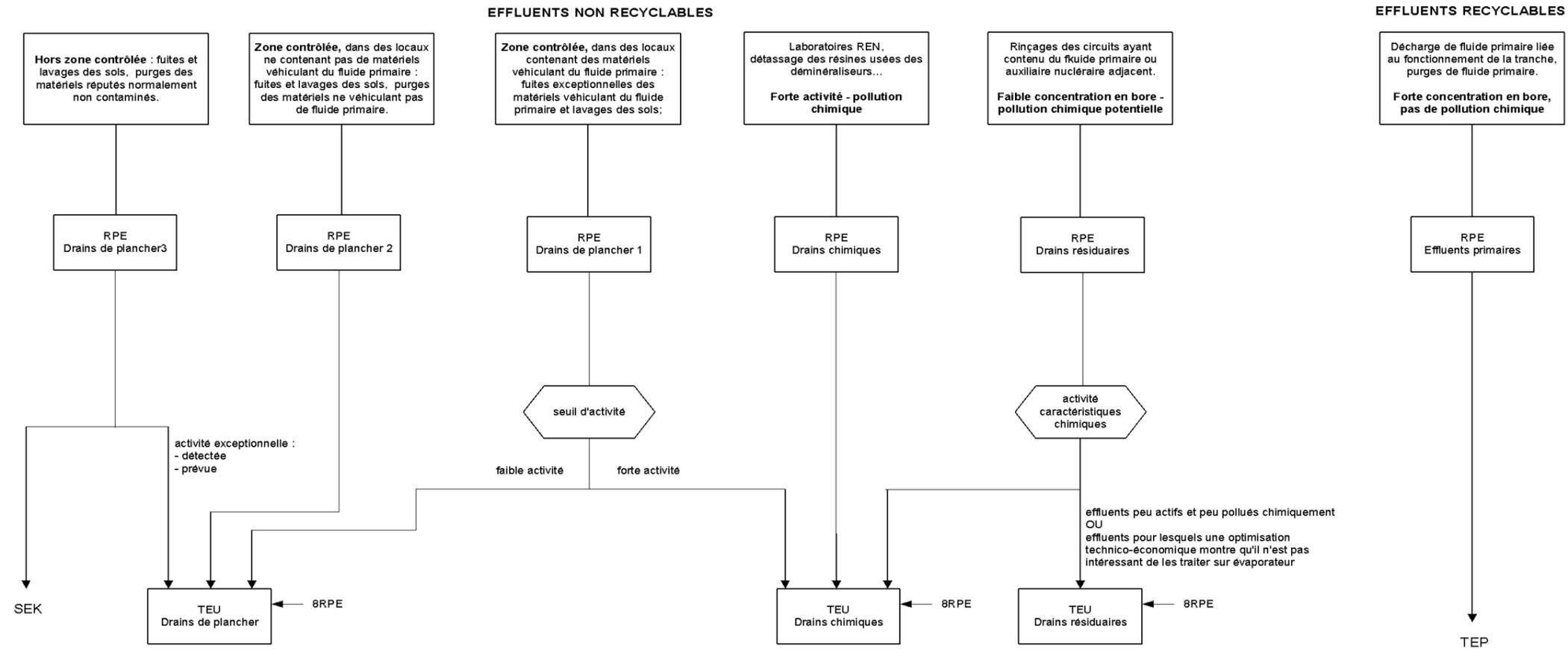
FIG-11.1.3.1.1 COLLECTE DES EFFLUENTS

□

□

FIG-11.1.3.1.2 PRINCIPE D'ORIENTATION DES EFFLUENTS AU NIVEAU DU RPE ET TRANSFERT VERS LE TEU

PRINCIPES D'ORIENTATION DES EFFLUENTS AU NIVEAU DU RPE



SOMMAIRE

.11.1.3.2	CIRCUIT DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS USÉS (TEU)	5
0.	EXIGENCES DE SÛRETÉ	5
0.1.	FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.1.	CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	5
0.1.2.	ÉVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	5
0.1.3.	CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	5
0.1.4.	CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.5.	CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	5
0.1.6.	CONTRIBUTIONS À L'ÉLIMINATION PRATIQUE	5
0.2.	CRITÈRES FONCTIONNELS	5
0.2.1.	CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	5
0.2.2.	ÉVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	5
0.2.3.	CONFINEMENT DES MATIÈRES RADIOACTIVES	5
0.2.4.	CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.3.	EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION	6
0.3.1.	EXIGENCES ISSUES DES CLASSEMENTS DE SÛRETÉ	6
0.3.2.	EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	6
0.3.3.	AGRESSIONS	7
0.3.4.	DIVERSIFICATION	7
0.3.5.	RADIOPROTECTION	7
0.3.6.	EXIGENCES LIÉES AU FONCTIONNEMENT, À LA MAINTENANCE ET À L'ACCESSIBILITÉ LONG TERME	7
0.4.	ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	7
0.4.1.	ESSAIS DE DÉMARRAGE	7
0.4.2.	SURVEILLANCE EN EXPLOITATION	7
0.4.3.	ESSAIS PÉRIODIQUES	8
0.4.4.	MAINTENANCE	8
1.	RÔLE DU SYSTÈME	8
1.1.	RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE	8

1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS LES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC2 À PCC4, RRC-A, EN ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS	9
2. BASES DE CONCEPTION	9
2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT	9
2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT	10
2.3. AUTRES HYPOTHÈSES	10
3. DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT	10
3.1. DESCRIPTION	10
3.1.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME	10
3.1.2. DESCRIPTION DES MATÉRIELS PRINCIPAUX	11
3.1.3. DESCRIPTION DES DISPOSITIONS D'INSTALLATIONS PRINCIPALES	14
3.2. FONCTIONNEMENT	14
3.2.1. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME NORMAL DE LA TRANCHE .	14
3.2.2. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME PERMANENT DU SYSTÈME	14
3.2.3. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME TRANSITOIRE DU SYSTÈME	15
3.2.4. AUTRES RÉGIMES DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME . .	15
4. ANALYSE DE SÛRETÉ	15
4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION	15
4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS	15
4.2.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	15
4.2.2. ÉVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	15
4.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	16
4.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES À L'ACCOMPLISSEMENT DES FONCTIONS DE SÛRETÉ	16
4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION	16
4.3.1. EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENTS DE SÛRETÉ	16
4.3.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	17
4.3.3. AGRESSIONS	17
4.3.4. DIVERSIFICATION	18
4.3.5. RADIOPROTECTION	18
4.3.6. FONCTIONNEMENT, MAINTENANCE ET ACCESSIBILITÉ LONG TERME	18



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.3.2

PAGE 3/23

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

4.3.7. SYSTÈME TEL QUE RÉALISÉ	18
4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	18
4.4.1. ESSAIS DE DÉMARRAGE	18
4.4.2. SURVEILLANCE EN EXPLOITATION	18
4.4.3. ESSAIS PÉRIODIQUES	18
4.4.4. MAINTENANCE	18
5. SCHÉMAS FONCTIONNELS	19
LISTE DES RÉFÉRENCES.	20



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.3.2

PAGE 4/23

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

TABLEAUX :

**TAB-11.1.3.2.1 TABLEAU DE PRÉSENTATION DES CHOIX DE TRAITEMENT
EN FONCTION DE L'EFFLUENT 21**

FIGURES :

**FIG-11.1.3.2.1 PRINCIPE D'ORIENTATION DES EFFLUENTS AU NIVEAU DU
TEU 22**

FIG-11.1.3.2.2 TRAITEMENT DES EFFLUENTS USÉS (TEU) 23

.11.1.3.2 CIRCUIT DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS USÉS (TEU)

0. EXIGENCES DE SÛRETÉ

0.1. FONCTIONS DE SÛRETÉ

0.1.1. Contrôle de la réactivité

Le système TEU ne contribue pas directement au contrôle de la réactivité.

0.1.2. Évacuation de la puissance résiduelle

Le système TEU ne contribue pas directement à l'évacuation de la puissance résiduelle.

0.1.3. Confinement des substances radioactives

Le système TEU véhicule des fluides liquides contenant des substances radioactives et chimiques.

A ce titre, il doit contribuer :

- au confinement de ces substances vis-à-vis de l'environnement dans sa globalité et du public ;
- au contrôle de la radioactivité en fonctionnement normal.

0.1.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.1.5. Contributions spécifiques à la protection contre les agressions

Le système ne contribue pas spécifiquement à la protection contre les agressions.

0.1.6. Contributions à l'élimination pratique

Le système ne contribue pas directement à l'élimination pratique.

0.2. CRITÈRES FONCTIONNELS

0.2.1. Contrôle de la réactivité

Sans objet.

0.2.2. Évacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

0.2.3. Confinement des matières radioactives

Le système TEU doit permettre :

- de confiner les substances radioactives et prévenir le risque de fuite ;
- d'assurer en fonctionnement normal la fonction de prévention du débordement d'effluents radioactifs.

0.2.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.3. EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION

0.3.1. Exigences issues des classements de Sûreté

0.3.1.1. Classement de sûreté

Les parties du système TEU jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté doivent faire l'objet d'un classement de sûreté conformément aux règles de classement indiquées à la section 3.2.1.

0.3.1.2. Critère de défaillance unique (active et passive)

Compte-tenu de son classement F2, le système TEU n'est pas redevable de l'application du critère de défaillance unique.

0.3.1.3. Alimentations électriques de secours

Le système TEU ne fait pas l'objet d'une exigence d'alimentation électrique secourue.

0.3.1.4. Séparation physique / géographique

Compte-tenu de son classement F2, le système ne fait pas l'objet d'une exigence de séparation physique / géographique.

0.3.1.5. Qualification aux conditions accidentelles

Les équipements classés du système TEU ne font pas l'objet d'une exigence de qualification aux conditions accidentelles car ils ne sont pas soumis à des conditions d'ambiance dégradée dans l'exercice de leurs missions de sûreté.

0.3.1.6. Classements ESPN, mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique

Les équipements du système TEU redevables d'un classement mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique doivent être classés conformément à la réglementation présentées dans la section 3.2.1.

Les équipements du système TEU redevables d'un classement ESPN doivent être classés conformément à la réglementation applicable (cf. section 3.6.2).

0.3.2. Exigences réglementaires

0.3.2.1. Textes Réglementaires

L'ensemble des exigences issues des textes réglementaires est présenté dans la section 1.7.0 du Rapport De Sûreté.

0.3.2.1.1. Textes officiels

Le système TEU n'est pas concerné spécifiquement par un texte officiel.

0.3.2.1.2. Prescriptions Techniques

Le système TEU est concerné par la « Décision n° 2018-DC-0639 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les valeurs limites de rejet dans l'environnement des effluents des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville » et par la « Décision n° 2018-DC-0640 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville ».

0.3.2.1.3. Réglementations internationales

Le système TEU n'est pas concerné par une réglementation internationale spécifique.

0.3.2.2. Textes para-réglementaires

0.3.2.2.1. Règles Fondamentales de Sûreté

Le système TEU n'est pas concerné par une règle fondamentale de sûreté spécifique.

0.3.2.2.2. Directives Techniques

Le système TEU est concerné par les sections suivantes des Directives Techniques :

- Section A.2.7.2 « Effluents radioactifs et déchets » : la tranche doit être conçue pour limiter, conformément au principe d'optimisation, l'exposition des personnes du public aux rayonnements résultant des relâchements de matières radioactives dans l'air ou dans l'eau.
- Section C.4.2.1 « Réduction des déchets et démantèlement » : Le concepteur doit préciser comment il prendra en compte l'objectif de réduction des effluents et des déchets radioactifs. Ceci implique une évaluation détaillée du retour d'expérience existant, en particulier concernant les procédés de traitements des effluents radioactifs liquides en fonction des caractéristiques des différents types d'effluents.

0.3.2.2.3. Textes EPR spécifiques

Le système TEU n'est pas concerné par un texte spécifique EPR.

0.3.3. Agressions

0.3.3.1. Agressions internes

Les fonctions du système TEU doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions internes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.4.

0.3.3.2. Agressions externes

Les fonctions du système TEU doivent être protégées contre les conséquences des agressions externes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.3.

0.3.4. Diversification

Le système TEU ne fait pas l'objet d'une exigence de diversification.

0.3.5. Radioprotection

Le système TEU doit être conçu pour limiter l'exposition du personnel aux rayonnements et à la contamination dus aux effluents radioactifs et aux déchets de procédés radioactifs (résines échangeuses d'ions, filtres mécaniques, concentrats) véhiculés.

0.3.6. Exigences liées au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme

Le système TEU n'est pas concerné par une exigence liée au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme dans la gestion long terme après accident.

0.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

0.4.1. Essais de démarrage

Le système TEU doit être conçu pour permettre la réalisation d'essais de démarrage permettant de s'assurer, de sa conception adéquate et de ses performances, et notamment du respect des critères fonctionnels qui lui sont assignés au [§ 0.2.](#)

0.4.2. Surveillance en Exploitation

Les fonctions classées du système TEU étant sollicitées en fonctionnement normal, la surveillance de leur disponibilité et de leurs performances doit être vérifiée dans ce cadre.

0.4.3. Essais Périodiques

Les parties classées du système TEU doivent être conçues pour permettre la réalisation d'essais périodiques conformément aux règles définies dans le chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation.

0.4.4. Maintenance

Le système TEU doit être conçu pour permettre la mise en œuvre d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

1. RÔLE DU SYSTÈME

Le système TEU assure les fonctions opérationnelles suivantes :

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE

Le système TEU doit permettre :

- de disposer d'une capacité de stockage suffisante pour gérer les effluents produits par la tranche ;
- de traiter ces effluents de manière adaptée en fonction de leurs compositions (chimiques / radiochimiques) ;
- de contrôler et de transférer les effluents vers les systèmes de contrôle et de rejet de site (KER, TER).

Ainsi, le système TEU est affecté :

- au stockage, au traitement et au contrôle avant transfert aux circuits de rejet (KER ou exceptionnellement TER) des effluents liquides usés non réutilisables collectés par les circuits des purges et événements (RPE) de l'îlot nucléaire, du bâtiment de traitement des effluents (BTE) et du Pôle Opérationnel d'Exploitation (POE) ;
- au stockage et au contrôle avant transfert aux circuits de rejet (KER ou exceptionnellement au circuit TER) des distillats TEP non recyclables.

Le système TEU permet également de traiter les effluents provenant des circuits TER, KER et SEK en cas de nécessité d'un retraitement.

Le système TEU assure les fonctions suivantes :

- en liaison avec le TEN, analyse du contenu de chaque réservoir de stockage de tête ;
- orientation vers le traitement adéquat ;
- traitement de l'effluent usé de façon à obtenir un effluent résultant de qualité acceptable pour être transféré aux circuits de rejet (KER ou exceptionnellement TER) ;
- transfert vers les circuits de rejet de l'effluent traité après contrôle et éventuel ajustement du pH ;
- transfert des déchets produits par les traitements (concentrats, résines échangeuses d'ions, filtres usés) vers le système de traitement des déchets solides (8TES).

Les effluents traités par ce circuit sont classés en quatre catégories (drains résiduaux, drains chimiques, drains de planchers et distillats TEP), dont les caractéristiques sont données à la section 11.1.3.1 pour les effluents RPE et à la section 9.3.3 pour les distillats TEP.

Le traitement a pour but de limiter notamment les activités et les quantités de bore rejetées dans l'environnement par :

- filtration grosse maille des effluents peu actifs (plancher) ;

- déminéralisation des effluents actifs et propres chimiquement (résiduaire) ;
- évaporation des effluents dont la mauvaise qualité chimique ne permet pas le traitement précédent (drains chimiques, planchers actifs, résiduaire pollué chimiquement) ou dont le résultat d'une analyse technico-économique montre qu'il est pertinent de traiter les effluents sur évaporateur plutôt que sur déminéraliseurs ;
- filtration réglementaire à 5 µm avant l'envoi à KER de tous les effluents.

1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS LES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC2 À PCC4, RRC-A, EN ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS

Le système TEU n'a pas de rôle opérationnel dans les conditions de fonctionnement PCC-2 à PCC-4, RRC-A, en situation Accident Grave et d'agression.

2. BASES DE CONCEPTION

2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT

Le système TEU doit permettre de stocker sélectivement les différents types d'effluents produits par l'EPR.

Les effluents liquides usés et non recyclables sont répartis en fonction de leur activité et de leurs caractéristiques chimiques. Ils proviennent du circuit des purges et événements (RPE) de la tranche EPR, du BTE et POE EPR et du système TEP de la tranche EPR.

Ils sont répartis en quatre catégories dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Drains résiduaire (DR)
Ils sont composés de fluide primaire pollué provenant des rinçages des circuits ; 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 élevé). En général, leur niveau de pollution modéré leur permet d'être traités différemment des drains chimiques.
- Drains chimiques (DC)
Principalement produits dans le BAN, ils sont composés d'effluents davantage pollués que les DR. Ils proviennent principalement du laboratoire REN et des circuits de décontamination du fluide primaire.
Ils peuvent aussi être composés d'effluents en provenance des bâches KER, TER et SEK.
- Drains de planchers (DP)
Ils regroupent les effluents peu ou pas contaminés collectés dans les locaux de l'îlot nucléaire. Ils proviennent des purges de matériels, des fuites et des lavages des sols de locaux pas ou peu contaminés en zone contrôlée. Ils sont collectés et différenciés en 3 catégories de DP dans le système RPE (voir caractéristiques particulières à la section 11.1.3.1).
- Distillats TEP
Ils sont constitués des distillats non recyclés issus du traitement du fluide primaire par l'évapo-dégazeur du système TEP. Ils contiennent notamment du tritium.

Pour chaque catégorie d'effluent, un réservoir doit être disponible en permanence pour recevoir les effluents provenant du système RPE ou TEP. L'autre réservoir doit être soit en attente de remplissage, soit en cours de brassage, soit en cours de transfert vers le traitement adapté, soit en rejet.

Pour améliorer la souplesse d'exploitation, chaque type d'effluent doit être orienté vers le traitement le plus adapté à ses caractéristiques.

Pour ce faire le TEU doit permettre l'échantillonnage représentatif des effluents à traiter afin de caractériser la présence de matières en suspension, de radioactivité et de pollution chimique. En fonction de ces résultats d'analyses, le TEU doit permettre la mise en oeuvre du traitement le mieux adapté aux caractéristiques de l'effluent à traiter, afin d'optimiser le choix entre le rejet d'effluents liquides et la génération de déchets solides.

Types de traitements recommandés compte-tenu des types d'effluents à traiter :

- Filtration :
Le traitement sur filtre retient les matières en suspension (actives ou non) mais n'a aucune action sur les substances chimiques. Il permet donc de diminuer l'activité sous forme insoluble.
- Démonéralisation :
Le traitement sur déminéraliseurs consiste à faire passer l'effluent sur des lits de résines qui fixent les éléments radioactifs présents sous forme ionique dans l'effluent. Ces résines retiennent donc les matières en solution (actives ou non) mais pas le bore par exemple. Par ailleurs, elles sont très sensibles aux pollutions chimiques qui réduisent notablement leur durée de vie.
- Évaporation :
Le principe de l'évaporation consiste à évaporer l'effluent liquide puis à condenser le distillat épuré et à concentrer dans un volume réduit l'activité et les éléments chimiques présents dans les effluents traités. Le distillat a une concentration très réduite en produits radioactifs (à l'exception du tritium).

Les effluents traités doivent être contrôlés puis orientés vers les systèmes de rejet de site (KER et exceptionnellement TER), pour stockage et contrôle avant rejet.

2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT

Les capacités de stockage, traitement et transfert vers KER/TER doivent être dimensionnées pour permettre la gestion de l'ensemble des effluents usés susceptibles d'être produits par la tranche. Les volumes d'effluents à considérer pour ce dimensionnement doivent notamment prendre en compte le retour d'expérience de l'exploitation du parc ainsi que les spécificités de l'EPR FA3.

2.3. AUTRES HYPOTHÈSES

Les effluents radioactifs et les réactifs chimiques véhiculés par le système TEU étant corrosifs, les tuyauteries et les équipements en contact avec le fluide doivent être en matériau résistant à la corrosion.

Compte tenu que certaines lignes de tuyauterie du système TEU véhiculent des effluents hautement concentrés en bore et afin d'éviter le risque de cristallisation dans les tuyauteries, ces lignes doivent être tracées électriquement.

3. DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT**3.1. DESCRIPTION****3.1.1. Description générale du système**

Le système TEU permet le stockage, le traitement et le contrôle des effluents liquides usés non réutilisables :

- effluents collectés par le circuit des purges et événements (RPE) de la tranche EPR, du BTE et du POE ;
- distillats TEP de la tranche ;
- effluents de site venant des circuits de contrôle des effluents avant rejet (TER, KER, SEK) pour retraitement.

Ces effluents sont ensuite envoyés au circuit de contrôle et rejet de site des effluents liquides radioactifs (KER ou exceptionnellement TER) pour contrôle et comptabilisation avant rejet dans l'environnement.

Le rôle du système se traduit par les fonctions suivantes :

- stockage des effluents sélectif (drains de planchers, drains résiduaux, drains chimiques et distillats TEP) ;
- échantillonnage (via le système TEN) pour contrôle des caractéristiques de chaque catégorie d'effluents ;
- traitement adapté de l'effluent usé de façon à obtenir un effluent résultant de qualité acceptable pour être transféré aux circuits de rejet de site (KER ou exceptionnellement TER) dans l'environnement, en fonction de ses caractéristiques ;
- transfert au circuit de rejet de site de l'effluent traité après contrôle et éventuel ajustement du pH ;
- transfert des déchets produits par les traitements (concentrats, résines échangeuses d'ions, filtres usés) vers le système de traitement des déchets solides (8TES).

Orientation des effluents

Pour améliorer la souplesse d'exploitation, chaque type effluent doit pouvoir être orienté vers le traitement le plus adapté à ses caractéristiques.

Ainsi, à chaque type d'effluents (DP, DR et DC) sont associées :

- une file de traitement dit « préférentiel » : il s'agit du procédé de traitement « nominal » associé au type d'effluents considéré, correspondant aux conditions de fonctionnement les plus couramment rencontrées ;
- une ou plusieurs files de traitement dites « croisées » : il s'agit de procédés à des traitements alternatifs mis en œuvre pour un type donné d'effluents lorsque l'utilisation du traitement préférentiel n'est pas possible (par exemple en cas d'aléas conduisant à une composition des effluents non compatible avec le traitement « préférentiel » associé ou en cas d'indisponibilités d'équipements de la file de traitement « préférentiel »).

Le tableau [TAB-11.1.3.2.1](#) présente les différents traitements possibles pour chaque type d'effluents.

3.1.2. Description des matériels principaux

Le système est constitué des matériels principaux suivants :

- deux bâches de stockage par type d'effluent ;
- un système de stockage, brassage, échantillonnage et transfert des effluents (drains de planchers, drains résiduaux, drains chimiques) en fonction de leurs caractéristiques, vers le traitement adapté (filtration, déminéralisation ou évaporation) ;
- un système de stockage et d'injection de soude ainsi qu'un système d'injection d'acide nitrique pour neutralisation des effluents ;
- une ligne de transfert vers KER commune à tous ces effluents et équipée d'un compteur totalisateur de débit pour comptabiliser les rejets à KER. Les effluents sont caractérisés avant rejet grâce aux prélèvements manuels effectués via le système TEN ;
- une ligne commune à tous les effluents permettant de les diriger en secours vers les réservoirs de santé TER après accord de l'Autorité de Sûreté Nucléaire ;
- des lignes d'évacuations des déchets de procédés vers 8TES pour les résines usées des déminéraliseurs et les concentrats. La manutention des filtres usés est réalisée par la machine de changement des filtres du système TES.

Le système TEU est décrit dans le schéma [FIG-11.1.3.2.2](#).

3.1.2.1. Matériels associés à la gestion des drains de planchers

Les drains de planchers (DP) sont normalement peu actifs, peu pollués chimiquement et aérés. Le traitement adapté est la filtration.

La partie DP du système TEU se compose de :

- deux réservoirs de tête ;
- une pompe de brassage, d'échantillonnage, de traitement et de vidange des réservoirs ;
- une ligne d'échantillonnage connectée au système TEN ;
- un filtre grosse maille pour la filtration des DP ;
- une ligne de recirculation vers les réservoirs de DP ;
- une ligne de transfert des effluents vers les déminéraliseurs ;
- une ligne de transfert des effluents vers l'évaporateur ;
- une ligne de transfert des effluents vers KER / TER comportant un filtre 5 µm (filtration réglementaire) commune à tous les types d'effluents TEU.

3.1.2.2. Matériels associés à la gestion des drains résiduaux

Les drains résiduaux (DR) sont normalement actifs, chimiquement propres, aérés et borés. Le traitement adapté est la déminéralisation.

La partie DR du système TEU se compose de :

- deux réservoirs de tête ;
- une pompe de brassage, d'échantillonnage, de traitement et de vidange des réservoirs ;
- une ligne d'échantillonnage connectée au système TEN ;
- un filtre grosse maille, un filtre petite maille en parallèle (en amont des déminéraliseurs) et un filtre de fines de résines (en aval des déminéraliseurs) ;
- trois déminéraliseurs en série (munis de systèmes de détassage et d'évacuation des résines vers le système 8TES) pouvant être garnis avec des :
 - résines anioniques fortes ;
 - résines cationiques fortes ;
 - résines de type lit mélangé.

Chaque déminéraliseur peut être by-passé offrant ainsi une souplesse d'exploitation ;

- une ligne de recirculation sur les réservoirs de drains traités (la recirculation de l'effluent sur les déminéraliseurs augmentant considérablement l'efficacité du traitement) ;
- une ligne de transfert des effluents vers l'évaporateur ;
- une ligne de transfert des effluents vers KER / TER comportant un filtre 5 µm (filtration réglementaire) commune à tous les types d'effluents TEU.

3.1.2.3. Matériels associés à la gestion des drains chimiques

Les drains chimiques (DC) sont normalement actifs, aérés et pollués chimiquement. Le traitement adapté est un traitement sur évaporateur.

La partie DC du TEU comporte :

- deux bâches de tête et une bêche de recueil des distillats en aval du poste d'évaporation ;
- deux pompes en amont du poste d'évaporation et une pompe en aval de la bêche de recueil des distillats ;
- trois lignes d'échantillonnage connectées au système TEN dédiées respectivement à l'échantillonnage :

- des bâches de tête ;
 - de la bâche de recueil des distillats ;
 - des concentrats dans la boucle des concentrats du poste d'évaporation ;
- une ligne avec filtre grosse maille ;
 - un poste d'évaporation complet ;
 - une ligne de transfert des effluents vers les déminéraliseurs ;
 - une ligne de recirculation des distillats vers les réservoirs de tête ;
 - une ligne de transfert des effluents vers KER / TER comportant un filtre 5 µm (filtration réglementaire) commune à tous les types d'effluents TEU ;
 - une ligne d'évacuation des concentrats vers le système 8TES ;
 - un système de neutralisation des effluents, nécessaire pour respecter dans l'évaporateur un rapport entre les concentrations de soude et de bore constant (et ainsi éviter la cristallisation des formes insolubles du bore).

Le poste d'évaporation est équipé notamment :

- d'un réchauffeur alimenté par la vapeur produite par la chaudière électrique du système ;
- d'une colonne d'évaporation et d'une colonne de décontamination avec plateau à contre lavage ;
- d'un poste anti-mousse avec réservoir et pompe doseuse ;
- d'un densimètre permettant de suivre l'évolution de la densité des concentrats ;
- de plusieurs échangeurs/condenseurs assurant la condensation et le refroidissement des distillats ;
- d'un compresseur chargé d'améliorer le rendement thermo-dynamique du procédé d'évaporation.

Les distillats sont contrôlés en continu par une chaîne KRT. En cas d'activité élevée, l'envoi des distillats vers le réservoir de distillat en sortie de l'évaporateur est interrompu automatiquement et l'évaporateur est basculé en mode recirculation en attendant d'obtenir des distillats de qualité adéquate.

3.1.2.4. Matériels associés à la gestion des distillats TEP

Les distillats TEP non recyclés sont stockés dans le TEU afin d'y être caractérisés avant leur transfert pour comptabilisation des effluents EPR au titre du REX.

La partie distillats TEP comporte :

- deux réservoirs de tête ;
- une pompe de brassage et de vidange des réservoirs ;
- une ligne d'échantillonnage connecté au TEN ;
- une ligne de transfert des effluents vers KER / TER comportant un filtre 5 µm (filtration réglementaire) commune à tous les types d'effluents TEU.

3.1.2.5. Vérification du dimensionnement

Le dimensionnement adéquat des capacités de stockage et de traitement est justifié dans l'étude de vérification du dimensionnement du système TEU.

Cette vérification est détaillée dans la [Réf \[1\]](#).

Le point principal de l'étude est la vérification du dimensionnement hydraulique du système et en particulier de l'absence de risque de saturation des réservoirs de stockage.

Elle prend en compte le REX du parc en exploitation quant aux volumes d'effluents à stocker et à traiter et intègre un certain nombre de conservatismes destinés à lui conférer un caractère enveloppe.

Cette étude démontre, par le calcul, la robustesse du dimensionnement du système de traitement d'effluents liquides radioactifs non recyclables, dans des conditions de fonctionnement normal incluant les aléas courants d'exploitation.

En effet, l'étude des différentes configurations de traitement possibles sur EPR FA3 (dont les traitements croisés) ainsi que l'évaluation des marges disponibles pour traitement complémentaire par recirculation sur les médias de traitement avant envoi au KER, démontrent la robustesse de la conception TEU vis-à-vis des capacités de stockage et de traitement des effluents avant rejet. Le système est donc apte à recevoir, stocker et traiter l'intégralité des effluents liquides radioactifs non recyclables produits par la tranche 3 de Flamanville, tout en préservant des marges d'exploitation satisfaisantes.

Les réservoirs TER ne sont pas valorisés dans cette étude ; l'existence pratique de cette possibilité procure des marges significatives en cas d'aléas importants.

3.1.3. Description des dispositions d'installations principales

L'ensemble des équipements du système est installé dans le BTE.

Les réservoirs de drains résiduaux, de drains de planchers, de drains chimiques et de distillats TEP, les déminéraliseurs, les pompes et les filtres, ainsi que le poste d'évaporation sont séparés par une protection biologique.

3.2. FONCTIONNEMENT

Les régimes de fonctionnement du système TEU sont indépendants du régime de fonctionnement de la tranche.

3.2.1. Fonctionnement en régime normal de la tranche

Le système TEU est en service en fonctionnement normal de la tranche. Les équipements sont sollicités de façon intermittente en fonction de la production d'effluents de la tranche.

3.2.2. Fonctionnement en régime permanent du système

Un réservoir de drains chimiques, un réservoir de drains de planchers et un réservoir de drains résiduaux sont disponibles en permanence pour recevoir les effluents collectés par les réseaux RPE ; de même un réservoir de distillats TEP est disponible en permanence pour recevoir des distillats TEP.

L'autre réservoir de drains chimiques, planchers, résiduaux est soit en cours de brassage, d'échantillonnage, de traitement, de transfert vers le circuit KER (ou TER exceptionnellement), soit en attente.

L'autre réservoir de distillats TEP est soit en cours de brassage, d'échantillonnage, de traitement, de transfert vers le circuit KER (ou exceptionnellement TER), soit en attente.

Lorsqu'une des bâches est pleine, l'opérateur oriente l'arrivée d'effluents vers l'autre bêche disponible et commence le brassage de la bêche pleine. Après un temps équivalent au renouvellement de 2 fois le volume de la bêche, l'échantillonnage est réalisé via le système TEN. Après résultats de l'analyse de l'échantillon, l'opérateur choisit d'orienter la bêche d'effluent vers le traitement approprié, voir [FIG-11.1.3.2.1](#).

A la fin du traitement, le transfert vers le circuit KER / TER d'un réservoir est décidé après contrôle de la qualité de l'effluent.

Le traitement par évaporation peut nécessiter la neutralisation préalable du contenu du réservoir à traiter de manière à obtenir un rapport de concentration $[Na OH]/[H_3 BO_3]$ déterminé et ainsi éviter la cristallisation des formes insolubles du bore à la température de fonctionnement nominal.

Les distillats TEU sont refroidis et évacués en continu vers le réservoir de distillat en sortie de l'évaporateur. L'activité des distillats est contrôlée en permanence par une chaîne KRT. Une activité trop élevée interrompt le transfert des distillats vers le réservoir de distillat en sortie de l'évaporateur et entraîne la recirculation des distillats en tête de colonne d'évaporation. Néanmoins, en cas d'aléa, le contenu de ce réservoir peut être envoyé dans le réservoir d'effluents chimiques de tête via le passage par le réservoir de recueil des distillats en aval de l'évaporateur.

Les concentrats sont envoyés par campagne au circuit 8TES. L'ordre d'ouverture de cette liaison est donné par action opérateur et il est déterminé en fonction de la concentration en bore des effluents à traiter. Un densimètre permet, en continu, de suivre la densité des concentrats.

Lorsque le réservoir d'effluents chimiques à traiter sur évaporateur contient des détergents, une injection d'anti-mousse est à réaliser en partie supérieure de la colonne d'évaporation.

3.2.3. Fonctionnement en régime transitoire du système

Lors du régime transitoire de changement des filtres, les bâches du système restent en attente de traitement. Concernant, le régime transitoire de changement des lits de résines des déminéraliseurs, une ligne de by-pass est prévue pour isoler le déminéraliseur en maintenance et poursuivre le traitement.

Le poste d'évaporation fonctionne par campagne. En dehors des périodes de fonctionnement, ce poste est maintenu dans un état de veilleuse caractérisé par un maintien de température minimale et par une mise en circulation permanente des concentrats ("état d'arrêt à chaud"). Le démarrage du poste depuis l'état de veilleuse est manuel.

Le poste d'évaporation n'est pas secouru électriquement. En cas d'arrêt intempestif de l'évaporateur au cours de son fonctionnement, la ligne de concentrat est vidée gravitairement à l'aide du système d'air comprimé du BTE (SAT) vers 8TES pour éviter toute cristallisation de ses tuyauteries.

3.2.4. Autres régimes de fonctionnement du système

En cas d'indisponibilité de la chaîne de déminéralisation et du poste d'évaporation, ou de saturation des réservoirs de stockage, il est possible d'envoyer le contenu de ceux-ci vers les réservoirs supplémentaires de santé (S) du circuit TER, après accord de l'Autorité de Sûreté.

4. ANALYSE DE SÛRETÉ

4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION

Le système TEU est conforme à la réglementation générale en vigueur (voir le sous-chapitre 1.7) et ne fait pas l'objet de dérogations particulières.

4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS

4.2.1. Contrôle de la réactivité

Sans objet.

4.2.2. Évacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

4.2.3. Confinement des substances radioactives

En fonctionnement normal de la tranche, le confinement de la radioactivité dans l'installation est assuré par les dispositions suivantes :

- l'étanchéité des enveloppes mécaniques pour les tuyauteries, les robinetteries et l'instrumentation en contact avec les effluents radioactifs ;
- la construction en acier inoxydable mécano-soudé étanche. Seuls les équipements nécessitant une maintenance sont raccordés par brides et boulonnage ;
- l'utilisation d'une garniture mécanique double avec fluide de barrage pour la pompe de mise en circulation des concentrats.

De plus, toutes les fuites sont collectées et transférées au circuit des purges et événements (RPE) du bâtiment de traitement des effluents (BTE). Le confinement des matières radioactives en cas de séisme est assuré par le BTE. Les soupapes du poste d'évaporation sont reliées à la ventilation du BTE (DWQ).

En fonctionnement normal de la tranche la prévention du débordement d'effluent radioactif est assurée par l'installation de capteurs de niveau sur toutes les bâches du système TEU avec des seuils adéquats qui permettent d'isoler automatiquement ces bâches.

4.2.4. Contributions indirectes à l'accomplissement des fonctions de sûreté

Sans objet.

4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION

4.3.1. Exigences issues du classement de sûreté

4.3.1.1. Classements de sûreté

Les classements des équipements du système TEU jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté sont présentés dans la section 3.2.2.

4.3.1.2. Critère de Défaillance Unique

Sans objet.

4.3.1.3. Alimentations électriques de secours

Sans objet.

4.3.1.4. Séparation physique / géographique

Sans objet.

4.3.1.5. Qualification aux conditions accidentelles

Sans objet.

4.3.1.6. Classements ESPN, mécanique, électrique, Contrôle-commande et sismique

La conformité des classements ESPN, mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique des équipements du système TEU jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté aux exigences énoncées au **§ 0.3.** est détaillée dans la section 3.2.2.

4.3.2. Exigences réglementaires

4.3.2.1. Textes réglementaires

La conformité aux textes réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.1.1. Textes officiels

Sans objet.

4.3.2.1.2. Prescriptions techniques

La conformité aux prescriptions techniques listées dans le [§ 0.3.2.](#), est assurée par la conception du système 8TEU.

4.3.2.1.3. Réglementations internationales

Sans objet.

4.3.2.2. Textes para-réglementaires

La conformité aux textes para-réglementaires est portée de manière générale par le chapitre 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Sans objet.

4.3.2.2.2. Directives techniques

Un contrôle avant et après traitement permet de définir le traitement adapté et de vérifier son efficacité.

La conformité aux directives techniques spécifiquement applicables au système, listées dans le [§ 0.3.2.](#), est assurée par les dispositions suivantes :

- Section A.2.7.2 : La limitation des rejets dans l'environnement est assurée par l'utilisation de traitements adaptés aux caractéristiques des effluents (filtration, déminéralisation, évaporation). Une caractérisation de l'effluent à traiter est réalisée avant traitement afin de sélectionner le moyen de traitement le plus adapté dans le but d'optimiser les rejets dans l'environnement et limiter l'exposition du public. Un contrôle après traitement est effectué afin de vérifier l'efficacité du traitement.
- Section C.4.2.1 : le retour d'expérience du parc en exploitation et les bonnes pratiques de gestion des effluents qui en découlent ont été pris en compte dans la conception et le fonctionnement du TEU. Ceci a notamment conduit à la banalisation des traitements ou encore à l'optimisation de la stratégie de gestion des effluents TEU (compromis rejet liquide / production de déchet).

4.3.2.3. Textes EPR spécifiques

Sans objet.

4.3.3. Agressions

4.3.3.1. Agressions internes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions internes relève du sous-chapitre 3.4.

4.3.3.2. Agressions externes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions externes relève du sous-chapitre 3.3.

4.3.4. Diversification

Sans objet.

4.3.5. Radioprotection

De façon générale, les dispositions de conception de l'installation prises pour limiter l'exposition du personnel au rayonnement et à la contamination due aux produits de fission et de corrosion activés relèvent du chapitre 12.

La conception du système TEU contribue au respect de cet objectif, notamment sur les points suivants :

- une chaîne de mesure de débit de dose dans les locaux (KRC) est positionnée dans la casemate du filtre de tête des drains résiduels afin de respecter les critères de conditionnement et de transport du filtre pour assurer la protection du personnel ;
- la commande des vannes de vidange des résines des déminéraliseurs est déportée pour protéger les travailleurs des rayonnements ionisants provenant de l'activité contenue dans les résines ;
- les locaux du BTE disposent d'un zonage de radioprotection adapté pour la protection des travailleurs. Les zones rouges comme les locaux des pompes et des filtres sont situées dans des casemates ;
- l'utilisation d'une machine de changement des filtres usées pour protéger le travailleur.

4.3.6. Fonctionnement, maintenance et accessibilité long terme

Sans objet.

4.3.7. Système tel que réalisé

A ce stade de la fabrication, de l'installation et du déroulement des essais, aucun écart n'impacte les requis de sûreté spécifiés dans le Rapport de Sûreté.

4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

4.4.1. Essais de démarrage

L'étanchéité des enveloppes mécaniques du système est vérifiée dans le cadre des contrôles de fin de montage.

Par ailleurs, le système TEU fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14 permettant notamment de vérifier le respect du critère fonctionnel de prévention du débordement d'effluent.

4.4.2. Surveillance en exploitation

La disponibilité des fonctions du système TEU est surveillée dans le cadre de l'exploitation normale.

4.4.3. Essais périodiques

Les parties classées du système TEU font l'objet d'essais périodiques conformément au chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation permettant notamment de vérifier le critère fonctionnel de prévention du débordement d'effluent.

4.4.4. Maintenance

Le système TEU fait l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

5. SCHÉMAS FONCTIONNELS

Les principes d'orientation des effluents au niveau du système TEU, en fonction des caractéristiques de l'effluent à traiter sont présentés en [FIG-11.1.3.2.1](#).

Le schéma de principe du système TEU est présenté en [FIG-11.1.3.2.2](#).



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.3.2

PAGE 20/23

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

LISTE DES RÉFÉRENCES

[1] Note ECEP100957 - EPR FA3 — Instruction du thème effluents — Position / action n°13.

**TAB-11.1.3.2.1 TABLEAU DE PRÉSENTATION DES CHOIX
DE TRAITEMENT EN FONCTION DE L'EFFLUENT**

Type d'effluents TEU	Traitement préférentiel	Traitement(s) croisé(s) possible(s)
Drains de planchers	Filtration	Déminéralisation
		Évaporation
Drains résiduaires	Déminéralisation	Filtration
		Évaporation
Drains chimiques	Évaporation	Filtration

FIG-11.1.3.2.1 PRINCIPE D'ORIENTATION DES EFFLUENTS AU NIVEAU DU TEU

PRINCIPES D'ORIENTATION DES EFFLUENTS AU NIVEAU DU TEU

EFFLUENTS NON RECYCLABLES

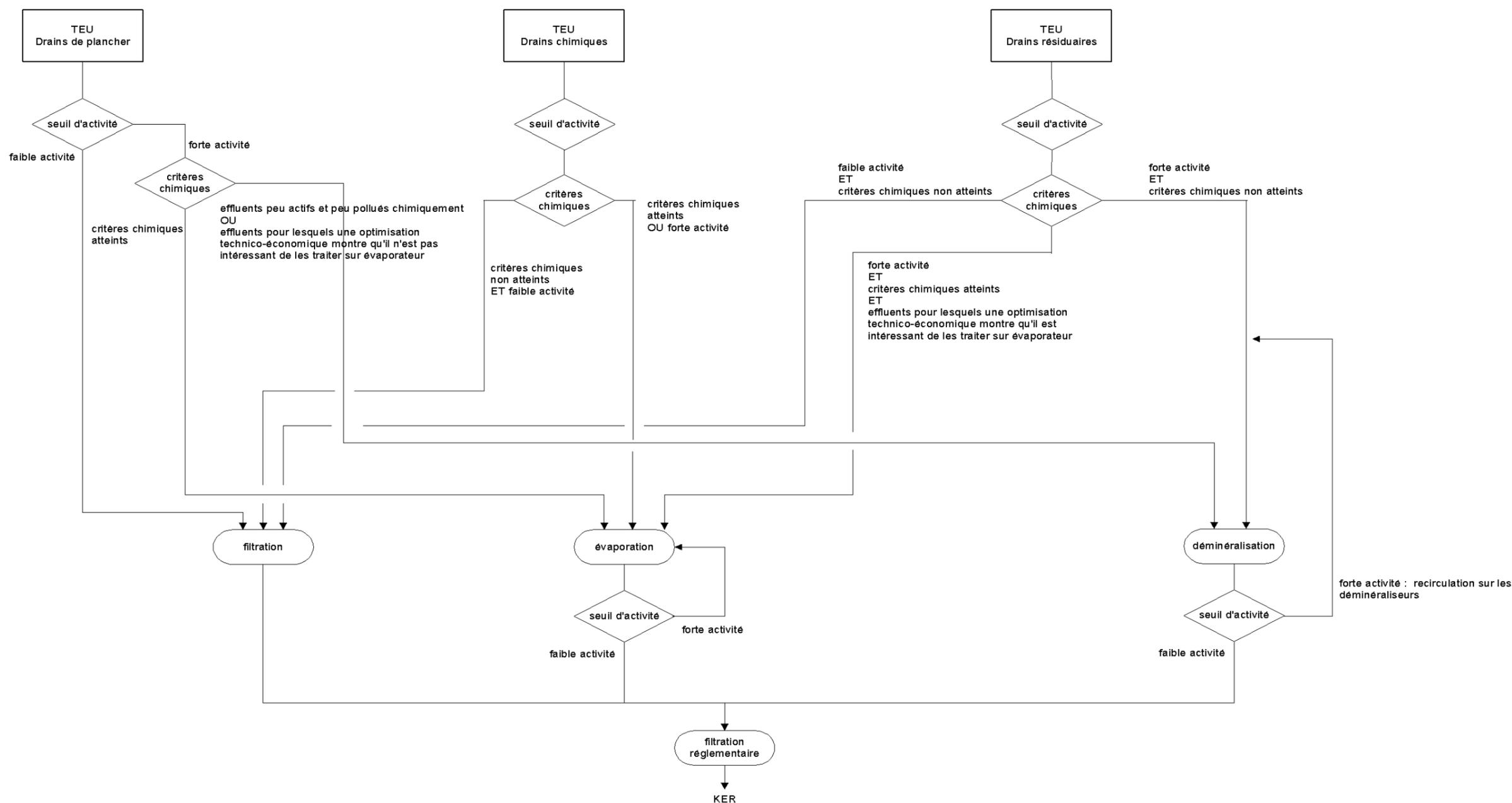
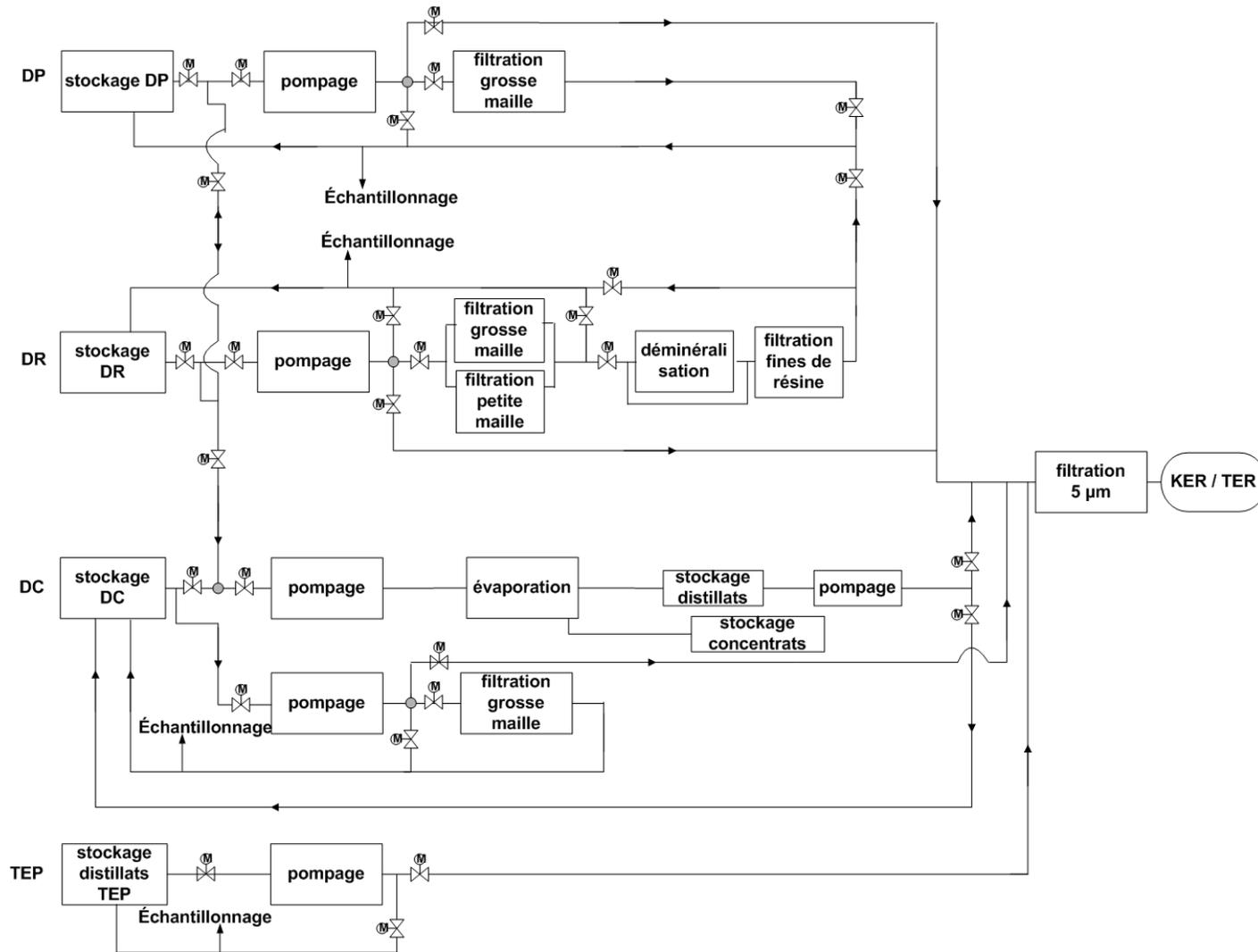


FIG-11.1.3.2.2 TRAITEMENT DES EFFLUENTS USÉS (TEU)



SOMMAIRE

.11.1.3.3 CIRCUIT DE CONTRÔLE ET DE REJET DES EFFLUENTS LIQUIDES DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE (KER)	5
0. EXIGENCES DE SÛRETÉ	5
0.1. FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	5
0.1.2. ÉVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	5
0.1.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	5
0.1.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	6
0.1.5. CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	6
0.1.6. CONTRIBUTIONS À L'ÉLIMINATION PRATIQUE	6
0.2. CRITÈRES FONCTIONNELS	6
0.2.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	6
0.2.2. ÉVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	6
0.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	6
0.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	6
0.3. EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION	6
0.3.1. EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	6
0.3.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	7
0.3.3. AGRESSIONS	7
0.3.4. DIVERSIFICATION	8
0.3.5. RADIOPROTECTION	8
0.3.6. EXIGENCES LIÉES AU FONCTIONNEMENT, À LA MAINTENANCE ET À L'ACCESSIBILITÉ LONG TERME	8
0.4. ESSAIS	8
0.4.1. ESSAIS DE DÉMARRAGE	8
0.4.2. SURVEILLANCE EN EXPLOITATION	8
0.4.3. ESSAIS PÉRIODIQUES	8
0.4.4. MAINTENANCE	8
1. RÔLE DU SYSTÈME	8

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE	8
1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC2 À PCC4, RRC-A, EN ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS	9
2. BASES DE CONCEPTION	9
2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT	9
2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT	9
2.3. AUTRES HYPOTHÈSES	10
3. DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT	10
3.1. DESCRIPTION	10
3.1.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME	10
3.1.2. DESCRIPTION DES MATÉRIELS PRINCIPAUX	11
3.1.3. DESCRIPTION DES DISPOSITIONS D'INSTALLATION PRINCIPALES	11
3.2. FONCTIONNEMENT	11
3.2.1. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME NORMAL DE LA TRANCHE	11
3.2.2. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME PERMANENT DU SYSTÈME	12
3.2.3. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME TRANSITOIRE	12
3.2.4. AUTRES RÉGIMES DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME	12
4. ANALYSE DE SÛRETÉ	12
4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION	12
4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS	12
4.2.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	12
4.2.2. ÉVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	12
4.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	12
4.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES À L'ACCOMPLISSEMENT DES FONCTIONS DE SÛRETÉ	13
4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION	13
4.3.1. EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	13
4.3.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	13
4.3.3. AGRESSIONS	14
4.3.4. DIVERSIFICATION	14
4.3.5. RADIOPROTECTION	14

4.3.6. FONCTIONNEMENT, MAINTENANCE ET ACCESSIBILITÉ AU LONG TERME	14
4.3.7. SYSTÈME TEL QUE RÉALISÉ	14
4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	14
4.4.1. ESSAIS DE DÉMARRAGE	14
4.4.2. MAINTENANCE ET SURVEILLANCE EN EXPLOITATION . . .	14
4.4.3. ESSAIS PÉRIODIQUES	15
4.4.4. MAINTENANCE	15
5. SCHÉMAS FONCTIONNELS	15
LISTE DES RÉFÉRENCES.	16



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.3.3

PAGE 4/18

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

FIGURES :

FIG–11.1.3.3.1 SCHÉMA GÉNÉRAL KER-SEK-TER..... 17

FIG–11.1.3.3.2 SCHÉMA MÉCANIQUE DES COLLECTEURS KER..... 18

.11.1.3.3 CIRCUIT DE CONTRÔLE ET DE REJET DES EFFLUENTS LIQUIDES DE L'ÎLOT NUCLÉAIRE (KER)

Le système KER est commun à toutes les tranches du site (P4 et EPR). Il est associé à des systèmes localisés dans les BAN, le BTE et la laverie de site.

Le système est constitué (voir [FIG-11.1.3.3.1](#) et [FIG-11.1.3.3.2](#)) :

- de parties communes de site étendues à l'occasion de la mise en service de la tranche EPR (appelées « existant étendu »),
- de parties spécifiques EPR (collecteurs de raccordement des installations de la tranche EPR aux parties communes de site).

Il a été jugé pertinent d'inclure dans ce Rapport de Sûreté EPR certaines informations portant sur le système de site qui est déjà décrit dans le sous-chapitre 11.5 du Rapport de Sûreté de Flamanville 1/2. Cependant, afin de dissocier les référentiels de sûreté de Flamanville 1/2 et de l'EPR, le chapitre KER est organisé comme suit :

- **Paragraphe 0, Exigences de sûreté :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR.
- **Paragraphe 1, Rôle du système :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR et à celles relatives à l'existant étendu à l'occasion de la mise en place de l'EPR.
- **Paragraphe 2, Bases de conception :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR et à celles relatives à l'existant étendu à l'occasion de la mise en place de l'EPR.
- **Paragraphe 3, Description-Fonctionnement :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR et à celles relatives à l'existant étendu à l'occasion de la mise en place de l'EPR.
- **Paragraphe 4, Analyse de sûreté :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR.

0. EXIGENCES DE SÛRETÉ

Le périmètre de ce paragraphe correspond aux parties spécifiques à l'EPR (collecteurs de raccordement aux parties communes de site). Pour les parties relatives à l'existant étendu à l'occasion de la mise en place de l'EPR, se reporter au chapitre II.5 du RDS palier 1300.

0.1. FONCTIONS DE SÛRETÉ

La contribution du système aux trois fonctions fondamentales de sûreté est définie ci-dessous :

0.1.1. Contrôle de la réactivité

Le système ne contribue pas directement au contrôle de la réactivité.

0.1.2. Évacuation de la puissance résiduelle

Le système ne contribue pas directement à l'évacuation de la puissance résiduelle.

0.1.3. Confinement des substances radioactives

Le système véhicule des fluides liquides contenant des substances radioactives.

A ce titre, il doit contribuer au confinement des substances vis-à-vis de l'environnement dans sa globalité et du public.

0.1.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.1.5. Contributions spécifiques à la protection contre les agressions

Le système ne contribue pas spécifiquement à la protection contre les agressions.

0.1.6. Contributions à l'élimination pratique

Le système ne contribue pas directement à l'élimination pratique.

0.2. CRITÈRES FONCTIONNELS**0.2.1. Contrôle de la réactivité**

Sans objet.

0.2.2. Évacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

0.2.3. Confinement des substances radioactives

Le système doit permettre de confiner les substances radioactives et prévenir le risque de fuites.

0.2.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.3. EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION**0.3.1. Exigences issues du classement de Sûreté****0.3.1.1. Classement de sûreté**

Les équipements des parties spécifiques EPR du système KER ne doivent pas faire l'objet d'une exigence de classement, car l'activité volumique des fluides véhiculés est inférieure à 1 MBq / L.

0.3.1.2. Critère de défaillance unique

Les parties spécifiques EPR du système KER ne sont pas redevables de l'application du critère de défaillance unique.

0.3.1.3. Alimentations électriques secourues

Les parties spécifiques EPR du système KER ne font pas l'objet d'une exigence d'alimentation électrique secourue.

0.3.1.4. Séparation physique / géographique

Les parties spécifiques EPR du système KER ne font pas l'objet d'une exigence de séparation physique / géographique.

0.3.1.5. Qualification aux conditions accidentelles

Les parties spécifiques EPR du système KER ne font pas l'objet d'une exigence de qualification aux conditions accidentelles car elles ne sont pas soumises à des conditions d'ambiance dégradée dans l'exercice de leurs missions de sûreté.

0.3.1.6. Classements ESPN, mécanique, électrique, Contrôle-Commande, et sismique

Les équipements des parties spécifiques EPR du système redevables d'un classement mécanique, électrique, contrôle-commande, et sismique doivent être classés conformément aux règles de classement présentées dans la section 3.2.1.

Les parties spécifiques EPR du système KER ne sont pas concernées par le classement ESPN car d'une part l'activité des fluides véhiculés est inférieure au seuil de classement ESPN, et car d'autre part elles ne sont pas en interface avec des équipements classés ESPN.

0.3.2. Exigences réglementaires

0.3.2.1. Textes réglementaires

L'ensemble des exigences issues des textes réglementaires est présenté dans la section 1.7.0 du Rapport de Sûreté.

0.3.2.1.1. Textes officiels

Les parties spécifiques EPR du système KER ne sont pas concernées spécifiquement par un texte officiel.

0.3.2.1.2. Prescriptions techniques

Les parties spécifiques EPR du système KER sont concernées par la prescription technique n° 171 de la décision n° 2018-DC-0640 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville :

- EDF-FLA-171 : Les effluents produits par les installations sont rejetés par les émissaires précisés dans les tableaux ci-dessous [listing des bassins de rejets 1 à 3 et des émissaires n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 15]

0.3.2.1.3. Réglementations internationales

Les parties spécifiques EPR du système KER ne sont pas concernées par une réglementation internationale spécifique.

0.3.2.2. Textes para-réglementaires

0.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Les parties spécifiques EPR du système KER ne sont pas concernées par une règle fondamentale de sûreté spécifique.

0.3.2.2.2. Directives techniques

Les parties spécifiques EPR du système KER sont concernées par la section suivante des Directives Techniques :

Section A.2.7.2 « Effluents radioactifs et déchets » : La tranche doit être conçue pour limiter, conformément au principe d'optimisation, l'exposition des personnes du public aux rayonnements résultant des relâchements de matières radioactives dans l'air ou dans l'eau.

0.3.2.2.3. Textes spécifiques EPR

Les parties spécifiques EPR du système KER ne sont pas concernées par un texte spécifique EPR.

0.3.3. Agressions

0.3.3.1. Agressions internes

Les fonctions des parties spécifiques EPR du système KER doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions internes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.4.

0.3.3.2. Agressions externes

Les fonctions des parties spécifiques EPR du système KER doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions externes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.3.

0.3.4. Diversification

Les parties spécifiques EPR du système KER ne font pas l'objet d'une exigence de diversification.

0.3.5. Radioprotection

Les parties spécifiques EPR du système KER ne sont pas concernées par une exigence de radioprotection.

0.3.6. Exigences liées au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme

Les parties spécifiques EPR du système KER ne sont pas concernées par une exigence liée au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme dans la gestion long terme après accident.

0.4. ESSAIS

0.4.1. Essais de démarrage

Les parties spécifiques EPR du système KER doivent être conçues pour permettre la réalisation d'essais de démarrage permettant de s'assurer de leur conception adéquate, et notamment du respect des critères fonctionnels qui lui sont assignés au [§ 0.2.](#)

0.4.2. Surveillance en exploitation

Les parties spécifiques EPR du système KER doivent être conçues pour permettre une surveillance en exploitation, afin de garantir le bon comportement de ses composants et leur disponibilité.

0.4.3. Essais périodiques

Sans objet.

0.4.4. Maintenance

Les parties spécifiques EPR du système KER doivent être conçues pour permettre la mise en oeuvre d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

1. RÔLE DU SYSTÈME

Ce paragraphe décrit les parties spécifiques à l'EPR et le système existant étendu à l'occasion de la mise en service de la tranche EPR.

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE

Le système KER, commun à toutes les tranches du site (P4 et EPR), a pour rôle de recueillir les effluents radioactifs liquides en provenance de l'îlot nucléaire, de permettre leur contrôle et comptabilisation et d'en effectuer le rejet modulé dans le milieu naturel par l'intermédiaire de l'ouvrage de rejet en mer.

Le débit de rejet dans le milieu naturel est fonction du niveau d'activité de l'effluent et de la capacité de dilution du milieu récepteur, afin de respecter les conditions prévues par la réglementation de rejets du site.

Les différentes fonctions sont les suivantes :

- Collecte et stockage pour contrôle et comptabilisation des effluents en provenance des différents circuits P4 et EPR et de la pomperie KER - TER - SEK,
- Rejet modulé dans le milieu naturel par l'intermédiaire d'un système de dilution.

Le contrôle et la comptabilisation avant rejet ont pour objet de vérifier le respect de la réglementation de rejet applicable au site.

Les parties spécifiques de l'EPR doivent permettre d'orienter les effluents radioactifs de l'EPR vers le système de site approprié, ce dernier assurant leur stockage, leur contrôle, leur comptabilisation et leur rejet modulé conformément à la réglementation en vigueur pour le site.

1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC2 À PCC4, RRC-A, EN ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS

Le système KER n'a pas de rôle opérationnel dans les conditions de fonctionnement PCC-2 à PCC-4, RRC-A, en accident grave et situations d'agression.

2. BASES DE CONCEPTION

Ce paragraphe décrit les parties spécifiques à l'EPR et le système existant étendu à l'occasion de la mise en service de la tranche EPR.

2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT

Le circuit KER collecte les effluents radioactifs provenant des installations P4 et EPR. Les effluents collectés proviennent :

- des circuits de traitement des effluents primaires de chaque tranche P4 : distillats d'évaporation et effluents primaires décontaminés et dégazés du TEP ;
- du circuit de traitement des effluents usés (TEU) de toutes les tranches. Ce sont :
 - les drains résiduaux après déminéralisation ;
 - les drains de planchers après filtration ;
 - les distillats des effluents chimiques après évaporation ;
 - les vidanges après filtration des réservoirs de tête si l'activité des effluents l'autorise (drains résiduaux, drains de planchers, effluents chimiques) ;
 - les vidanges des distillats TEP après brassage et analyses (uniquement pour l'EPR) ;
- des eaux de laverie et décontamination du SBE existant ;
- des purges des générateurs de vapeurs lorsqu'elles ne sont pas recyclées au condenseur, après traitement, de toutes les tranches.

2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT

Hypothèses de dimensionnement des capacités :

Les capacités de stockage et rejet doivent être dimensionnées pour permettre le stockage, le contrôle, la comptabilisation et le rejet modulé de l'ensemble des effluents radioactifs produits par le site.

Le nombre et le volume des réservoirs existants (□ réservoirs de □ m³ chacun) ont été fixés originellement en accord avec le Service central de protection contre les rayonnements ionisants (SCPRI). Ces capacités correspondent aux besoins pour un site 2 tranches (bord de mer).

La production d'effluent associée à une tranche EPR devrait être du même ordre de grandeur que pour une tranche P4. Ainsi, réservoirs supplémentaires d'une capacité unitaire de m³ sont ajoutés pour l'implantation de la tranche EPR (et d'une éventuelle quatrième tranche EPR), portant l'ensemble des réservoirs KER (T) à réservoirs de m³ (dimensionnement pour un site 4 tranches).

Ce nombre permet d'avoir simultanément une capacité en vidange vers le milieu naturel, et au moins une en remplissage, en brassage, en échantillonnage ou en attente.

Hypothèses de dimensionnement du circuit de rejet :

Le circuit de rejet KER doit être conçu pour assurer :

- une dilution suffisante de manière à respecter la concentration volumique calculée à 500 m du point de rejet en mer en moyenne journalière,
- une vidange rapide des réservoirs contenant uniquement des purges APG d'activité faible et ne nécessitant pas une prédilution de 500 avant rejet,
- le respect des contraintes réglementaires de rejet.

2.3. AUTRES HYPOTHÈSES

Les équipements en contact avec les effluents doivent être en matériau résistant à la corrosion (acier inoxydable). Les réservoirs doivent être protégés par un revêtement intérieur décontaminable.

3. DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT

Ce paragraphe décrit les parties spécifiques à l'EPR et le système existant étendu à l'occasion de la mise en service de la tranche l'EPR.

3.1. DESCRIPTION

3.1.1. Description générale du système

Le système est composé de trois sous-systèmes :

- un système de collecte et de stockage avec collecteurs P4/EPR (les collecteurs spécifiques EPR viennent se raccorder sur les collecteurs homologues existants) et réservoirs de m³ chacun ;
- un système de brassage et d'échantillonnage avec pompes ;
- un système de rejet modulé avec des lignes de petit et grand débit, un débitmètre, une chaîne KRT et une vanne d'isolement du rejet.

Conformément à la réglementation de rejet, l'ensemble des effluents collectés au circuit KER est filtré au niveau de chaque circuit émetteur à 5µm, sauf pour le système APG P4 pour lequel une filtration à 25 µm est réalisée. Le circuit KER ne comporte donc pas de filtre.

Le circuit KER est à contrôle commande décentralisé. Les actionneurs sont commandés .

Les informations suivantes sont reportées en salle de commande de la tranche 1 :

- l'autorisation de rejet d'un réservoir,
- l'affichage du débit de rejet autorisé,
- une alarme de défauts regroupés,
- l'indication de marche des pompes et la position des vannes de pied des réservoirs, des vannes d'isolement général du rejet.

Les niveaux des réservoirs sont reportés en salle de commande de chaque tranche, ainsi que les alarmes "réservoir plein" et "réservoir vide".

3.1.2. Description des matériels principaux

Le système KER est constitué des matériels principaux suivants :

- un circuit de collecte des effluents constitué par :
 - une tuyauterie en galerie mécanique sur laquelle viennent se raccorder les piquages provenant de chaque TEP de tranche P4,
 - une tuyauterie en galerie mécanique sur laquelle viennent se raccorder les piquages provenant de chaque TEU de tranche P4 et du TEU EPR,
 - une tuyauterie en galerie mécanique collectant les purges des générateurs de vapeur de chacune des tranches,
 - une tuyauterie collectant les effluents de laverie et de décontamination du SBE existant,
 - un collecteur de remplissage des réservoirs commun au système de collecte et au système de brassage. Ce collecteur doit être raccordé en permanence à un réservoir. Il comporte un piquage vers le circuit TER et un piquage venant du circuit SEK de site avec une manchette démontable.
- un circuit de stockage et brassage constitué par :
 - réservoirs de stockage de m³ chacun en béton armé revêtus intérieurement de peinture décontaminable. La tuyauterie d'alimentation unique de chaque réservoir arrive au point haut du réservoir. Elle est munie d'un système casse-siphon ,
 - pompes de m³/h assurant le brassage et le rejet des effluents contenus dans les réservoirs. Chaque ligne de brassage est munie d'un piquage pour échantillonnage. Un piquage permet également de renvoyer les effluents vers le circuit TER et vers les circuits TEU.
- un système de rejet, commun aux circuits KER et TER, est composé :
 - de deux lignes de rejet (petit débit et gros débit) dont le débit est ajustable ; chacune de ces lignes est munie d'un débitmètre et d'un compteur enregistreur du volume rejeté et se réunissent dans une ligne de rejet commune,
 - d'une mesure d'activité et d'une vanne d'isolement automatique sur la ligne de rejet commune. La ligne de rejet débite dans le canal de rejet du circuit d'eau de circulation des condenseurs des tranches 1 et 2.

3.1.3. Description des dispositions d'installation principales

Les réservoirs de stockage sont installés à l'extérieur et les locaux associés (pomperie, salle des vannes, locaux électriques) sont regroupés dans un local pomperie proche de la galerie mécanique reliant les différentes tranches.

Les collecteurs sont installés en galeries mécaniques visitables. Cette installation des tuyauteries de liaison venant des BAN, du BTE, de la laverie de site et des tuyauteries de brassage et de rejet dans des galeries visitables, permet la détection et la collecte vers des puisards des fuites éventuelles. Les éventuelles fuites dans les galeries EPR sont récupérées dans des puisards EPR. De même, les éventuelles fuites provenant des galeries 1300 sont récupérées par les puisards de l'existant étendu.

3.2. FONCTIONNEMENT

3.2.1. Fonctionnement en régime normal de la tranche

Les régimes de fonctionnement du système KER sont indépendants du régime de fonctionnement des tranches.

Le système KER est en service en fonctionnement normal de la tranche. Ces équipements sont sollicités de façon intermittente en fonction de la production d'effluents par la tranche.

3.2.2. Fonctionnement en régime permanent du système

Un réservoir KER (T) est disposé en permanence pour recueillir les effluents provenant des tranches ou des bâtiments de site.

La vidange des réservoirs TEP, TEU et de la laverie de site vers le circuit KER est volontaire et s'effectue après filtration et contrôle de l'activité.

Après remplissage, le réservoir est disposé pour assurer le brassage et l'échantillonnage de son contenu à l'aide de . La durée du brassage est suffisante, compte tenu des mélangeurs à jets liquides, pour homogénéiser le contenu du réservoir et obtenir un échantillon représentatif. Le débit de rejet est évalué en fonction des caractéristiques de cet échantillon et des possibilités de dilution du milieu naturel, de façon à satisfaire les exigences réglementaires.

L'activité rejetée et le débit de rejet sont contrôlés en permanence. Le dépassement du seuil préétabli entraîne une alarme et la fermeture de la vanne d'isolement automatique de la ligne de rejet.

3.2.3. Fonctionnement en régime transitoire

Sans objet.

3.2.4. Autres régimes de fonctionnement du système

Les effluents envoyés ou stockés dans le circuit KER peuvent être dirigés exceptionnellement vers les circuits TEU ou, avec l'accord préalable de l'Autorité de Sureté Nucléaire, vers TER lorsque :

- leur activité est incompatible avec les possibilités de dilution dans le milieu naturel et nécessite un retraitement par les circuits TEU des tranches existantes ou par le système TEU du BTE EPR,
- le volume disponible des capacités KER est momentanément insuffisant.

4. ANALYSE DE SÛRETÉ

Le périmètre de ce paragraphe correspond aux parties spécifiques à l'EPR. Pour les parties relatives à l'existant étendu à l'occasion de la mise en place de l'EPR, se reporter au chapitre II.5 du RDS 1300.

4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION

Le système est conforme à la réglementation générale en vigueur (voir le sous-chapitre 1.7) et ne fait pas l'objet de dérogations particulières.

4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS

4.2.1. Contrôle de la réactivité

Sans objet.

4.2.2. Évacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

4.2.3. Confinement des substances radioactives

En fonctionnement normal de la tranche, le confinement de la radioactivité dans l'installation est assuré par les dispositions suivantes :

- l'étanchéité des enveloppes mécaniques pour les tuyauteries, les robinetteries et l'instrumentation en contact avec les effluents radioactifs ;
- la construction en acier inoxydable mécano-soudé étanche. Seuls les équipements nécessitant une maintenance sont raccordés par brides et boulonnage ;
- la connexion des parties spécifiques EPR à l'existant étendu, ces parties collectant l'ensemble des effluents radioactifs non-recyclables de l'EPR ;
- la vérification du bon dimensionnement des capacités de stockage de l'existant étendu dans le cadre de l'implantation de la tranche EPR.

Le dimensionnement adéquat des capacités de stockage et rejet, est justifié dans la note [Réf \[1\]](#). L'étude démontre par calcul la robustesse du dimensionnement des capacités de stockage et rejet du système KER, dans des conditions de fonctionnement normal incluant les aléas courants d'exploitation.

Le point principal de l'étude est la vérification du dimensionnement hydraulique du système et en particulier de l'absence de risque de saturation des réservoirs de stockage. L'étude prend en compte le REX du parc en exploitation quant aux volumes d'effluents à stocker et rejeter et intègre un certain nombre de conservatismes destinés à lui conférer un caractère enveloppe. Elle prend également en compte les contraintes réglementaires associées aux rejets (modalités de rejet notamment).

Les résultats obtenus démontrent que les capacités de stockage et de rejet du système KER sont dimensionnées de façon adéquate pour gérer l'intégralité des effluents liquides radioactifs non recyclables produits par le site de Flamanville, tout en préservant des marges d'exploitation satisfaisantes.

Les réservoirs TER ne sont pas valorisés dans cette étude ; l'existence pratique de cette possibilité procure des marges significatives en cas d'aléas importants.

4.2.4. Contributions indirectes à l'accomplissement des fonctions de sûreté

Sans objet.

4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION

4.3.1. Exigences issues du classement de sûreté

Sans objet.

4.3.2. Exigences réglementaires

4.3.2.1. Textes réglementaires

La conformité aux textes réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.1.1. Textes officiels

Sans objet.

4.3.2.1.2. Prescriptions techniques

La conformité aux prescriptions techniques spécifiquement applicables au système, listées dans le [§ 0.3.2.](#), est assurée par la connexion des parties du KER spécifiques EPR à l'existant étendu.

4.3.2.2. Textes para-réglementaires

La conformité aux textes para-réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Sans objet.

4.3.2.2.2. Directives techniques

La conformité des parties spécifiques EPR aux directives techniques spécifiquement applicables au système, listées dans le [§ 0.3.2.](#), est assurée par leur connexion avec l'existant étendu, ce dernier contribuant à l'optimisation des rejets et à la limitation de l'exposition du public.

4.3.2.3. Textes EPR Spécifiques

Sans objet.

4.3.3. Agressions

4.3.3.1. Agressions internes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions internes relève du sous-chapitre 3.4.

4.3.3.2. Agressions externes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions externes relève du sous-chapitre 3.3.

4.3.4. Diversification

Sans objet.

4.3.5. Radioprotection

Sans objet.

4.3.6. Fonctionnement, maintenance et accessibilité au long terme

Sans objet.

4.3.7. Système tel que réalisé

A ce stade de la fabrication, de l'installation et du déroulement des essais, aucun écart n'impacte les requis de sûreté spécifiés dans le Rapport de Sûreté.

4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

4.4.1. Essais de démarrage

L'étanchéité des enveloppes mécaniques des parties spécifiques EPR du système KER est vérifiée dans le cadre des contrôles de fin de montage.

Par ailleurs, le fonctionnement des parties spécifiques EPR du système KER fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14.

4.4.2. Maintenance et surveillance en exploitation

La disponibilité des fonctions des parties spécifiques EPR du système KER est surveillée dans le cadre de l'exploitation normale.

En particulier, l'installation des tuyauteries de liaison venant du BAN et du BTE dans des galeries visitables permet la détection et la collecte vers des puisards des fuites éventuelles.

4.4.3. Essais périodiques

Sans objet.

4.4.4. Maintenance

Les parties spécifiques EPR du système KER font l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

5. SCHÉMAS FONCTIONNELS

La figure [FIG-11.1.3.3.1](#) présente le schéma général des systèmes KER-TER-SEK.

Le schéma de principe des collecteurs du système KER est présenté en [FIG-11.1.3.3.2](#) (collecteur KER – TEU et collecteur KER – APG).



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.3.3

PAGE 16/18

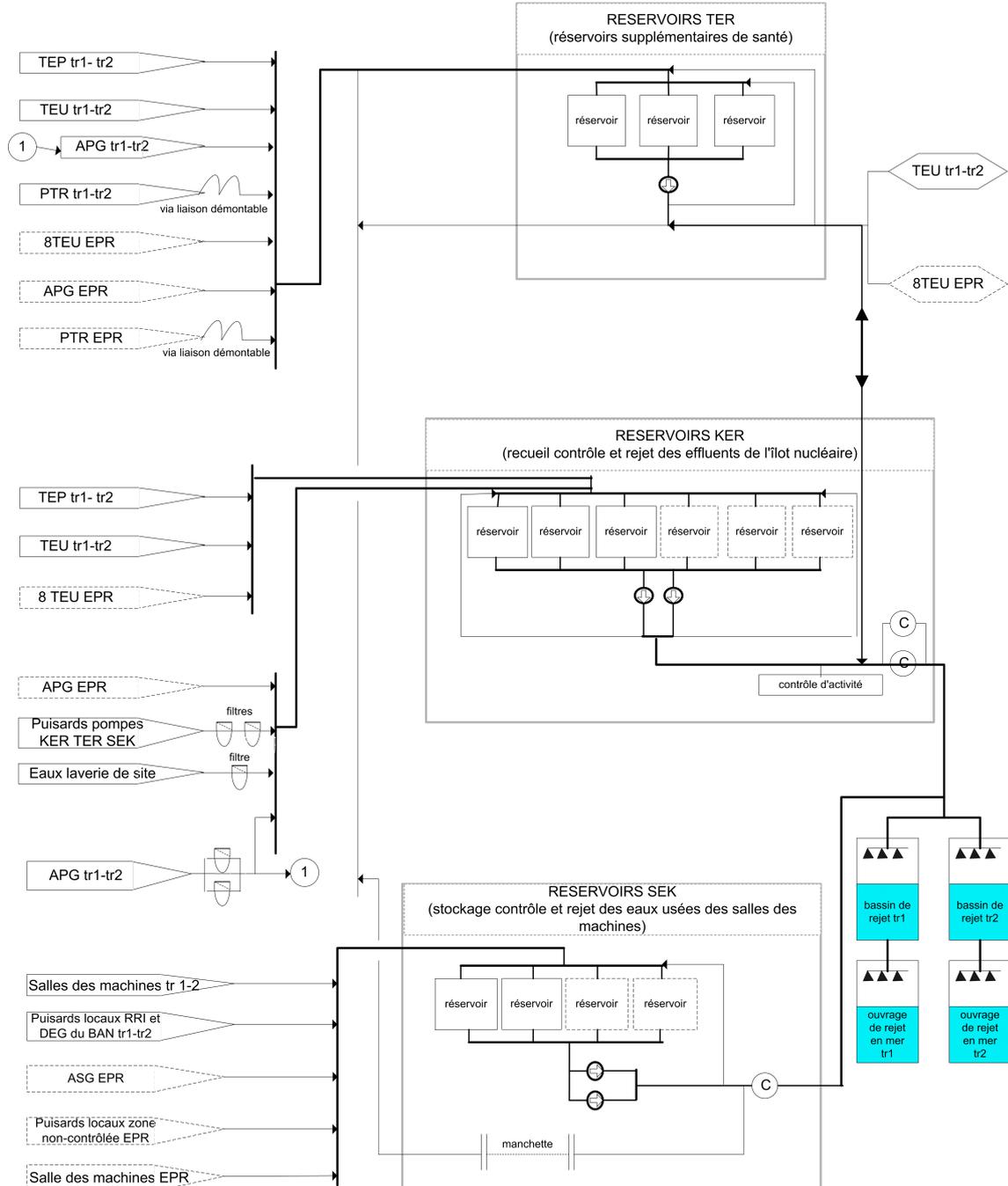
CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

LISTE DES RÉFÉRENCES

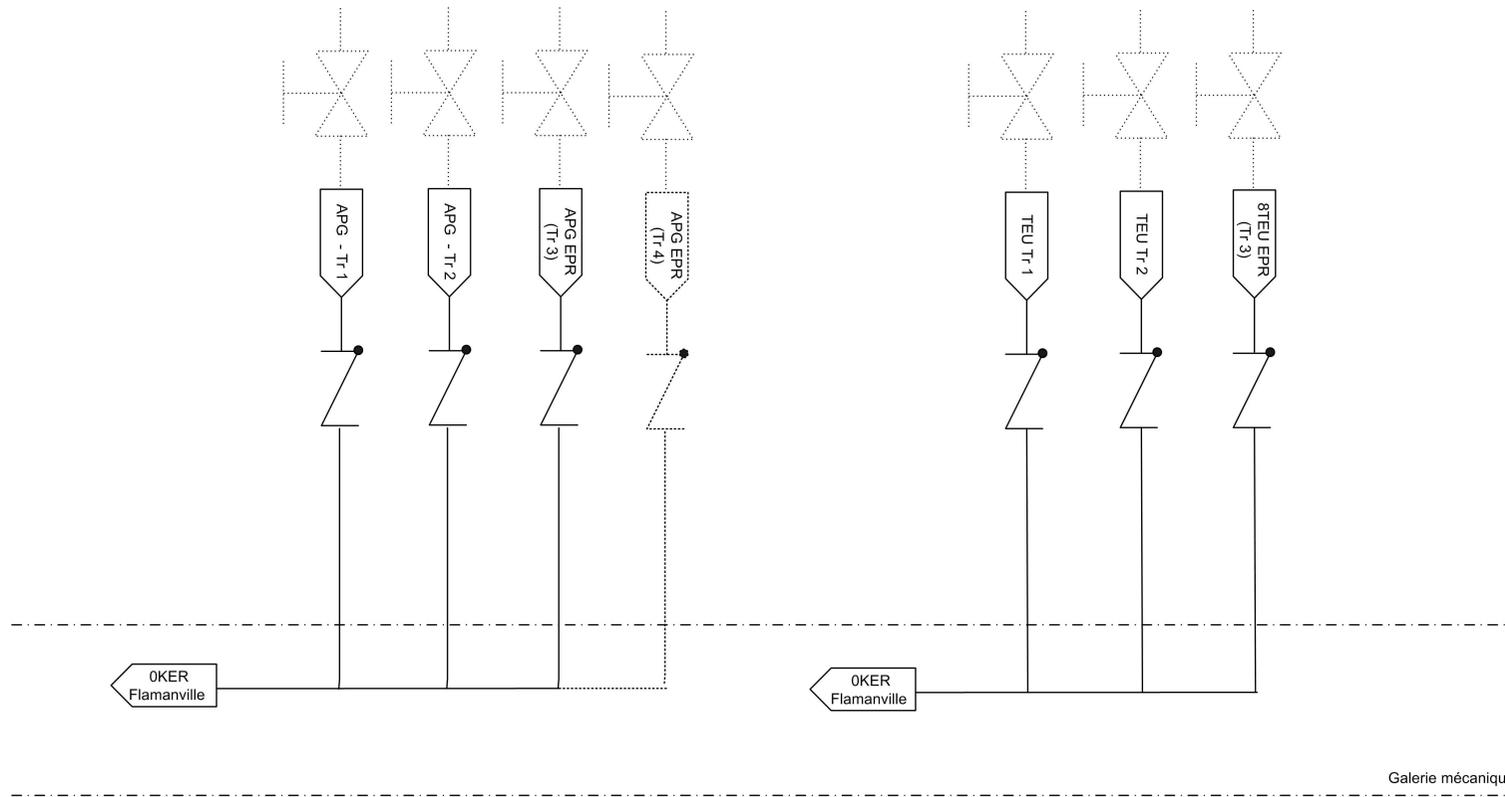
[1] ECEP100957 – EPR FA3 – Instruction du thème « effluents » - Position/action n°13

FIG-11.1.3.3.1 SCHÉMA GÉNÉRAL KER-SEK-TER



(C) = comptabilisation

FIG-11.1.3.3.2 SCHÉMA MÉCANIQUE DES COLLECTEURS KER



SOMMAIRE

.11.1.3.4 CIRCUIT DES RÉSERVOIRS SUPPLÉMENTAIRES DE SANTÉ (TER)	5
0. EXIGENCES DE SÛRETÉ	5
0.1. FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	5
0.1.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	5
0.1.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	5
0.1.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.5. CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	6
0.1.6. CONTRIBUTION À L'ÉLIMINATION PRATIQUE	6
0.2. CRITÈRES FONCTIONNELS	6
0.2.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	6
0.2.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	6
0.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	6
0.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	6
0.3. EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION	6
0.3.1. EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	6
0.3.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	7
0.3.3. AGRESSIONS	8
0.3.4. DIVERSIFICATION	8
0.3.5. RADIOPROTECTION	8
0.3.6. EXIGENCES LIÉES AU FONCTIONNEMENT, À LA MAINTENANCE ET À L'ACCESSIBILITÉ LONG TERME	8
0.4. ESSAIS	8
0.4.1. ESSAIS DE DÉMARRAGE	8
0.4.2. SURVEILLANCE EN EXPLOITATION	8
0.4.3. ESSAIS PÉRIODIQUES	8
0.4.4. MAINTENANCE	8
1. RÔLE DU SYSTÈME	8

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE	8
1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC2 À PCC4, RRC-A, EN ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS	9
2. BASES DE CONCEPTION	9
2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT	9
2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT	9
2.3. AUTRES HYPOTHÈSES	10
3. DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT	10
3.1. DESCRIPTION	10
3.1.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME	10
3.1.2. DESCRIPTION DES MATÉRIELS PRINCIPAUX	10
3.1.3. DESCRIPTION DES DISPOSITIONS D'INSTALLATION PRINCIPALES	10
3.2. FONCTIONNEMENT	11
3.2.1. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME NORMAL DE LA TRANCHE	11
3.2.2. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME PERMANENT DU SYSTÈME	11
3.2.3. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME TRANSITOIRE	11
3.2.4. AUTRES RÉGIMES DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME	11
4. ANALYSE DE SÛRETÉ	11
4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION	11
4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS	11
4.2.1. CONTRÔLE DE LA RADIOACTIVITÉ	11
4.2.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	12
4.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	12
4.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES À L'ACCOMPLISSEMENT DES FONCTIONS DE SÛRETÉ	12
4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION	12
4.3.1. EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	12
4.3.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	12
4.3.3. AGRESSIONS	13
4.3.4. DIVERSIFICATION	13
4.3.5. RADIOPROTECTION	13

4.3.6. FONCTIONNEMENT, MAINTENANCE ET ACCESSIBILITÉ AU LONG TERME	13
4.3.7. SYSTÈME TEL QUE RÉALISÉ	13
4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	13
4.4.1. ESSAIS DE DÉMARRAGE	13
4.4.2. MAINTENANCE ET SURVEILLANCE EN EXPLOITATION . . .	13
4.4.3. ESSAIS PÉRIODIQUES	13
4.4.4. MAINTENANCE	13
5. SCHÉMA MÉCANIQUE FONCTIONNEL	13



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.3.4

PAGE 4/15

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

FIGURES :

FIG-11.1.3.4.1 SCHÉMA MÉCANIQUE DES COLLECTEURS TER 15

.11.1.3.4 CIRCUIT DES RÉSERVOIRS SUPPLÉMENTAIRES DE SANTÉ (TER)

Le système TER est commun à toutes les tranches du site (P4 et EPR). Il est associé à des systèmes localisés dans les BAN, le BTE et les Salles de Machines.

Le système est constitué (voir Figure 1 de la section 11.1.3.3 et [FIG-11.1.3.4.1](#)) :

- de parties communes de site appelées « existant »,
- de parties spécifiques EPR (collecteurs de raccordement des installations de la tranche EPR aux parties communes de site).

Il a été jugé pertinent d'inclure dans ce Rapport de Sûreté EPR certaines informations portant sur le système de site qui est déjà décrit dans le sous-chapitre 11.5 du Rapport de Sûreté de Flamanville 1/2. Cependant, afin de dissocier les référentiels de sûreté de Flamanville 1/2 et de l'EPR, le chapitre TER est organisé comme suit :

- **Paragraphe 0, Exigences de sûreté :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR.
- **Paragraphe 1, Rôle du système :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR et au système existant.
- **Paragraphe 2, Bases de conception :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR et à celles relatives à l'existant étendu à l'occasion de la mise en place de l'EPR.
- **Paragraphe 3, Description-Fonctionnement :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR et à celles relatives à l'existant étendu à l'occasion de la mise en place de l'EPR.
- **Paragraphe 4, Analyse de sûreté :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR.

0. EXIGENCES DE SÛRETÉ

Le périmètre de ce paragraphe correspond aux parties spécifiques à l'EPR. Pour les parties relatives à l'existant, se reporter au chapitre 11.5 du RDS palier 1300.

0.1. FONCTIONS DE SÛRETÉ

La contribution du système aux trois fonctions de sûreté est définie ci-dessous :

0.1.1. Contrôle de la réactivité

Le système ne contribue pas directement au contrôle de la réactivité.

0.1.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Le système ne contribue pas directement à l'évacuation de la puissance résiduelle.

0.1.3. Confinement des substances radioactives

Le système véhicule des fluides liquides contenant des substances radioactives.

A ce titre, il doit contribuer au confinement de ces substances vis-à-vis de l'environnement dans sa globalité et du public.

0.1.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.1.5. Contributions spécifiques à la protection contre les agressions

Le système ne contribue pas spécifiquement à la protection contre les agressions.

0.1.6. Contribution à l'élimination pratique

Le système ne contribue pas directement à l'élimination pratique.

0.2. CRITÈRES FONCTIONNELS**0.2.1. Contrôle de la réactivité**

Sans objet.

0.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

0.2.3. Confinement des substances radioactives

Le système doit permettre de confiner les substances radioactives et prévenir le risque de fuites.

0.2.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.3. EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION**0.3.1. Exigences issues du classement de Sûreté****0.3.1.1. Classement de sûreté**

Les équipements des parties spécifiques EPR du système TER ne doivent pas faire l'objet d'une exigence de classement, car l'activité volumique des fluides véhiculés est inférieure à 1 MBq / L.

0.3.1.2. Critère de défaillance unique

Les parties spécifiques EPR du système TER ne sont pas redevables de l'application du critère de défaillance unique.

0.3.1.3. Alimentations électriques secourues

Les parties spécifiques EPR du système TER ne font pas l'objet d'une exigence d'alimentation électrique secourue.

0.3.1.4. Séparation physique / géographique

Les parties spécifiques EPR du système TER ne font pas l'objet d'une exigence de séparation physique / géographique.

0.3.1.5. Qualification aux conditions accidentelles

Les parties spécifiques EPR du système TER ne font pas l'objet d'une exigence de qualification aux conditions accidentelles car elles ne sont pas soumises à des conditions d'ambiance dégradée dans l'exercice de leurs missions de sûreté.

0.3.1.6. Classements ESPN, mécanique, électrique, Contrôle-Commande et sismique

Les équipements des parties spécifiques EPR du système redevables d'un classement mécanique, électrique, contrôle-commande, et sismique doivent être classés conformément aux règles de classement présentées dans la section 3.2.1.

Les parties spécifiques EPR du système TER ne sont pas concernées par le classement ESPN car d'une part l'activité des fluides véhiculés est inférieure au seuil de classement ESPN, et car d'autre part elles ne sont pas en interface avec des équipements classés ESPN.

0.3.2. Exigences réglementaires

0.3.2.1. Textes Réglementaires

L'ensemble des exigences issues des textes réglementaires est présenté dans la section 1.7.0 du Rapport de Sûreté.

0.3.2.1.1. Textes officiels

Les parties spécifiques EPR du système TER ne sont pas concernées spécifiquement par un texte officiel.

0.3.2.1.2. Prescriptions techniques

Les parties spécifiques EPR du système TER sont concernées par la prescription technique n°171 de la Décision n°2018-DC-0640 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n°108, n°109 et n°167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville :

- EDF-FLA-171 : Les effluents produits par les installations sont rejetés par les émissaires précisés dans les tableaux ci-dessous [listing des bassins de rejets 1 à 3 et des émissaires n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 15].

0.3.2.1.3. Réglementations internationales

Les parties spécifiques EPR du système TER ne sont pas concernées par une réglementation internationale spécifique.

0.3.2.2. Textes para-réglementaires

0.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Les parties spécifiques EPR du système TER ne sont pas concernées par une règle fondamentale de sûreté spécifique.

0.3.2.2.2. Directives techniques

Les parties spécifiques EPR du système TER sont concernées par la section suivante des Directives Techniques :

Section A.2.7.2 « Effluents radioactifs et déchets » : La tranche doit être conçue pour limiter, conformément au principe d'optimisation, l'exposition des personnes du public aux rayonnements résultant des relâchements de matières radioactives dans l'air ou dans l'eau.

0.3.2.3. Textes EPR Spécifiques

Les parties spécifiques EPR du système TER ne sont pas concernées par un texte spécifique EPR.

0.3.3. Agressions

0.3.3.1. Agressions internes

Les fonctions des parties spécifiques EPR du système TER doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions internes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.4.

0.3.3.2. Agressions externes

Les fonctions des parties spécifiques EPR du système TER doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions externes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.3.

0.3.4. Diversification

Les parties spécifiques EPR du système TER ne font pas l'objet d'une exigence de diversification.

0.3.5. Radioprotection

Les parties spécifiques EPR du système TER ne sont pas concernées par une exigence de radioprotection.

0.3.6. Exigences liées au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme

Les parties spécifiques EPR du système TER ne sont pas concernées par une exigence liée au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme dans la gestion long terme après accident.

0.4. ESSAIS

0.4.1. Essais de démarrage

Les parties spécifiques EPR du système TER doivent être conçues pour permettre la réalisation d'essais de démarrage permettant de s'assurer de leur conception adéquate, et notamment du respect des critères fonctionnels qui lui sont assignés au [§ 0.2.](#)

0.4.2. Surveillance en exploitation

Les parties spécifiques EPR du système TER doivent être conçues pour permettre une surveillance en exploitation, afin de garantir le bon comportement de ses composants et leur disponibilité.

0.4.3. Essais périodiques

Sans objet.

0.4.4. Maintenance

Les parties spécifiques EPR du système TER doivent être conçues pour permettre la mise en oeuvre d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

1. RÔLE DU SYSTÈME

Ce paragraphe décrit les parties spécifiques à l'EPR et le système existant.

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE

Ce circuit n'est normalement pas utilisé. Il est maintenu vide en réserve.

Ce circuit peut être utilisé exceptionnellement après accord de l'Autorité de Sûreté Nucléaire, lorsque, par exemple :

- la dilution dans le milieu naturel ne peut être assurée par les moyens normaux de rejet (indisponibilité des systèmes KER ou SEK),
- un incident d'exploitation imprévisible vient perturber le fonctionnement normal d'une tranche et peut avoir des conséquences qui ne permettent pas le rejet direct par les moyens normaux.

Le circuit TER a donc pour rôle de collecter et de stocker les effluents en provenance des différents circuits P4 et EPR :

- soit pour leur retraitement par les circuits TEU des tranches 1-2 ou celui de l'EPR (en cas de pollution des effluents),
- soit pour leur rejet différé (après contrôle et comptabilisation) dans le milieu naturel.

Les parties spécifiques de l'EPR du système TER doivent permettre d'orienter les effluents radioactifs de l'EPR vers le système de site approprié, ce dernier assurant leur stockage, leur contrôle, leur comptabilisation et leur rejet modulé conformément à la réglementation en vigueur pour le site.

1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC2 À PCC4, RRC-A, EN ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS

Le système TER n'a pas de rôle opérationnel dans les conditions de fonctionnement PCC-2 à PCC-4, RRC-A, en accident grave et situations agression.

2. BASES DE CONCEPTION

Ce paragraphe décrit les parties spécifiques à l'EPR et le système existant.

2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT

Les capacités de stockage du système TER ne sont utilisées que :

- lors de circonstances exceptionnelles,
- après accord de l'Autorité de Sûreté.

Ces capacités peuvent être utilisées en cas :

- d'indisponibilité complète ou partielle du circuit KER,
- d'indisponibilité complète ou partielle du circuit SEK,
- de saturation complète des réservoirs de tête des circuits TEU,
- de vidange d'une capacité de grandes dimensions (pour intervention ou en cas de défaillance) contenant des effluents qui ne peuvent être rejetés par les moyens normaux. Il s'agit du réservoir PTR, des réservoirs REA d'eau d'appoint au circuit primaire ou des réservoirs TEP de stockage intermédiaire des tranches P4, et de l'IRWST et des circuits PTR et APG de la tranche EPR,
- d'activité élevée des effluents de la salle des machines qui sont normalement rejetés par le circuit SEK,
- de difficultés de rejet des effluents dans le milieu naturel.

2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT

Le nombre et le volume des trois réservoirs (réservoirs TER) ont été fixés originellement en accord avec le Service Central de Protection Contre les Rayonnements Ionisants (SCPRI). Ces capacités

correspondent aux besoins pour un site 4 tranches. Ainsi, l'implantation de la tranche EPR ne nécessite pas l'ajout de réservoirs de stockage complémentaires.

2.3. AUTRES HYPOTHÈSES

Les équipements en contact avec les effluents doivent être en matériau résistant à la corrosion (acier inoxydable). Les réservoirs doivent être protégés par un revêtement intérieur décontaminable.

3. DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT

Ce paragraphe décrit les parties spécifiques à l'EPR et le système existant.

3.1. DESCRIPTION

3.1.1. Description générale du système

Le système est composé de deux sous-systèmes :

- un système de collecte et de stockage avec collecteurs P4/EPR (les collecteurs spécifiques EPR viennent se raccorder sur les collecteurs homologues existants) et [] réservoirs de [] m³ chacun ;
- un système de brassage et d'échantillonnage avec une pompe.

Le contrôle-commande est conçu de façon à éviter toute erreur de configuration pouvant entraîner un rejet intempestif ou un mélange involontaire d'effluents.

3.1.2. Description des matériels principaux

Le système TER est constitué des matériels principaux suivants :

- un collecteur en galerie mécanique qui recueille les effluents APG, PTR et TEU et SEK (via une liaison démontable) de chaque tranche.
Ce collecteur comporte également des liaisons avec les capacités SEK et KER et vers les TEU (pour retraitement sur TEU).
- un circuit de stockage et de brassage des effluents constitué par :
 - [] réservoirs de stockage de [] m³ chacun en béton armé revêtus intérieurement de peinture décontaminable. La tuyauterie d'alimentation unique de chaque réservoir arrive au point haut du réservoir. Elle est munie d'un système casse-siphon et se termine par [] ;
 - une pompe assurant le brassage et le rejet des effluents contenus dans les réservoirs. La ligne de brassage est munie d'un piquage pour échantillonnage.
- deux circuits à l'aval de la pompe :
 - l'un pour renvoyer les effluents dans les réservoirs de tête des circuits TEU ;
 - l'autre pour rejoindre la ligne de rejet du système KER en amont des dispositifs de mesure et de comptabilisation de débit et de mesure d'activité, et de la vanne d'isolement automatique.

3.1.3. Description des dispositions d'installation principales

Les réservoirs de stockage sont installés à l'extérieur et les locaux associés [] sont regroupés dans [] reliant les différentes tranches.

Les collecteurs sont installés en galeries mécaniques visitables. Cette installation des tuyauteries de liaison venant des BAN, du BTE, des Salles de Machines et des tuyauteries de brassage et de rejet dans des galeries visitables, permet la détection et la collecte vers des puisards des fuites éventuelles. Les éventuelles fuites dans les galeries EPR sont récupérées dans des puisards EPR. De même, les éventuelles fuites provenant des galeries 1300 sont récupérées par les puisards du système existant.

3.2. FONCTIONNEMENT

3.2.1. Fonctionnement en régime normal de la tranche

Le système TER est non utilisé en fonctionnement normal de la tranche, sauf dans les cas définis au § 1.1.

Les régimes de fonctionnement du système TER sont indépendants du régime de fonctionnement des tranches.

3.2.2. Fonctionnement en régime permanent du système

Les réservoirs TER (S) sont vides et isolés des autres circuits [].

Après autorisation de l'autorité de sûreté nucléaire, les réservoirs TER (S) peuvent être utilisés.

3.2.3. Fonctionnement en régime transitoire

Les régimes transitoires correspondent au :

- remplissage des réservoirs : seul un réservoir est en remplissage et une alarme apparaît lorsque plus d'une vanne de remplissage est ouverte,
- brassage d'un réservoir : il est effectué avant la prise d'un échantillon représentatif ; sa durée correspond au minimum à deux renouvellements d'un réservoir TER,
- rejet à travers la ligne de rejet du KER : un seul réservoir peut être en rejet ; le débit de rejet est évalué en fonction de l'activité de l'échantillon et des possibilités de dilution du milieu naturel, de façon à satisfaire les exigences réglementaires. L'activité rejetée est contrôlée en permanence. Le dépassement du seuil entraîne une alarme et la fermeture de la vanne d'isolement automatique de la ligne de rejet,
- vidange d'un réservoir TER vers les réservoirs des effluents chimiques d'un des systèmes TEU (des tranches 1 ou 2, ou celui de l'EPR) pour retraitement, dans le cas où l'activité de l'effluent est trop importante par rapport aux possibilités de dilution.

Après chaque utilisation et vidange des réservoirs, ceux-ci sont rincés à l'aide d'eau du circuit Système d'Eau Incendie (SEI).

3.2.4. Autres régimes de fonctionnement du système

Sans objet.

4. ANALYSE DE SÛRETÉ

Le périmètre de ce paragraphe correspond aux parties spécifiques à l'EPR. Pour les parties relatives à l'existant, se reporter au chapitre II.5 du RDS 1300.

4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION

Le système TER est conforme à la réglementation générale en vigueur (voir le sous chapitre 1.7) et ne fait pas l'objet de dérogations particulières.

4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS

4.2.1. Contrôle de la radioactivité

Sans objet.

4.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

4.2.3. Confinement des substances radioactives

En fonctionnement normal de la tranche, le confinement de la radioactivité dans l'installation est assuré par les dispositions suivantes :

- l'étanchéité des enveloppes mécaniques pour les tuyauteries, les robinetteries et l'instrumentation en contact avec les effluents radioactifs ;
- la construction en acier inoxydable mécano-soudé étanche. Seuls les équipements nécessitant une maintenance sont raccordés par brides et boulonnage ;
- la connexion des parties spécifiques EPR à l'existant étendu, ces parties collectant l'ensemble des effluents radioactifs non-recyclables de l'EPR.

4.2.4. Contributions indirectes à l'accomplissement des fonctions de sûreté

Sans objet.

4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION

4.3.1. Exigences issues du classement de sûreté

Sans objet.

4.3.2. Exigences réglementaires

4.3.2.1. Textes réglementaires

La conformité aux textes réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.1.1. Textes officiels

Sans objet

4.3.2.1.2. Prescriptions techniques

La conformité aux prescriptions techniques spécifiquement applicables au système, listées dans le § **0.3.2.**, est assurée par la connexion des parties du TER spécifiques EPR à l'existant étendu.

4.3.2.2. Textes para-réglementaires

La conformité aux textes para-réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Sans objet.

4.3.2.2.2. Directives techniques

La conformité des parties spécifiques EPR aux directives techniques spécifiquement applicables au système, listées dans le § **0.3.2.**, est assurée par leur connexion avec l'existant étendu, ce dernier contribuant à l'optimisation des rejets et à la limitation de l'exposition du public.

4.3.2.3. Textes EPR Spécifiques

Sans objet.

4.3.3. Agressions

4.3.3.1. Agressions internes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions internes relève du sous-chapitre 3.4.

4.3.3.2. Agressions externes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions externes relève du sous-chapitre 3.3.

4.3.4. Diversification

Sans objet.

4.3.5. Radioprotection

Sans objet.

4.3.6. Fonctionnement, maintenance et accessibilité au long terme

Sans objet.

4.3.7. Système tel que réalisé

A ce stade de la fabrication, de l'installation et du déroulement des essais, aucun écart n'impacte les requis de sûreté spécifiés dans le Rapport de Sûreté.

4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

4.4.1. Essais de démarrage

L'étanchéité des enveloppes mécaniques des parties spécifiques EPR du système TER est vérifiée dans le cadre des contrôles de fin de montage.

Par ailleurs, le fonctionnement des parties spécifiques EPR du système TER fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14.

4.4.2. Maintenance et surveillance en exploitation

La disponibilité des fonctions des parties spécifiques EPR du système TER est surveillée dans le cadre de l'exploitation normale.

En particulier, l'installation des tuyauteries de liaison venant du BAN, du BTE, des Salles de Machines et des tuyauteries de brassage et de rejet dans des galeries visitables, permet la détection et la collecte vers des puisards des fuites éventuelles.

4.4.3. Essais périodiques

Sans objet.

4.4.4. Maintenance

Les parties spécifiques EPR du système TER font l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

5. SCHÉMA MÉCANIQUE FONCTIONNEL

Le schéma général des systèmes KER-TER-SEK est présenté dans la section 11.1.3.3 (cf. figure 1).



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

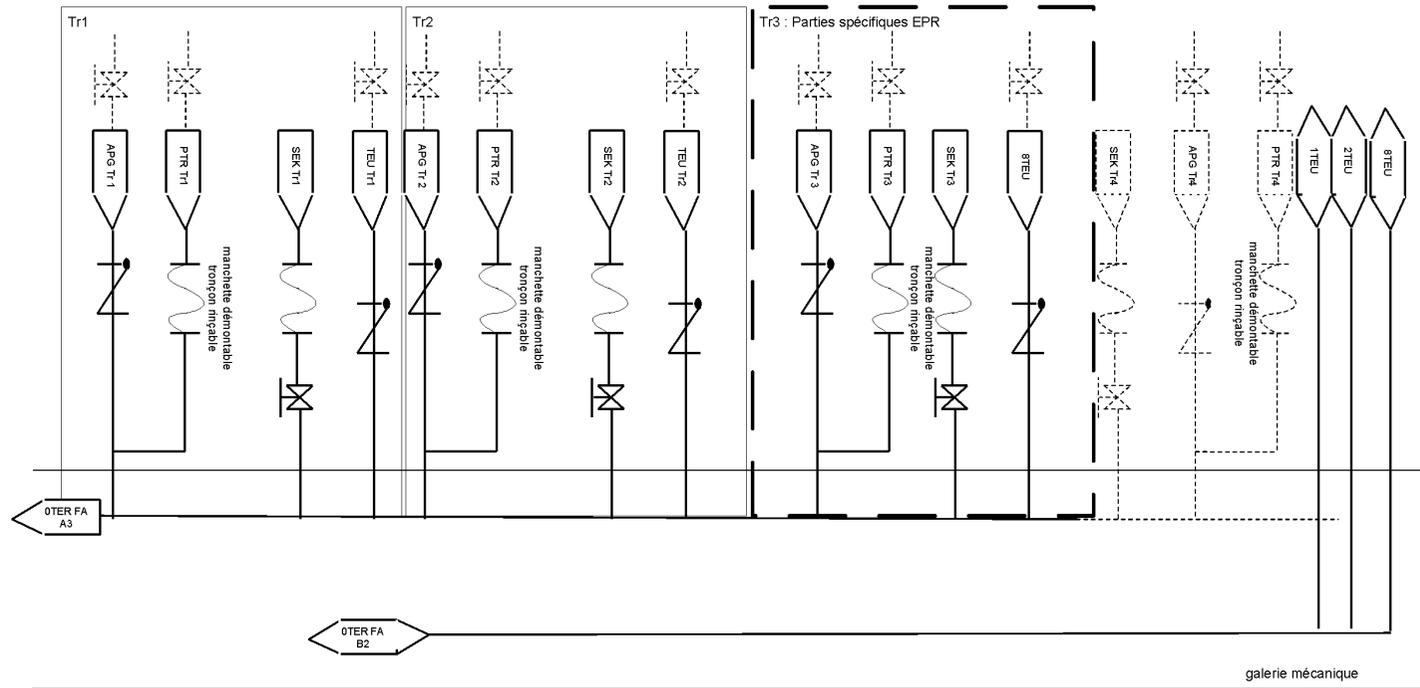
SECTION 1.3.4

PAGE 14/15

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

Le schéma de principe des parties spécifiques EPR du système TER et de leurs raccordement aux collecteurs existants est présenté en [FIG-11.1.3.4.1](#) (collecteurs TER).

FIG-11.1.3.4.1 SCHÉMA MÉCANIQUE DES COLLECTEURS TER


SOMMAIRE

.11.1.3.5 CIRCUIT DE RECUEIL, CONTROLE ET REJET DES EXHAURES DE LA SALLE DES MACHINES (SEK)	5
0. EXIGENCES DE SÛRETÉ	5
0.1. FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	5
0.1.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	5
0.1.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	6
0.1.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	6
0.1.5. CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	6
0.1.6. CONTRIBUTIONS À L'ÉLIMINATION PRATIQUE	6
0.2. CRITÈRES FONCTIONNELS	6
0.2.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	6
0.2.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	6
0.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	6
0.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	6
0.3. EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION	6
0.3.1. EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	6
0.3.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	7
0.3.3. AGRESSIONS	8
0.3.4. DIVERSIFICATION	8
0.3.5. RADIOPROTECTION	8
0.3.6. EXIGENCES LIÉES AU FONCTIONNEMENT, À LA MAINTENANCE ET À L'ACCESSIBILITÉ LONG TERME	8
0.4. ESSAIS	8
0.4.1. ESSAIS DE DÉMARRAGE	8
0.4.2. SURVEILLANCE EN EXPLOITATION	8
0.4.3. ESSAIS PÉRIODIQUES	8
0.4.4. MAINTENANCE	8
1. RÔLE DU SYSTÈME	9

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE	9
1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC2 À PCC4, RRC-A, EN ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS	9
2. BASES DE CONCEPTION	9
2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT	9
2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT	9
2.3. AUTRES HYPOTHÈSES	10
3. DESCRIPTION- FONCTIONNEMENT	10
3.1. DESCRIPTION	10
3.1.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME	10
3.1.2. DESCRIPTION DES MATÉRIELS PRINCIPAUX	10
3.1.3. DESCRIPTION DES DISPOSITIONS D'INSTALLATION PRINCIPALES	11
3.2. FONCTIONNEMENT	11
3.2.1. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME NORMAL DE LA TRANCHE	11
3.2.2. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME PERMANENT DU SYSTÈME	11
3.2.3. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME TRANSITOIRE	11
3.2.4. AUTRES RÉGIMES DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME	11
4. ANALYSE DE SÛRETÉ	11
4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION	12
4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS	12
4.2.1. CONTRÔLE DE LA RADIOACTIVITÉ	12
4.2.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	12
4.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	12
4.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES À L'ACCOMPLISSEMENT DES FONCTIONS DE SÛRETÉ	12
4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION	12
4.3.1. EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	12
4.3.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	12
4.3.3. AGRESSIONS	13
4.3.4. DIVERSIFICATION	13
4.3.5. RADIOPROTECTION	13

4.3.6. FONCTIONNEMENT, MAINTENANCE ET ACCESSIBILITÉ LONG	
TERME	13
4.3.7. SYSTÈME TEL QUE RÉALISÉ	13
4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	13
4.4.1. ESSAIS DE DÉMARRAGE	13
4.4.2. MAINTENANCE ET SURVEILLANCE EN EXPLOITATION . . .	13
4.4.3. ESSAIS PÉRIODIQUES	14
4.4.4. MAINTENANCE	14
5. SCHÉMA MÉCANIQUE FONCTIONNEL	14



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.3.5

PAGE 4/15

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

FIGURES :

FIG-11.1.3.5.1 SCHÉMA MÉCANIQUE DES COLLECTEURS SEK..... 15

.11.1.3.5 CIRCUIT DE RECUEIL, CONTROLE ET REJET DES EXHAURES DE LA SALLE DES MACHINES (SEK)

Le système SEK est commun à toutes les tranches du site (P4 et EPR). Il est associé à des systèmes de tranche localisés dans les BAN, les Salles des machines, le bâtiment des auxiliaires généraux des tranches P4 et le bâtiment des auxiliaires de sauvegarde de la tranche EPR.

La collecte en tranche faite par le iSEK (P4 et EPR) est reprise par le système de site SEK comprenant un ensemble de stockage et un dispositif de rejet.

Le périmètre du présent chapitre correspond au système SEK.

Le système SEK est constitué (voir figure 1 de la section 11.1.3.3 et [FIG-11.1.3.5.1](#)) :

- de parties communes de site étendues à l'occasion de la mise en service de la tranche EPR (appelées « existant étendu »),
- de parties spécifiques EPR (collecteur de raccordement des installations de la tranche EPR aux parties communes de site).

Il a été jugé pertinent d'inclure dans ce Rapport de Sûreté EPR certaines informations portant sur le système de site qui est déjà décrit dans le sous-chapitre 11.5 du Rapport de Sûreté de Flamanville 1/2. Cependant, afin de dissocier les référentiels de sûreté de Flamanville 1/2 et de l'EPR, le chapitre SEK est organisé comme suit :

- **Paragraphe 0, Exigences de sûreté :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR.
- **Paragraphe 1, Rôle du système :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR et à celles relatives à l'existant étendu à l'occasion de la mise en place de l'EPR.
- **Paragraphe 2, Bases de conception :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR et à celles relatives à l'existant étendu à l'occasion de la mise en place de l'EPR.
- **Paragraphe 3, Description-Fonctionnement :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR et à celles relatives à l'existant étendu à l'occasion de la mise en place de l'EPR.
- **Paragraphe 4, Analyse de sûreté :** Le périmètre correspond aux parties spécifiques à l'EPR.

0. EXIGENCES DE SÛRETÉ

Le périmètre de ce paragraphe correspond aux parties spécifiques à l'EPR. Pour les parties relatives à l'existant étendu à l'occasion de la mise en service de la tranche l'EPR, se reporter au chapitre II.5 du RDS 1300.

0.1. FONCTIONS DE SÛRETÉ

0.1.1. Contrôle de la réactivité

Le système ne contribue pas directement au contrôle de la réactivité.

0.1.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Le système ne contribue pas directement à l'évacuation de la puissance résiduelle.

0.1.3. Confinement des substances radioactives

Le système véhicule des fluides liquides pouvant contenir des substances potentiellement radioactives.

A ce titre, il doit contribuer au confinement des substances vis-à-vis de l'environnement dans sa globalité et du public.

0.1.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.1.5. Contributions spécifiques à la protection contre les agressions

Le système ne contribue pas spécifiquement à la protection contre les agressions.

0.1.6. Contributions à l'élimination pratique

Le système ne contribue pas directement à l'élimination pratique.

0.2. CRITÈRES FONCTIONNELS**0.2.1. Contrôle de la réactivité**

Sans objet.

0.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

0.2.3. Confinement des substances radioactives

Le système doit permettre de confiner les substances radioactives et prévenir le risque de fuites.

0.2.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.3. EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION**0.3.1. Exigences issues du classement de Sûreté****0.3.1.1. Classement de sûreté**

Les équipements des parties spécifiques EPR du système SEK ne doivent pas faire l'objet d'une exigence de classement, car l'activité volumique des fluides véhiculés est inférieure à 1 MBq / L.

0.3.1.2. Critère de défaillance unique

Les parties spécifiques EPR du système SEK ne sont pas redevables de l'application du critère de défaillance unique.

0.3.1.3. Alimentations électriques secourues

Les parties spécifiques EPR du système SEK ne font pas l'objet d'une exigence d'alimentation électrique secourue.

0.3.1.4. Séparation physique / géographique

Les parties spécifiques EPR du système SEK ne font pas l'objet d'une exigence de séparation physique / géographique.

0.3.1.5. Qualification aux conditions accidentelles

Les parties spécifiques EPR du système SEK ne font pas l'objet d'une exigence de qualification aux conditions accidentelles car elles ne sont pas soumises à des conditions d'ambiance dégradée dans l'exercice de leurs missions de sûreté.

0.3.1.6. Classements ESPN, mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique

Les parties spécifiques EPR du système SEK ne sont pas concernées par les classements mécanique, électrique, Contrôle-Commande et sismique, en cohérence avec les règles de classement présentées dans le sous-chapitre 3.2. En effet, comme l'activité volumique des fluides véhiculés par les parties EPR du système SEK est inférieure à 1 MBq / L, les composants mécaniques sont non classés.

Les parties spécifiques EPR du système SEK ne sont pas concernées par le classement ESPN car d'une part l'activité des fluides véhiculés est inférieure au seuil de classement ESPN, et car d'autre part elles ne sont pas en interface avec des équipements classés ESPN.

0.3.2. Exigences réglementaires

0.3.2.1. Textes réglementaires

L'ensemble des exigences issues des textes réglementaires est présenté dans la section 1.7.0 du Rapport de Sûreté.

0.3.2.1.1. Textes officiels

Les parties spécifiques EPR du système SEK ne sont pas concernées spécifiquement par un texte officiel.

0.3.2.1.2. Prescriptions techniques

Les parties spécifiques EPR du système SEK sont concernées par la prescription technique n°171 de la décision n°2018-DC-0640 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n°108, n°109 et n°167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville :

- EDF-FLA-171 : Les effluents produits par les installations sont rejetés par les émissaires précisés dans les tableaux ci-dessous [listing des bassins de rejets 1 à 3 et des émissaires n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 15].

0.3.2.1.3. Réglementations internationales

Les parties spécifiques EPR du système SEK ne sont pas concernées par une réglementation internationale spécifique.

0.3.2.2. Textes para-réglementaires

0.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Les parties EPR du système SEK ne sont pas concernées par une règle fondamentale de sûreté spécifique.

0.3.2.2.2. Directives techniques

La section suivante des Directives Techniques s'applique aux parties EPR du système SEK :

Section A.2.7.2 « Effluents radioactifs et déchets » : La tranche doit être conçue pour limiter, conformément au principe d'optimisation, l'exposition des personnes du public aux rayonnements résultant des relâchements de matières radioactives dans l'air ou dans l'eau.

0.3.2.2.3. Textes spécifiques EPR

Les parties spécifiques EPR du système SEK ne sont pas concernées par un texte spécifique EPR.

0.3.3. Agressions

0.3.3.1. Agressions internes

Les fonctions des parties spécifiques EPR du système SEK doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions internes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.4.

0.3.3.2. Agressions externes

Les fonctions des parties spécifiques EPR du système SEK doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions externes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.3.

0.3.4. Diversification

Les parties spécifiques EPR du système SEK ne font pas l'objet d'une exigence de diversification.

0.3.5. Radioprotection

Les parties spécifiques EPR du système SEK ne sont pas concernées par une exigence de radioprotection.

0.3.6. Exigences liées au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme

Les parties spécifiques EPR du système SEK ne sont pas concernées par une exigence liée au fonctionnement, à la maintenance ou à l'accessibilité long terme dans la gestion long terme après accident.

0.4. ESSAIS

0.4.1. Essais de démarrage

Les parties spécifiques EPR du système SEK doivent être conçues pour permettre la réalisation d'essais de démarrage permettant de s'assurer de leur conception adéquate, et notamment du respect des critères fonctionnels qui lui sont assignés au [§ 0.2.](#)

0.4.2. Surveillance en exploitation

Les parties spécifiques EPR du système SEK doivent être conçues pour permettre une surveillance en exploitation, afin de garantir le bon comportement de ses composants et leur disponibilité.

0.4.3. Essais périodiques

Sans objet.

0.4.4. Maintenance

Les parties spécifiques EPR du système SEK doivent être conçues pour permettre la mise en oeuvre d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

1. RÔLE DU SYSTÈME

Ce paragraphe décrit les parties spécifiques à l'EPR et le système existant étendu à l'occasion de la mise en service de la tranche EPR.

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE

Le système SEK, commun à toutes les tranches du site (P4 et EPR), a pour rôle principal de recueillir notamment les eaux d'exhaure des salles des machines, d'en contrôler et d'en comptabiliser, conformément à la réglementation, les volumes, les substances chimiques et l'activité éventuelle rejetés, et d'en effectuer le rejet modulé dans le milieu naturel par l'intermédiaire de l'ouvrage de rejet en mer.

Le contrôle et la comptabilisation avant rejet ont pour objet de garantir et vérifier le respect de la réglementation de rejet du site.

Les différentes fonctions sont les suivantes :

- Collecte et stockage pour contrôle et comptabilisation des effluents en provenance des différents circuits P4 et EPR.
- Rejet modulé dans le milieu naturel par l'intermédiaire de l'ouvrage de rejet en mer.

Les parties spécifiques de l'EPR doivent permettre d'orienter les effluents radioactifs de l'EPR vers le système de site approprié, ce dernier assurant leur stockage, leur contrôle, leur comptabilisation et leur rejet modulé conformément à la réglementation en vigueur pour le site.

1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC2 À PCC4, RRC-A, EN ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS

Le système SEK n'a pas de rôle opérationnel dans les conditions de fonctionnement PCC-2 à PCC-4, RRC-A, accident grave et en situation d'agression.

2. BASES DE CONCEPTION

Ce chapitre décrit les parties spécifiques à l'EPR et le système existant étendu à l'occasion de la mise en service de la tranche EPR.

2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT

Le circuit SEK doit permettre la collecte, le contrôle pour comptabilisation des rejets et le rejet modulé des effluents produits par les tranches P4 et EPR. Les eaux usées collectées proviennent :

- des puisards RPE des locaux de la zone non contrôlée du BAN (Drains de Plancher 3 (DP3) - uniquement EPR),
- des circuits des salles des machines (des tranches P4 et de l'EPR) et du bâtiment des auxiliaires généraux (BAG, uniquement sur P4) pouvant être éventuellement légèrement contaminés en cas de fuites primaire / secondaire dans les générateurs de vapeur,
- des BAS de la tranche EPR (système ASG).

2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT

Le nombre et le volume des deux premiers réservoirs SEK (Ex) des tranches P4 ont été fixés originellement en accord avec le Service Central de Protection Contre les Rayonnements Ionisants (SCPRI). Ces capacités correspondent aux besoins pour un site 2 tranches (bord de mer).

La production d'effluent associée à une tranche EPR devrait être du même ordre de grandeur que pour une tranche P4. Ainsi, [] pour l'implantation de la tranche EPR (et d'une éventuelle quatrième tranche EPR), [] (dimensionnement pour un site 4 tranches).

Ce nombre permet d'avoir simultanément une capacité en vidange vers le milieu naturel, et au moins une en remplissage, en brassage, en échantillonnage ou en attente.

Le système SEK doit être conçu pour effectuer le rejet des effluents vers le milieu naturel après contrôle du volume et de l'activité éventuelle des effluents.

2.3. AUTRES HYPOTHÈSES

Les équipements en contact avec les effluents doivent être en matériau résistant à la corrosion (acier inoxydable et / ou composite stratifié verre résine). Les réservoirs doivent être protégés par un revêtement intérieur décontaminable.

3. DESCRIPTION- FONCTIONNEMENT

Ce chapitre décrit les parties spécifiques à l'EPR (collecteurs de raccordement aux parties communes de site) et le système existant et étendu à l'occasion de la mise en service de la tranche l'EPR.

3.1. DESCRIPTION

3.1.1. Description générale du système

Le système est composé de trois sous-systèmes :

- un système de collecte et de stockage avec collecteurs P4/EPR (le collecteur spécifique EPR vient se raccorder sur le collecteur homologue existant) et [] réservoirs de [] m³ chacun ;
- un système de brassage et d'échantillonnage avec [] pompes ;
- un système de rejet modulé, avec un débitmètre et une vanne d'isolement du rejet.

Le contrôle-commande est conçu de façon à éviter toute erreur de configuration pouvant entraîner un rejet intempestif incontrôlé ou un mélange involontaire d'effluents.

3.1.2. Description des matériels principaux

Le système SEK est constitué des matériels principaux suivants :

- un circuit de collecte des effluents constitué par :
 - des parties spécifiques EPR du système qui se composent d'un collecteur qui recueille les effluents du RPE DP3, de l'ASG et des effluents de la salle des machines de l'EPR,
 - une tuyauterie en galerie mécanique sur laquelle viennent se raccorder les piquages provenant des tranches 1 et 2, et le collecteur EPR,
 - un collecteur de remplissage des réservoirs communs au système de collecte et au système de brassage. Ce système est raccordé en permanence à un réservoir.
- un circuit de stockage et brassage constitué par :
 - [] réservoirs de stockage de [] m³ chacun en béton armé revêtus intérieurement de peinture décontaminable. La tuyauterie d'alimentation unique de chaque réservoir arrive au point haut du réservoir. Elle est munie d'un système casse-siphon et se termine par [],
 - [] pompes de [] m³/h assurant le brassage et le rejet des effluents contenus dans les réservoirs. Chaque ligne de brassage est munie d'un piquage pour échantillonnage. Un piquage permet également de renvoyer les effluents vers le circuit TER.

- d'une ligne de rejet munie d'un débitmètre. Ce dernier est connecté à un compteur, pour enregistrer en permanence les volumes rejetés. La ligne de rejet débite dans le canal de rejet du circuit d'eau de circulation des condenseurs des tranches 1 et 2.

3.1.3. Description des dispositions d'installation principales

Les réservoirs de stockage sont situés à l'extérieur. □.

Les collecteurs sont installés en galeries mécaniques visitables. Les éventuelles fuites dans les galeries EPR sont récupérées dans des puisards EPR. De même, les éventuelles fuites provenant des galeries 1300 sont récupérées par les puisards de l'existant étendu.

3.2. FONCTIONNEMENT

3.2.1. Fonctionnement en régime normal de la tranche

Le système SEK est en service en fonctionnement normal de la tranche. Ses équipements sont sollicités de façon intermittente en fonction de la production d'effluents par le site.

3.2.2. Fonctionnement en régime permanent du système

Les effluents collectés dans les différents puisards sont dirigés vers un réservoir SEK (Ex) en remplissage.

Le régime normal de fonctionnement est constitué d'une suite de remplissage, brassage, échantillonnage, vidange des réservoirs de stockage :

- le remplissage est assuré par les pompes des systèmes connectés au SEK,
- après remplissage, le réservoir est disposé pour assurer le brassage et l'échantillonnage de son contenu à l'aide de l'une des pompes. La durée du brassage est suffisante, compte tenu des mélangeurs à jets liquides, pour homogénéiser le contenu du réservoir et obtenir un échantillon représentatif,
- les conditions de rejet sont déterminées, suite aux résultats des analyses réalisées en laboratoire sur l'échantillon prélevé (rejet direct sans précaution particulière ou rejet exceptionnel soumis à accord préalable de l'Autorité de Sûreté Nucléaire).

□

Le circuit SEK est à contrôle-commande décentralisé. Les actionneurs sont commandés à partir □, l'opérateur dispose également des alarmes et des enregistreurs des niveaux des réservoirs.

Le niveau des réservoirs ainsi que les alarmes « réservoir vide » et « réservoir plein » sont reportés en salle de commande de chaque tranche.

3.2.3. Fonctionnement en régime transitoire

Sans objet.

3.2.4. Autres régimes de fonctionnement du système

Dans le cas où le circuit SEK ne pourrait plus assurer sa fonction, les effluents peuvent être dirigés vers KER ou éventuellement vers TER après accord de l'Autorité de Sûreté Nucléaire ou directement vers TEU pour traitement.

4. ANALYSE DE SÛRETÉ

Le périmètre de ce paragraphe correspond aux parties spécifiques à l'EPR. Pour les parties relatives à l'existant étendu à l'occasion de la mise en place de l'EPR, se reporter au chapitre II.5 du RDS 1300.

4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION

Le système SEK est conforme à la réglementation générale en vigueur (voir le sous chapitre 1.7) et ne fait pas l'objet de dérogations particulières.

4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS

4.2.1. Contrôle de la radioactivité

Sans objet.

4.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

4.2.3. Confinement des substances radioactives

En fonctionnement normal de la tranche, les parties spécifiques EPR du système SEK ne véhiculent pas de fluide ayant une activité supérieure à 1 MBq / L et à ce titre elles ne sont pas redevables d'un classement mécanique. Pour autant le confinement dans l'installation d'effluents potentiellement radioactifs est assuré par les dispositions suivantes :

- l'étanchéité des enveloppes mécaniques pour les tuyauteries, les robinetteries et l'instrumentation en contact avec les effluents potentiellement radioactifs ;
- la construction en acier inoxydable mécano-soudé étanche. Seuls les équipements nécessitant une maintenance sont raccordés par brides et boulonnage ;
- la connexion des parties spécifiques EPR à l'existant étendu, ces parties collectant l'ensemble des effluents potentiellement radioactifs non-recyclables de l'EPR.

4.2.4. Contributions indirectes à l'accomplissement des fonctions de sûreté

Sans objet.

4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION

4.3.1. Exigences issues du classement de sûreté

Sans objet.

4.3.2. Exigences réglementaires

4.3.2.1. Textes réglementaires

La conformité aux textes réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.1.1. Textes officiels

Sans objet.

4.3.2.1.2. Prescriptions techniques

La conformité aux prescriptions techniques spécifiquement applicables au système, listées dans le § [0.3.2.](#), est assurée par la connexion des parties du SEK spécifiques EPR à l'existant étendu.

4.3.2.2. Textes para-réglementaires

La conformité aux textes para-réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Sans objet.

4.3.2.2.2. Directives techniques

La conformité des parties spécifiques EPR aux directives techniques spécifiquement applicables au système, listées dans le § 0.3.2., est assurée par leur connexion avec l'existant étendu, ce dernier contribuant à l'optimisation des rejets et à la limitation de l'exposition du public.

4.3.2.3. Textes spécifiques EPR

Sans objet.

4.3.3. Agressions

4.3.3.1. Agressions internes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions internes relève du sous-chapitre 3.4.

4.3.3.2. Agressions externes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions externes relève du sous-chapitre 3.3.

4.3.4. Diversification

Sans objet.

4.3.5. Radioprotection

Sans objet.

4.3.6. Fonctionnement, maintenance et accessibilité long terme

Sans objet.

4.3.7. Système tel que réalisé

A ce stade de la fabrication, de l'installation et du déroulement des essais, aucun écart n'impacte les requis de sûreté spécifiés dans le Rapport de Sûreté.

4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

4.4.1. Essais de démarrage

L'étanchéité des enveloppes mécaniques des parties spécifiques EPR du système SEK est vérifiée dans le cadre des contrôles de fin de montage.

Par ailleurs, le fonctionnement des parties spécifiques EPR du système SEK fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14.

4.4.2. Maintenance et surveillance en exploitation

La disponibilité des fonctions des parties spécifiques EPR du système SEK est surveillée dans le cadre de l'exploitation normale.

En particulier, l'installation des tuyauteries de liaison venant du BAN, des BAS, des salles des machines et des tuyauteries de brassage et de rejet dans des galeries visitables, permet la détection et la collecte vers des puisards des fuites éventuelles.

4.4.3. Essais périodiques

Sans objet.

4.4.4. Maintenance

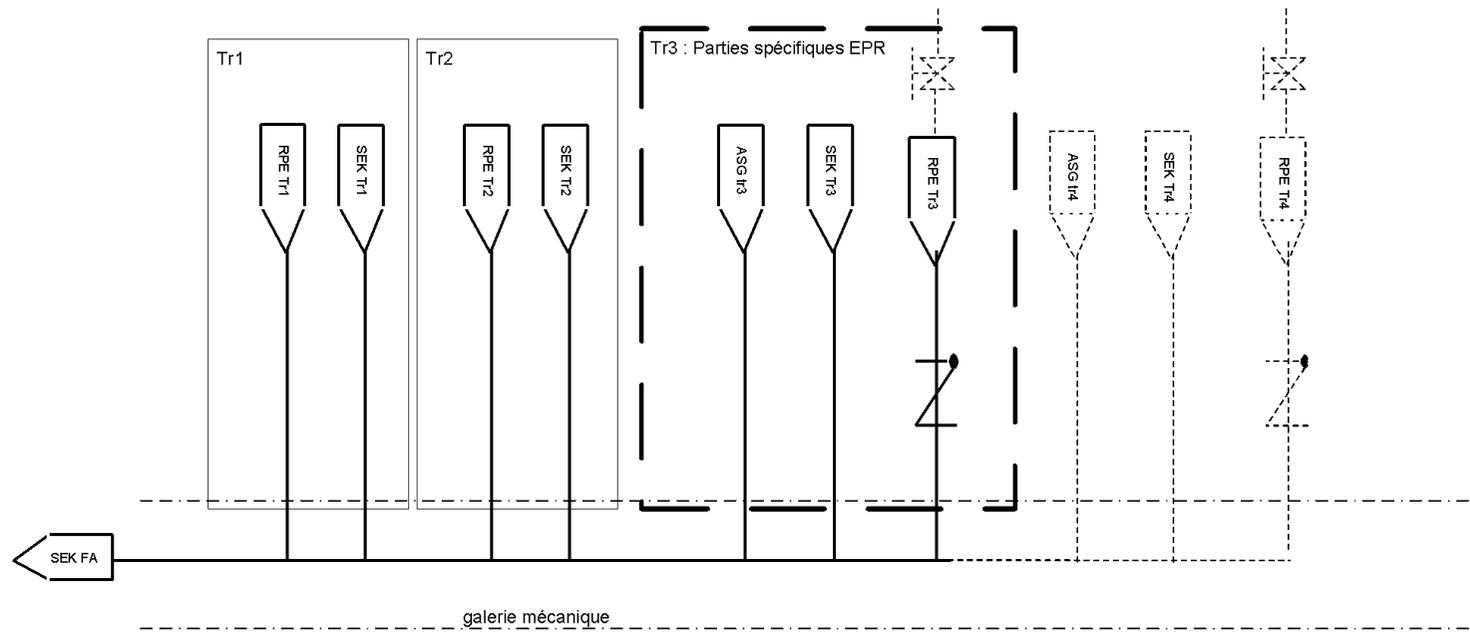
Les parties spécifiques EPR du système SEK font l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

5. SCHÉMA MÉCANIQUE FONCTIONNEL

Le schéma général des systèmes KER-TER-SEK est présenté dans la section 11.1.3.3, cf. figure 1.

Le schéma de principe des parties spécifiques EPR du système SEK et de leurs raccordements aux collecteurs existants est présenté en [FIG-11.1.3.5.1](#).

FIG-11.1.3.5.1 SCHÉMA MÉCANIQUE DES COLLECTEURS SEK



SOMMAIRE

.11.1.4	SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS GAZEUX (TEG)	5
0.	EXIGENCES DE SÛRETÉ	5
0.1.	FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.1.	CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	5
0.1.2.	EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	5
0.1.3.	CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	5
0.1.4.	CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.5.	CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	5
0.1.6.	CONTRIBUTIONS À L'ÉLIMINATION PRATIQUE	5
0.2.	CRITÈRES FONCTIONNELS	5
0.2.1.	CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	5
0.2.2.	EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	5
0.2.3.	CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	5
0.2.4.	CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	6
0.2.5.	CONTRIBUTION À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	6
0.3.	EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION	6
0.3.1.	EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	6
0.3.2.	EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	7
0.3.3.	AGRESSIONS	8
0.3.4.	DIVERSIFICATION	8
0.3.5.	RADIOPROTECTION	9
0.3.6.	EXIGENCES LIÉES AU FONCTIONNEMENT, À LA MAINTENANCE ET À L'ACCESSIBILITÉ LONG TERME	9
0.4.	ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	9
0.4.1.	ESSAIS DE DÉMARRAGE	9
0.4.2.	SURVEILLANCE EN EXPLOITATION	9
0.4.3.	ESSAIS PÉRIODIQUES	9
0.4.4.	MAINTENANCE	9
1.	RÔLE DU SYSTÈME	9

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE	9
1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC-2 À PCC-4, RRC-A EN ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS	10
2. BASES DE CONCEPTION	10
2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT	10
2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT	10
2.2.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	10
2.2.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	11
2.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	11
2.2.4. CONTRIBUTION INDIRECTE AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	11
2.2.5. CONTRIBUTIONS À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	11
2.3. AUTRES HYPOTHÈSES	11
3. DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT	11
3.1. DESCRIPTION	11
3.1.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME	11
3.1.2. DESCRIPTION DES MATÉRIELS PRINCIPAUX	14
3.1.3. DESCRIPTION DES DISPOSITIONS D'INSTALLATIONS PRINCIPALES	15
3.2. FONCTIONNEMENT	16
3.2.1. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME NORMAL DE LA TRANCHE	16
3.2.2. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME PERMANENT DU SYSTÈME	16
3.2.3. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME TRANSITOIRE DU SYSTÈME	16
3.2.4. FONCTIONNEMENT EN AUTRES RÉGIMES	16
4. ANALYSE DE SÛRETÉ	17
4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION	17
4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS	18
4.2.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	18
4.2.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	18
4.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	18
4.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES À L'ACCOMPLISSEMENT DES FONCTIONS DE SÛRETÉ	18

4.2.5. CONTRIBUTION À LA PROTECTION CONTRE LES	
AGRESSIONS	18
4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION	19
4.3.1. EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	19
4.3.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	20
4.3.3. AGRESSIONS	21
4.3.4. DIVERSIFICATION	21
4.3.5. RADIOPROTECTION	22
4.3.6. FONCTIONNEMENT, MAINTENANCE ET ACCESSIBILITÉ LONG	
TERME	22
4.3.7. SYSTÈME TEL QUE RÉALISÉ	22
4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	22
4.4.1. ESSAIS DE DÉMARRAGE	22
4.4.2. SURVEILLANCE EN FONCTIONNEMENT NORMAL	22
4.4.3. ESSAIS PÉRIODIQUES	22
4.4.4. MAINTENANCE	23
5. SCHÉMA DE PRINCIPE	23
LISTE DE RÉFÉRENCES	24



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.4

PAGE 4/29

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

FIGURES :

FIG-11.1.4.1 SCHÉMA SIMPLIFIÉ DU SYSTÈME TEG 25

FIG-11.1.4.2 SCHÉMA DE PRINCIPE DU TEG 26

.11.1.4 SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS GAZEUX (TEG)

0. EXIGENCES DE SÛRETÉ

0.1. FONCTIONS DE SÛRETÉ

0.1.1. Contrôle de la réactivité

Le système TEG ne contribue pas directement au contrôle de la réactivité.

0.1.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Le système TEG ne contribue pas directement à l'évacuation de la puissance résiduelle.

0.1.3. Confinement des substances radioactives

Le système TEG véhicule des effluents gazeux contenant des substances radioactives. A ce titre, il doit contribuer :

- au confinement de ces substances vis-à-vis de l'environnement dans sa globalité et du public,
- au contrôle de la radioactivité en fonctionnement normal.

En conditions accidentelles, le système TEG doit :

- jouer le rôle de troisième barrière de confinement au niveau de ses traversées enceinte,
- prévenir l'écoulement des fuites de ses traversées enceinte vers des bâtiments non confinés.

0.1.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.1.5. Contributions spécifiques à la protection contre les agressions

Le système TEG doit contribuer à la protection contre les agressions en contribuant à prévenir le risque d'inflammabilité et d'explosion.

0.1.6. Contributions à l'élimination pratique

Le système ne contribue pas directement à l'élimination pratique.

0.2. CRITÈRES FONCTIONNELS

Au titre de ses contributions à l'accomplissement des fonctions de sûreté, le système doit satisfaire les critères fonctionnels suivants :

0.2.1. Contrôle de la réactivité

Sans objet.

0.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

0.2.3. Confinement des substances radioactives

Le système TEG doit permettre :

- de confiner les substances radioactives et prévenir le risque de fuite,
- de s'isoler du système DWN sur critère d'activité élevée ou de débit à la cheminée trop faible pour permettre la dilution des effluents gazeux dans l'air.

En conditions accidentelles, le système TEG doit :

- permettre l'isolement de l'enceinte de confinement au niveau de ses traversées enceinte,
- assurer une fonction exutoire de ses traversées enceinte vers le système EBA afin d'empêcher l'écoulement des fuites de ses traversées enceinte vers le BAN qui n'est pas confiné.

En complément des critères fonctionnels correspondant aux strictes missions de sûreté énoncés ci-dessus, le système TEG doit permettre de respecter les critères définis pour les rejets gazeux dans les prescriptions de rejets, à savoir une décroissance minimale des Xénons et des Kryptons.

0.2.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.2.5. Contribution à la protection contre les agressions

Au titre de sa contribution spécifique à la protection contre les agressions, le système TEG doit limiter le risque d'inflammabilité et d'explosion en tout point du circuit et dans les composants connectés, par la maîtrise de la composition des gaz véhiculés.

Le système TEG doit permettre l'isolement des sources de fluide hydrogéné autour du récipient □ pendant les phases où celui-ci peut contenir des teneurs en hydrogène élevées.

0.3. EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION

0.3.1. Exigences issues du classement de sûreté

0.3.1.1. Classement de sûreté

Les parties du système TEG jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté doivent faire l'objet d'un classement de sûreté conformément aux règles de classement indiquées dans la section 3.2.1.

0.3.1.2. Critère de défaillance unique (active et passive)

Les fonctions du système TEG classées F1 doivent être robustes à l'application du critère de défaillance unique.

Les fonctions du système TEG classées F2 au titre de la protection de l'installation contre les agressions internes doivent être robustes à l'application de la défaillance aléatoire conformément aux règles du paragraphe 2.3 de la section 3.4.0.

0.3.1.3. Alimentation électrique de secours

L'alimentation électrique des composants du système TEG nécessaire à l'accomplissement des fonctions classées F1 doit être secourue par les groupes de diesels principaux.

L'alimentation des composants du système TEG nécessaire à l'accomplissement des fonctions classées F2 doit être secourue au cas par cas afin que cette dernière soit assurée si nécessaire en cas de perte des alimentations électriques extérieures.

0.3.1.4. Séparation physique/géographique

Les fonctions classées F1 du système TEG doivent être conçues conformément à l'exigence de séparation physique/géographique de leurs équipement redondants consécutifs.

0.3.1.5. Qualification aux conditions accidentelles

Les équipements classés du système TEG doivent être qualifiés en fonction des conditions de fonctionnement dans lesquelles ils sont sollicités au titre de leur contribution à l'accomplissement des fonctions de sûreté, conformément aux règles du sous-chapitre 3.7.

0.3.1.6. Classements ESPN, mécanique, électrique, Contrôle-Commande et sismique

Les équipements du système TEG redevables d'un classement mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique doivent être classés conformément aux règles de classement présentées dans la section 3.2.1.

Les équipements du système TEG redevables d'un classement ESPN doivent être classés conformément à la réglementation applicable. (Cf. section 3.6.2).

0.3.2. Exigences réglementaires

0.3.2.1. Textes réglementaires

L'ensemble des exigences réglementaires est présenté dans la section 1.7.0 du Rapport du Sûreté.

0.3.2.1.1. Textes officiels

Le système TEG n'est pas concerné spécifiquement par un texte officiel.

0.3.2.1.2. Prescriptions techniques

Le système TEG est concerné spécifiquement par la prescription technique : Décision n° 2018-DC-0640 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n° 108, n° 109 et n° 167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville, notamment pour les prescriptions suivantes :

- [EDF-FLA-154] I. – Les effluents gazeux radioactifs, à l'exception des rejets diffus mentionnés au I de l'article 2.3.12 de la décision du 6 avril 2017 susvisée et à la prescription [EDF-FLA-155], sont rejetés par trois cheminées, une par réacteur, appelées cheminées des bâtiments des auxiliaires nucléaires (BAN). Ces cheminées sont situées à une hauteur minimale de 98 mètres au-dessus du sol.
II. – Avant leur rejet à l'atmosphère, les effluents gazeux radioactifs mentionnés au I de la présente prescription sont collectés et filtrés. Ils sont entreposés, si nécessaire, conformément aux prescriptions de l'article 2.3.13 de la décision du 6 avril 2017 susvisée.
- [EDF-FLA-161] Pour l'INB n° 167, les effluents gazeux radioactifs issus du système de traitement des effluents gazeux (TEG) sont assimilés aux rejets permanents mentionnés à l'article 2.3.15 de la décision du 6 avril 2017 susvisée.
- [EDF-FLA-162] Pour l'INB n° 167, avant rejet, les effluents gazeux radioactifs issus du système TEG sont traités par un passage sur des lits à retard et, si nécessaire, sur des pièges à iode. Les lits à retard sont conçus, exploités, entretenus et vérifiés aussi souvent que nécessaire. Ils permettent une rétention minimale des gaz équivalente à une décroissance de 40 jours pour les xénon et de 40 heures pour les kryptons.
- [EDF-FLA-163] Pour l'INB n° 167, lorsque son système TEG est susceptible de rejeter des effluents gazeux radioactifs, le débit minimal à la cheminée du BAN est supérieur ou égal à 180000 m³/h.
- [EDF-FLA-168] I. – Pour l'INB n° 167, pendant la durée du rejet, les effluents gazeux radioactifs du système TEG font l'objet d'une mesure continue de l'activité bêta globale et d'une spectrométrie gamma en ligne.
II. – Pour l'INB n° 167, des analyses périodiques des constituants des effluents gazeux radioactifs du système TEG sont réalisées pendant les arrêts du réacteur. Ces analyses comprennent une détermination :
 - de l'activité en tritium ;

- des activités des iodes ;
- des activités des principaux gaz rares ;
- de l'activité des aérosols (mesure des activités bêta globale et alpha globale et composition).

III. – Sur la base d'une étude présentant l'ensemble des éléments mentionnés au I de la présente prescription, l'exploitant pourra, après accord de l'Autorité de sûreté nucléaire, adapter le programme des mesures réalisées au titre du retour d'expérience mentionnées aux I et II de la présente prescription.

Le système TEG appartient au noyau dur Fukushima (cf. chapitre 21). A ce titre, il doit respecter la décision n°2012-DC-0283 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 26 juin 2012 et décision n°2014-DC-0403 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 21 janvier 2014 (voir section 1.7.0).

0.3.2.1.3. Réglementations internationales

Le système TEG n'est pas concerné par une réglementation internationale spécifique.

0.3.2.2. Textes para-réglementaires

0.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Le système TEG n'est pas concerné par une règle de sûreté spécifique.

0.3.2.2.2. Directives techniques

Le système TEG est concerné par les sections suivantes des Directives Techniques (voir section 1.7.0) :

- Section A.2.7.2. – Effluents radioactifs et déchets : “ La tranche doit être conçue pour limiter, conformément au principe d'optimisation, l'exposition des personnes du public aux rayonnements résultant des relâchements de matières radioactives dans l'air ou dans l'eau.”
- Section C.4.2.1. – Réduction des déchets et démantèlement : “ Le concepteur doit préciser comment il prendra en compte l'objectif de réduction des effluents et des déchets radioactifs indiqué au paragraphe A.2.7.2 dans le cadre d'un processus d'optimisation.”
- Section F.1.2.4 — Explosions internes : “La priorité doit être donnée à la prévention des explosions internes, notamment par la limitation stricte de l'utilisation de gaz et fluide explosifs.

0.3.2.3. Textes EPR spécifiques

Le système TEG n'est pas concerné par un texte spécifique EPR.

0.3.3. Agressions

0.3.3.1. Agressions internes

Les fonctions du système TEG doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions internes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.4.

0.3.3.2. Agressions externes

Les fonctions du système TEG doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions externes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.3.

0.3.4. Diversification

Le système TEG ne fait pas l'objet d'une exigence de diversification.

0.3.5. Radioprotection

Le système doit être conçu pour limiter l'exposition du personnel au rayonnement et à la contamination radioactive due aux produits de fission et aux produits de corrosion activés contenus dans les effluents gazeux véhiculés.

0.3.6. Exigences liées au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme

Le système TEG n'est pas concerné par une exigence liée au fonctionnement, à la maintenance ou à l'accessibilité long terme.

0.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

0.4.1. Essais de démarrage

Le système TEG doit être conçu pour permettre la réalisation d'essais de démarrage permettant de s'assurer de sa conception adéquate et de ses performances, et notamment du respect des critères fonctionnels qui lui sont assignés au [§ 0.2.](#)

0.4.2. Surveillance en exploitation

Le système TEG doit être conçu pour permettre une surveillance en exploitation normale des caractéristiques du système nécessaires à l'accomplissement de ses missions de sûreté afin d'assurer le bon comportement de ses composants et leur disponibilité.

0.4.3. Essais périodiques

Les parties classées du système TEG doivent être conçues pour permettre la réalisation d'essais périodiques conformément aux règles définies dans le chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation.

0.4.4. Maintenance

Le système TEG doit être conçu pour permettre la mise en oeuvre d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

1. RÔLE DU SYSTÈME

Le système TEG assure les fonctions opérationnelles suivantes dans les différentes conditions de fonctionnement de l'installation dans lesquelles il est sollicité :

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE

Des produits de fission gazeux sont générés dans le cœur parmi lesquels les xénon et les krypton. Une partie de ces gaz est libérée dans le fluide primaire en cas de défaut de gainage.

De l'hydrogène est ajouté dans le fluide primaire via la station d'hydrogénation du système RCV pour contrôler l'oxygène dans le fluide primaire et éviter la corrosion.

Comme ces gaz sont dissous dans le fluide primaire, ils sont présents dans d'autres systèmes tels que les systèmes de traitement d'effluents liquides.

Etant donné le caractère explosif de l'hydrogène en présence d'oxygène et la radioactivité des produits de fission gazeux, la présence de ces gaz dans les différents systèmes auxiliaires doit être maîtrisée.

Le système TEG assure les fonctions suivantes :

- compenser les variations de volume liquide dans les réservoirs connectés par une évacuation ou une admission du volume gazeux correspondant,
- balayer à l'azote puis traiter les effluents gazeux résultant du dégazage du fluide primaire dans les capacités,
- confiner les gaz radioactifs des réservoirs connectés,
- limiter dans le système et dans les composants connectés les concentrations en hydrogène (risque d'explosion) et en oxygène (risque de corrosion),
- gérer l'excès de gaz produit dans les systèmes connectés lors des transitoires de la tranche,
- retenir les gaz rares radioactifs pendant la phase de décroissance pour rendre compatibles les rejets à l'atmosphère avec les autorisations de rejet.

1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC-2 À PCC-4, RRC-A EN ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS

Le système TEG n'a pas de rôle opérationnel en conditions PCC-2 à 4, RRC-A en accident grave et en situations agressions, mis à part les fonctions suivantes :

- contribuer à l'isolement de l'enceinte de confinement par la fermeture automatique des vannes d'isolement enceinte sur les lignes liées aux balayages du réservoir de décharge du pressuriseur et du réservoir des effluents primaires du BR (système RPE dans le BR) sur signal du système de protection du réacteur,
- contribuer au confinement des fuites de ses traversées enceinte en situation accidentelle par la fonction d'exutoire vers le système EBA afin d'empêcher l'écoulement des fuites de ses traversées enceinte vers le BAN qui n'est pas confiné.

2. BASES DE CONCEPTION

2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT

Le fluide principal du système TEG est l'azote.

Les autres gaz présents dans le système TEG sont notamment l'hydrogène, l'oxygène, la vapeur d'eau et les gaz rares (xénon, kryptons).

Le confinement des gaz radioactifs des systèmes et réservoirs connectés doit être assuré grâce à l'extraction et au traitement des gaz résultant du dégazage du fluide primaire, et grâce au maintien d'une pression inférieure à 1 bar d'une partie du système et des composants connectés.

L'optimisation des rejets de gaz dans l'environnement doit être assurée par un fonctionnement en boucle quasi-fermée dans laquelle l'azote de balayage est réutilisé après réduction de la teneur en hydrogène et oxygène dans le recombineur.

Le contrôle du débit de gaz de balayage du circuit primaire lors du balayage à l'azote frais en configuration de balayage à 3/4 boucle (pendant l'arrêt) doit être assuré par une vanne de régulation dédiée.

L'accroissement de la capacité de stockage de la ligne à retard doit être assuré en augmentant la pression dans les lits à retard.

2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT

2.2.1. Contrôle de la réactivité

Sans objet.

2.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

2.2.3. Confinement des substances radioactives

Le paramètre représentatif du critère fonctionnel associé à la décroissance minimale des xénon et des kryptons avant rejet est le temps de séjour des Kryptons et des Xénon dans les lits à retard. Celui-ci dépend de la pression, de la température, de la nature du charbon actif, ainsi que du débit à la sortie de la ligne de retard. Les lits à retard doivent être dimensionnés en prenant en compte les valeurs enveloppes de ces facteurs, pour atteindre un critère de rétention d'au moins 40 heures pour les Kryptons et 40 jours pour les Xénon.

La quantité d'isotopes radioactifs dans l'ensemble de traitement et dans l'ensemble de retard dépend de la composition et du dégazage du fluide primaire. Les trois hypothèses suivantes ont été prises en compte pour calculer l'inventaire d'activité dans le circuit de traitement :

- dégazage complet du dégazeur TEP4 à haut débit pendant l'arrêt,
- dégazage complet du ballon RCV en fonctionnement normal de la tranche,
- fuite de gaz vers la ligne à retard.

La quantité de gel de Silice remplissant le dessiccateur doit permettre de sécher totalement tous les gaz amenés à passer dans l'ensemble de retard sur un transitoire, afin d'éviter toute détérioration du charbon actif par l'humidité présente dans le gaz.

Les vannes d'isolement enceinte du TEG appartiennent à la troisième barrière. A ce titre, les bases de conception de ce dispositif d'isolement sont décrites dans les sections 6.2.3 et 6.2.5.

2.2.4. Contribution indirecte aux fonctions de sûreté

Sans objet.

2.2.5. Contributions à la protection contre les agressions

Le système TEG contribue à assurer l'absence d'atmosphère explosible dans le circuit et dans les composants connectés en procurant un balayage en azote suffisant pour diluer l'hydrogène à moins de \square % volumique et l'oxygène à moins de \square % volumique, les limites du domaine d'inflammabilité étant de \square % en hydrogène et \square % en oxygène. Le recombineur placé dans le circuit assure l'élimination d'au moins \square % de l'hydrogène et de l'oxygène présents dans le fluide principal, autorisant ainsi sa réutilisation pour le balayage.

Le récipient \square peut recevoir des quantités élevées d'hydrogène lors de la mise à l'arrêt du réacteur. Lorsque c'est le cas, le système TEG permet de surveiller la pression dans la section correspondante afin de détecter un éventuel dysfonctionnement du système TEG générant un risque d'explosion en cas de fuite. Si un tel dysfonctionnement est constaté, les sources de fluide hydrogéné dirigées vers ce récipient sont isolées.

2.3. AUTRES HYPOTHÈSES

Sans objet.

3. DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT

3.1. DESCRIPTION

3.1.1. Description générale du système

Le fonctionnement du système TEG nécessite l'alimentation en différents gaz :

- l'azote, fluide principal pour le balayage, aidant à régler la dépression,
- l'hydrogène pour recombinaison de l'effluent,
- l'oxygène pour recombinaison de l'hydrogène de l'effluent.

Le système TEG est composé de deux ensembles fonctionnels qui sont l'ensemble de traitement et l'ensemble de retard (cf. [FIG-11.1.4.2](#)).

Un schéma simplifié du système TEG est joint en fin de section (cf. [FIG-11.1.4.1](#)).

3.1.1.1. Ensemble de traitement

L'ensemble de traitement comporte plusieurs parties décrites ci-après.

Partie balayage

Les principales sources d'effluents gazeux (réservoirs et capacités) connectées au TEG sont :

- le réservoir de décharge du pressuriseur (RCP),
- le réservoir de contrôle volumétrique (RCV),
- le réservoir des effluents primaires du BR (système RPE dans le BR),
- le réservoir des effluents primaires du BAN (système RPE dans le BAN),
- les réservoirs de stockage des effluents primaires (TEP),
- la colonne d'acide borique (TEP),
- les dégazeurs petit et gros débit (TEP),
- la bache de stockage de l'acide borique (REA),
- le réservoir de récupération et de transfert des échantillons (REN),
- les événements du circuit primaire pendant les passages en arrêt (système RPE dans le BR).

L'hydrogène et les gaz radioactifs sont dégazés dans les composants connectés.

Tous les réservoirs sont balayés en permanence par le TEG, excepté les baches de stockage REA d'acide borique qui font juste l'objet d'une extraction.

Les lignes de balayage sont en dépression pour confiner les gaz.

Partie préparation des gaz

Le gaz de balayage est séché dans un sécheur (échangeur de chaleur refroidi par l'eau du système DER).

Les condensats sont évacués vers le système RPE.

Pour obtenir les conditions stœchiométriques avant recombinaison, de l'hydrogène et de l'oxygène sont injectés par des vannes réglantes redondantes au titre de la disponibilité.

De l'azote est injecté par une vanne réglante lorsque la dépression devient trop importante.

La mesure des concentrations en hydrogène et oxygène en amont du recombineur se fait par prélèvement sur le flux gazeux principal d'un flux généré par deux compresseurs (un troisième étant en attente). Le gaz est séché sur un sécheur. Les concentrations en hydrogène et oxygène dans le gaz sont mesurées par des mesures H₂/O₂.

Partie recombinaison

Le recombineur catalytique assure la formation d'eau à partir d'hydrogène et d'oxygène.

La réaction commence à température ambiante.

Comme l'humidité peut dégrader l'efficacité du catalyseur, le gaz dans le recombineur pour éviter la condensation d'eau et permettre le bon fonctionnement du recombineur.

Un ratio hydrogène sur oxygène est maintenu constant par injection régulée d'oxygène et d'hydrogène en amont du recombineur. Le surplus d'hydrogène assure une combustion totale de l'oxygène, évitant ainsi sa re-dissolution dans les systèmes fluides. Les vannes d'injection H₂ et O₂ sont interverrouillées pour empêcher l'injection simultanée d'oxygène et d'hydrogène.

Le contrôle de la combustion de l'hydrogène et de l'oxygène est réalisé par l'ensemble de mesure H₂/O₂ après passage du gaz sur un sécheur.

Après recombinaison, les concentrations en oxygène et en hydrogène dans le gaz de balayage sont fortement réduites et permettent une réutilisation du gaz pour le balayage des composants connectés.

La vapeur d'eau produite par la recombinaison de l'hydrogène et de l'oxygène est condensée dans un refroidisseur de gaz en aval du recombineur.

Partie compression des effluents gazeux

Les compresseurs principaux compriment les gaz en aval du recombineur pour assurer le débit de balayage et la dépression d'une partie du système. Le fonctionnement d'un seul compresseur est suffisant pour assurer le débit normal du système.

Partie distribution de gaz

Le gaz est séché dans un pré-sécheur et les condensats sont évacués vers le système RPE par la bêche de collecte.

La station de réglage 1 (déverseuse) maintient la pression constante à approximativement bar abs dans la partie en pression du système. En fonctionnement stable, le gaz comprimé se dilate et se sèche dans la station de réglage 1.

La station de réglage 2 maintient une pression relative légèrement négative dans la partie en dépression du système. Si la pression en amont augmente ou diminue, la station de réglage 2 se ferme ou s'ouvre pour compenser ces variations. Au même moment, le point de contrôle de la pression situé au niveau des réservoirs TEP permet l'injection d'azote si la pression baisse trop vite.

La station de réglage 4 règle un débit de balayage constant dans le réservoir de décharge du pressuriseur dans le BR.

La station de réglage 5 règle un débit de balayage constant dans le réservoir des effluents primaires RPE dans le BR.

La station de réglage 6 règle un débit de balayage constant à l'entrée du réservoir de contrôle volumétrique RCV.

La station de réglage 7 règle une pression constante dans le réservoir de contrôle volumétrique RCV.

3.1.1.2. Ensemble de retard

L'ensemble de retard comporte deux parties décrites ci-après.

Partie séchage

Selon le mode de fonctionnement du système, le gaz est d'abord pré-séché dans l'ensemble de traitement, puis séché, soit par détente adiabatique lors du passage dans la station de réglage 1 (fonctionnement stable), soit déshumidifié dans le dessiccateur (fonctionnement en excès de gaz).

Le dessiccateur est à gel de silice et est constitué d'acier inoxydable austénitique.

L'humidité est retirée du débit gazeux par absorption réversible à la surface du gel de silice.

Des mesures d'humidité sont installées en amont des lits à retard pour vérifier l'efficacité du séchage par la station de réglage 1 ou le dessiccateur.

Partie ligne à retard

La ligne à retard se compose de trois lits à retard raccordés en série.

Ils sont remplis de charbon actif dont le rôle est de réduire la radioactivité du gaz qui traverse les lits à retard en assurant la rétention pour décroissance radioactive des gaz rares (xénons, kryptons principalement).

Les gaz rares radioactifs sont retardés relativement au gaz porteur azote par adsorption dynamique sur la surface du charbon actif.

Des mesures d'activité sont installées à la sortie de la ligne à retard, ainsi qu'à la cheminée. L'efficacité de la ligne à retard peut être contrôlée par comparaison des valeurs mesurées par analyses sur les prélèvements gazeux en amont des premier et deuxième lits à retard et en aval du troisième lit à retard.

Un filtre est installé en aval des lits à retard afin de protéger les vannes réglantes de la station de réglage 3 des particules de poussière qui pourraient résulter d'une abrasion mécanique des charbons actifs des lits à retard.

La station de réglage 3 agit de deux façons différentes suivant le mode de fonctionnement. En fonctionnement stable, elle maintient dans la ligne à retard une légère surpression comprise entre \square et \square bar abs. En fonctionnement avec excès de gaz, elle se ferme pour augmenter la pression dans la ligne à retard jusqu'à environ \square bar abs. A la fin du mode excès de gaz, la pression est abaissée régulièrement jusqu'à atteindre une légère surpression comprise entre \square et \square bar abs.

Les aérosols, les iodes et le tritium sont principalement retenus dans la phase liquide en amont des lits à charbon actif (sur les refroidisseurs et dans les compresseurs). Ils ne sont donc pas pris en compte spécifiquement pour la conception de l'ensemble de retard.

3.1.2. Description des matériels principaux

Le système TEG est constitué des matériels principaux suivants :

Recombineur

Le recombineur catalytique est conçu pour traiter le débit maximum de gaz de balayage.

Le volume de catalyseur dépend de son type et du débit maximum. Le catalyseur se compose de billes formées d'un substrat revêtu d'un film catalytique.

Un clapet à boule flottante protège le recombineur des remontées d'eau dans le système.

Compresseurs

Le critère de débit de conception des compresseurs est basé sur la quantité maximale d'hydrogène résultant du dégazage des réservoirs et capacités balayés ainsi que sur le débit maximum lors du fonctionnement en excès de gaz. Un seul compresseur est suffisant pour atteindre ce débit.

Les compresseurs sont de type à rotor noyé et anneau liquide qui sont parfaitement étanches, ce qui assure le confinement.

En re-circulant, le fluide d'étanchéité (eau déminéralisée) agit comme un joint entre les aubes de la roue, lubrifie les paliers et refroidit le moteur. La séparation du liquide d'étanchéité et du gaz se fait dans des réservoirs de séparation. Le liquide d'étanchéité est renvoyé au compresseur après refroidissement dans des échangeurs.

Ce type de compresseur est capable d'aspirer et de comprimer des mélanges d'oxygène et d'hydrogène sans risque d'explosion du fait de l'absence de points chauds (paliers notamment). Le compresseur n'est pas sensible à la vapeur d'eau, la compression se fait sans pulsation et à faible bruit.

Lits à retard

La ligne de retard est composée de lits à retard remplis de charbon actif, qui permet de retenir efficacement les gaz rares radioactifs par adsorption dynamique.

La masse requise de charbon actif est définie sur la base :

- du temps de rétention requis pour les xénon et les kryptons,
- du débit de gaz lié aux cas de fonctionnement du TEG (fonctionnement stable ou fonctionnement en excès de gaz),
- de la température,
- de la pression,
- de l'humidité du gaz et du charbon actif.

La masse de charbon actif utilisé dans les lits à retard préserve des marges significatives pour assurer une décroissance minimale des xénon pendant quarante jours et des kryptons pendant quarante heures.

Dessiccateur

Le dessiccateur est rempli de gel de silice, agent dessiccant utilisé pour sécher totalement le gaz en adsorbant l'eau avant son injection dans les lits à retard.

La masse requise de gel de silice est définie sur la base :

- du débit et du volume total de gaz lié aux cas de fonctionnement du TEG (fonctionnement stable ou fonctionnement en excès de gaz),
- de l'humidité maximale du gaz circulant vers les lits à retard,
- de la température,
- de la pression.

La masse de gel de silice utilisé dans le dessiccateur préserve des marges pour assurer la protection vis à vis de l'humidité des lits à retard quel que soit le fonctionnement du système.

3.1.3. Description des dispositions d'installations principales

Les composants principaux du système TEG sont installés à différentes hauteurs dans le BAN. Cette disposition selon plusieurs niveaux de hauteur permet d'optimiser par effet de gravité la collecte des condensats vers le système RPE, et permet de minimiser des effets non désirés qui seraient dus à la condensation de gaz dans le TEG.

Les tuyauteries dans lesquelles les condensats sont drainés dans la même direction que le flux de gaz sont inclinées avec une pente de % minimum pour éviter la formation de poches de liquide. Celles

dans lesquelles les condensats sont drainés dans la direction inverse au flux de gaz ont une pente d'au moins 0 %.

3.2. FONCTIONNEMENT

3.2.1. Fonctionnement en régime normal de la tranche

Le système TEG fonctionne en continu en fonctionnement normal de la tranche.

Le système est conçu pour tous les transitoires normaux de la tranche. Le système fonctionne suivant deux modes :

- le fonctionnement stable (cf. [§ 3.2.2.](#)),
- le fonctionnement avec excès de gaz (cf. [§ 3.2.3.](#)).

3.2.2. Fonctionnement en régime permanent du système

En régime permanent, le système TEG fonctionne en mode stable.

Le système TEG et les systèmes connectés sont balayés en permanence par de l'azote dans une boucle quasi-fermée.

Dans cette configuration, la station de réduction 1 détend le gaz d'une pression proche de 0 bar abs à une légère surpression comprise entre 0 et 0 bar abs ce qui assèche le gaz. Ce gaz sec est utilisé pour régénérer le dessiccateur avant de retourner dans le circuit de balayage. Une faible partie du gaz sec est également envoyée dans les lits à retard.

Le fonctionnement stable représente la majeure partie du temps de fonctionnement annuel du système TEG.

3.2.3. Fonctionnement en régime transitoire du système

Le fonctionnement en excès de gaz intervient en phase d'arrêt et en phase de démarrage de la tranche, lors des mouvements d'eau importants dans les systèmes connectés et pendant la phase de balayage à l'azote des boucles et de l'espace sous couvercle.

Ces mouvements d'eau vers les réservoirs connectés génèrent des volumes importants d'effluents gazeux dans le système TEG par réduction de leurs volumes libres. Cet excès de gaz génère une augmentation de pression dans la partie en dépression qui est alors maintenue en fermant la station de réglage 2. Ceci implique une augmentation de pression dans la ligne à retard et un rejet d'effluents gazeux dans l'environnement (après traitement sur les lits à retard).

Si le débit à la station de réglage 3 devient trop important, le système bascule du mode fonctionnement stable au mode fonctionnement en excès de gaz. Le point de consigne de la station de réglage 3 passe alors d'une légère surpression comprise entre 0 et 0 bar abs à une pression proche de 0 bar abs. Cette augmentation de pression dans les lits à retard entraîne un accroissement de la capacité de stockage des effluents gazeux.

Par ailleurs, le dessiccateur bascule alors du mode « régénération » au mode « séchage » en inversant le flux gazeux. Les effluents gazeux sont alors séchés avant d'entrer dans les lits à retard à l'aide du dessiccateur (la détente adiabatique au niveau de la station de réglage 1 n'étant plus opérationnelle car ouverte).

Le fonctionnement en excès de gaz est suivi, après un certain temps, d'une réduction graduelle d'une pression proche de 0 bar abs à une légère surpression comprise entre 0 et 0 bar abs. Le système retourne alors au fonctionnement stable.

3.2.4. Fonctionnement en autres régimes

Arrêt du système

Avant l'arrêt du système TEG, il est nécessaire d'injecter de l'azote dans la partie en dépression jusqu'à la pression atmosphérique pour éviter toute entrée d'air et la création d'un mélange explosif.

Pendant et après l'arrêt du système TEG, aucune opération génératrice d'effluents gazeux susceptibles de contenir de l'hydrogène ne peut être réalisée puisque la recombinaison n'est plus possible :

- la montée en puissance du réacteur doit être évitée, car l'excès d'eau lié à la dilatation thermique du fluide primaire générerait des mouvements de fluide primaire dans le système TEP et produirait de l'hydrogène par dégazage vers le système TEG,
- l'utilisation du dégazeur TEP pour le dégazage du fluide primaire doit être évitée,
- le réservoir de décharge du pressuriseur et le réservoir RPE des effluents primaires dans le BR doivent être isolés pour éviter un apport d'hydrogène associé à une fuite éventuelle de fluide primaire vers ces réservoirs.

L'arrêt du système TEG peut être causé par :

- l'arrêt des compresseurs,
- la pollution réversible ou irréversible du catalyseur du recombineur.

Fonctionnement en conditions accidentelles

L'opérabilité du système TEG n'est pas requise en conditions accidentelles, seules les traversées enceintes du système portent des fonctions lors de telles situations.

Les vannes d'isolement enceinte sur les lignes liées aux balayages du réservoir de décharge du pressuriseur et du réservoir des effluents primaires du BR (système RPE dans le BR) sont automatiquement fermées par le système de signal de protection du réacteur en cas d'accident.

Les vannes du système TEG assurant la fonction d'exutoire de ses traversées enceinte vers le système EBA s'ouvrent automatiquement sur signal de protection du réacteur indirect afin d'empêcher les fuites des traversées enceinte de s'écouler vers le BAN.

Gestion du tritium

Pendant les premiers cycles, la gestion des effluents tritiés issus du circuit primaire est faite avec variation de volumes de gaz, ce qui conduit à un fonctionnement quasi-permanent du TEG en mode excès de gaz pendant cette période.

Gestion des risques de surpression

Le système TEG contient deux sources de pression notables : la station d'injection d'azote (via le système SGN) et les lits à retard, qui contiennent des grandes quantités de gaz sous pression. En fonctionnement normal, la pression de ces deux zones est régulée par des vannes réglantes. En cas de défaillance de ces vannes, des vannes d'isolement sont présentes afin d'isoler la source de pression de la zone de balayage du système TEG, évitant ainsi un risque de montée en pression de la zone.

4. ANALYSE DE SÛRETÉ

4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION

Le système TEG est conforme à la réglementation générale en vigueur (voir le sous-chapitre 1.7) et ne fait pas l'objet de dérogations particulières.

4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS

4.2.1. Contrôle de la réactivité

Sans objet.

4.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

4.2.3. Confinement des substances radioactives

Les effluents contaminés présents dans les bâches connectées au système TEG sont balayés par le TEG qui assure le maintien en dépression de la plupart des composants connectés, et empêche ainsi la fuite des particules vers l'extérieur du système.

Le confinement de la radioactivité dans l'installation est assuré par la conception du système TEG en acier inoxydable mécano-soudé étanche. Seuls les équipements nécessitant une maintenance sont raccordés par brides et boulonnage.

D'autre part, l'utilisation de lits à retard limite les rejets dans l'environnement en permettant la décroissance radioactive naturelle des gaz rares (a minima quarante jours pour les xétons et quarante heures pour les kryptons).

La justification du respect de ces critères est détaillée dans la [Réf \[1\]](#).

De plus, la vanne d'isolement entre TEG et DWN assure la fonction d'isolement des rejets du TEG sur critère d'activité haute ou de débit à la cheminée DWN inférieur à $1 \text{ m}^3/\text{h}$.

En conditions accidentelles, les lignes du système TEG traversant l'enceinte du bâtiment réacteur sont équipées de 1 vannes d'isolement enceinte qui se ferment sur signal d'isolement enceinte phase 1, ou sur signal de haute activité primaire (IHAP) (cf. section 6.2.3).

Les vannes du système TEG assurant la fonction d'exutoire vers le système EBA s'ouvrent automatiquement sur signal d'isolement enceinte.

4.2.4. Contributions indirectes à l'accomplissement des fonctions de sûreté

Sans Objet.

4.2.5. Contribution à la protection contre les agressions

Le système TEG est conçu pour limiter le risque d'inflammabilité et d'explosivité des gaz qu'il véhicule et des ciels gazeux des bâches des autres systèmes connectés. De la même façon, son architecture contribue à limiter la concentration d'hydrogène dans le circuit ainsi que dans les composants connectés.

La formation d'un mélange gazeux H_2/O_2 explosif dans le système est efficacement évitée par :

- un balayage efficace en azote de l'ensemble des composants connectés,
- l'utilisation efficace d'un recombineur catalytique associé à un dispositif d'injection H_2/O_2 ,
- l'isolement des composants et l'arrêt des systèmes sources d'apport d'hydrogène au TEG en cas de défaut dans le balayage.

D'autre part, des ensembles de mesures H_2/O_2 sont prévus en amont et en aval du recombineur.

Si les concentrations en hydrogène en amont du recombineur sont trop élevées, ou si toutes les mesures H_2/O_2 en amont du recombineur sont défailtantes :

- le recombineur est by-passé,
- les systèmes producteurs d'hydrogène sont isolés du TEG (RCP, RPE, TEP),
- les vannes d'alimentation en hydrogène et en oxygène situées sur le système TEG sont fermées,
- de l'azote est injecté manuellement pour diluer les effluents gazeux.

Si les concentrations en oxygène en amont du recombineur sont trop élevées :

- les systèmes producteurs d'hydrogène sont isolés du TEG (RCP, RPE, TEP),
- les vannes d'alimentation en hydrogène et en oxygène situées sur le système TEG sont fermées.

Cette logique permet de maintenir l'élimination d'H₂ et ainsi maintenir la concentration en H₂ dans les capacités à une concentration acceptable même en présence d'oxygène le temps de remettre en conformité le système.

Par ailleurs, des inhibiteurs de flamme additionnels sont installés en amont et en aval du recombineur et du circuit de mesure H₂/O₂, chacun d'entre eux comportant plusieurs déflecteurs absorbeurs d'énergie procurant une protection additionnelle contre les risques d'inflammation et d'explosion.

Enfin, pour certains transitoires, des règles de conduite spécifiques sont à mettre en oeuvre.

Le détail de l'analyse du risque explosion interne, ainsi que les parades associées, sont décrits dans la section 3.4.6.

Le système TEG mesure la pression en aval du récipient **□** : toute variation significative de pression peut révéler un dysfonctionnement du système. Les mesures de pression sont valorisées de manière à ce qu'en cas d'atteinte de seuil (min ou max), les sources d'hydrogène reliées à ce récipient (ligne de dégazage du pressuriseur) sont isolées automatiquement.

4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION

4.3.1. Exigences issues du classement de sûreté

4.3.1.1. Classement de sûreté

Les classements des équipements du système TEG jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté sont présentés dans la section 3.2.2.

4.3.1.2. Critère de défaillance unique

Le dispositif d'isolement des traversées enceinte du système TEG, constitué d'un organe d'isolement à l'intérieur du BR et d'un organe d'isolement à l'extérieur dans un bâtiment périphérique, est redondant.

Les autres équipements du système TEG assurant une fonction F1 tels que les reprises de fuites des traversées enceinte vers EBA sont redondants.

La conception du système TEG est conforme à l'exigence de robustesse à la défaillance aléatoire énoncée au **§ 0.3.** sur l'isolement des process générateurs d'hydrogène sur perte de la dépression dans **□**.

Certains autres équipements du système TEG, bien que non redevables du Critère de Défaillance Unique, bénéficient d'une redondance au titre de la disponibilité qui se traduit par un doublement des équipements suivants :

- les compresseurs,
- les stations de réglage 1, 2, 3, 6, et 7,

- les ensembles de mesure H₂/O₂ en amont du recombineur et les compresseurs associés.

4.3.1.3. Alimentation électrique de secours

La conception des équipements du système TEG assurant une fonction F1 est conforme à l'exigence de secours électrique énoncée au [§ 0.3.](#), notamment sur les points suivants :

- Les vannes d'isolement enceinte externes au BR sont secourues par la division 4, et les vannes d'isolement enceinte internes au BR sont secourues par la division 1.
- Les vannes d'exutoire vers EBA sont secourues par les divisions 1 et 4.

Par ailleurs, bien que non redevables d'une exigence de secours électrique, les équipement du système TEG assurant une fonction du sûreté F2 bénéficient d'une alimentation électrique secourue par les diesels principaux au titre de la disponibilité et de la continuité de fonctionnement.

4.3.1.4. Séparation physique/géographique

La conception du système TEG est conforme à l'exigence séparation physique/géographique pour les traversées enceinte du système. Les deux organes d'isolement de chaque traversée enceinte du système TEG sont séparés physiquement du fait de leur installation, un à l'intérieur du bâtiment réacteur, l'autre à l'extérieur dans un bâtiment périphérique.

4.3.1.5. Qualification aux conditions accidentelles

Les équipements du système TEG relevant d'une qualification aux conditions accidentelles sont présentés dans la section 3.7.1.1.2.

4.3.1.6. Classement ESPN, mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique

La conformité des classements mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique des équipements du système TEG jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté aux exigences énoncées au [§ 0.3.](#) est détaillée dans la section 3.2.2.

La conformité du classement ESPN des équipements du système TEG aux exigences énoncées au [§ 0.3.](#) est détaillée dans la section 3.2.2.

4.3.2. Exigences réglementaires

4.3.2.1. Textes réglementaires

La conformité aux textes réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.1.1. Textes officiels

Sans objet.

4.3.2.1.2. Prescriptions techniques

La conformité aux prescriptions techniques spécifiquement applicables au système, listées dans le [§ 0.3.2.](#), est assurée par :

- Pour la disposition [EDF-FLA-154] de la de la décision ASN n° 2018–DC-0640, par l'une des missions du système qui est la rétention des Kryptons et Xétons pendant respectivement 40 heures et 40 jours, permettant leur décroissance naturelle avant rejet.
- Pour la disposition [EDF-FLA-161] de la décision ASN n° 2018–DC-0640, par la conception du système et de ses modes de fonctionnement.
- Pour la disposition [EDF-FLA-162] de la décision ASN n° 2018–DC-0640, par l'architecture, le dimensionnement et les modes de fonctionnement de l'ensemble de retard.

- Pour la disposition [EDF-FLA-163] de la décision ASN n° 2018–DC-0640, par l'architecture du système, et plus particulièrement par l'isolement automatique du TEG vis à vis de DWN en cas d'indisponibilité de ce dernier.
- Pour la disposition [EDF-FLA-168] de la décision ASN n° 2018–DC-0640, par la présence de mesures KRT en sortie du TEG et dans la cheminée ainsi que l'organisation de campagnes de mesures dédiées sur le TEG.

La conformité du système TEG aux décisions n°2012-DC-0283 du 26 juin 2012 et n°2014-DC-0403 du 21 janvier 2014 est démontrée dans le chapitre 21.

4.3.2.1.3. Réglementations internationales

Sans Objet.

4.3.2.2. Textes para-réglementaires

La conformité aux textes para-réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport De Sûreté.

4.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Sans Objet.

4.3.2.2.2. Directives techniques

La conformité aux directives techniques de sûreté spécifiquement applicables au système, listées dans le [§ 0.3.2.](#), est assurée par :

- Pour la section A.2.7.2, par la conception de l'ensemble de retard du système qui permet de retenir les gaz rares radioactifs par adsorption dynamique sur le charbon actif contenu dans les lits à retard du TEG, pendant des durées allant de 40 heures pour le Krypton à 40 jours pour le Xénon, permettant ainsi leur décroissance naturelle avant rejet.
- Pour la section C.4.2.1, par la conception du système TEG et notamment de la boucle de balayage qui est très différente des TEG du parc existant : la présence du recombiner permet de réduire la concentration en hydrogène et en oxygène dans le gaz porteur (azote), autorisant ainsi sa réutilisation pour le balayage. Cette conception présente l'avantage de réduire considérablement les quantités de gaz rejetées par le TEG.
- Pour la section F.1.2.4, par la conception de la boucle de balayage du système associé au recombiner permettant de limiter les concentrations d'hydrogène et d'oxygène dans le circuit afin d'éviter la formation de tout mélange explosif ou inflammable.

4.3.2.2.3. Textes EPR spécifiques

Sans Objet.

4.3.3. Agressions

4.3.3.1. Agressions internes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions internes relève du sous-chapitre 3.4.

4.3.3.2. Agressions externes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions externes relève du sous-chapitre 3.3.

4.3.4. Diversification

Le système TEG ne fait pas l'objet d'exigences de diversification.

4.3.5. Radioprotection

De façon générale, les dispositions de conception de l'installation prises pour limiter l'exposition du personnel au rayonnement et à la contamination due aux produits de fission et de corrosion activés relèvent du chapitre 12.

4.3.6. Fonctionnement, maintenance et accessibilité long terme

Sans objet.

4.3.7. Système tel que réalisé

A ce stade de la fabrication, de l'installation et du déroulement des essais, aucun écart n'impacte les requis de sûreté spécifiés dans le Rapport de Sûreté.

4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

4.4.1. Essais de démarrage

L'étanchéité des enveloppes mécaniques du système est vérifiée dans le cadre des contrôles de fin de montage.

Par ailleurs, le système TEG fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14 permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- l'isolement automatique TEG / DWN,
- le contrôle de la manoeuvrabilité à l'ouverture et à la fermeture des vannes d'isolement et des lignes d'exutoire,
- le bon fonctionnement de toutes les stations de régulation vis à vis des pressions et débits attendus,
- l'efficacité de la ligne de retard,
- l'efficacité du recombineur.

Au titre de leur contribution au critère global de fuite de l'enceinte, les tests d'étanchéité des vannes d'isolement enceinte sont décrits dans la section 6.2.5.

4.4.2. Surveillance en fonctionnement normal

La disponibilité des fonctions du système TEG est surveillée dans le cadre de l'exploitation normale. En particulier :

- les temps de retention des Kryptons et des Xétons de respectivement 40 heures et 40 jours sont vérifiés via des tests réguliers : le suivi d'une injection de traceur radioactif (Krypton) permet d'attester de la bonne efficacité des lits à retard du système TEG.
- les taux d'hydrogène et d'oxygène présents dans le circuit sont mesurés en temps réel par les cabinets de mesure placés en amont et en aval du recombineur, permettant de détecter une forte concentration d'hydrogène ou d'oxygène arrivant dans le TEG, ou bien encore un éventuel dysfonctionnement du recombineur.

4.4.3. Essais périodiques

Les parties classées du système TEG font l'objet d'essais périodiques conformément aux chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation permettant notamment de vérifier le respect des critères suivants :

- Le contrôle de la manoeuvrabilité à l'ouverture et à la fermeture des vannes d'isolement enceinte,

- Le contrôle de la manoeuvrabilité à l'ouverture et à la fermeture des vannes d'exutoire vers le système EBA,
- Le contrôle de la manoeuvrabilité à l'ouverture et à la fermeture de la vanne d'isolement TEG/DWN.

Au titre de leur contribution au critère global de fuite de l'enceinte, les tests d'étanchéité des vannes d'isolement enceinte sont décrits dans la section 6.2.5.

4.4.4. Maintenance

Le système TEG fait l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

5. SCHÉMA DE PRINCIPE

Le schéma simplifié du système TEG est présenté en [FIG-11.1.4.1](#).

Les schémas de principe du système TEG sont présentés en [FIG-11.1.4.2](#).



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.4

PAGE 24/29

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

LISTE DE RÉFÉRENCES

[1] ECECS140109 A : Note de justification du dimensionnement du recombineur et de la ligne de retard du système TEG

FIG-11.1.4.1 SCHÉMA SIMPLIFIÉ DU SYSTÈME TEG

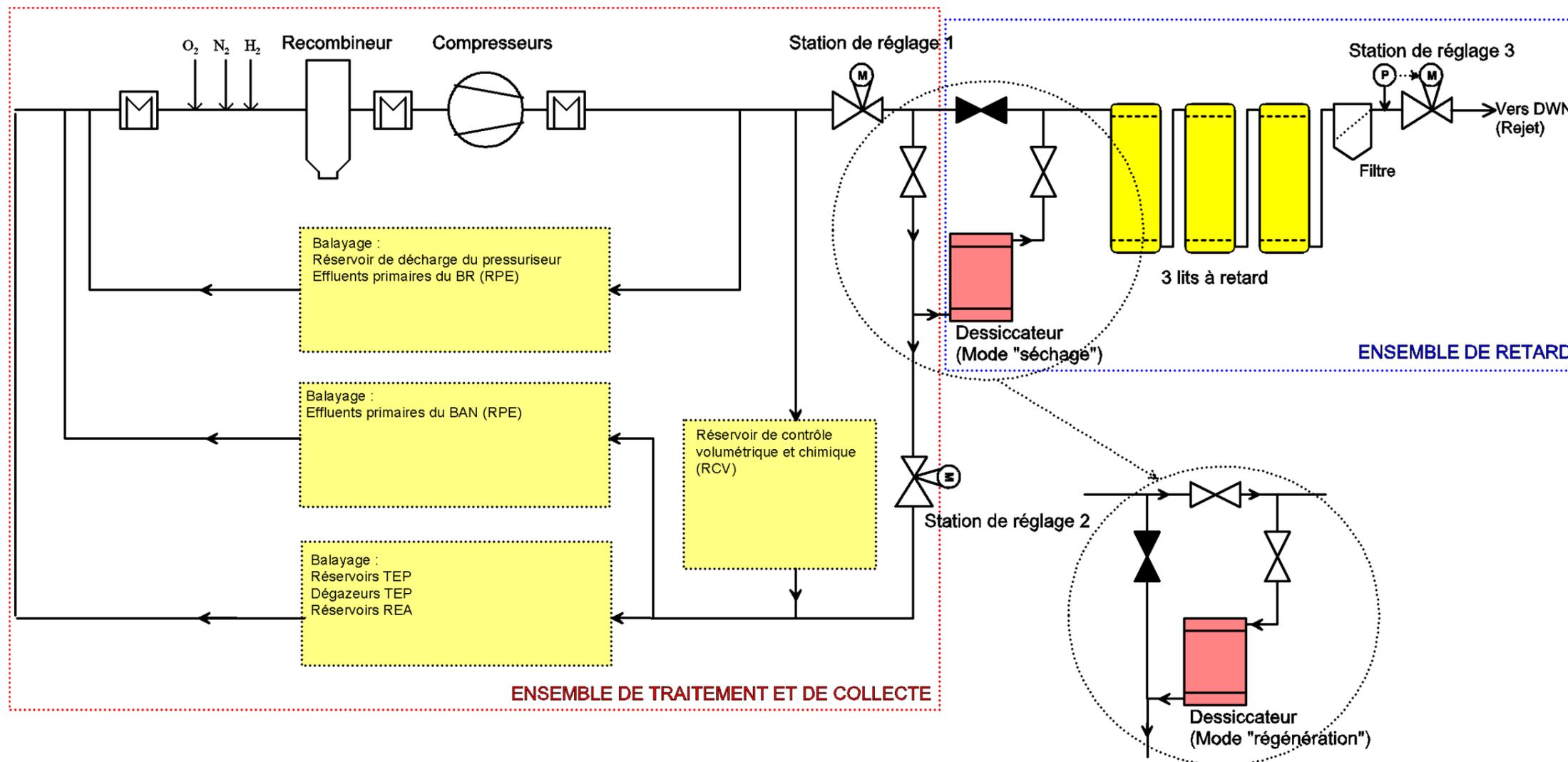
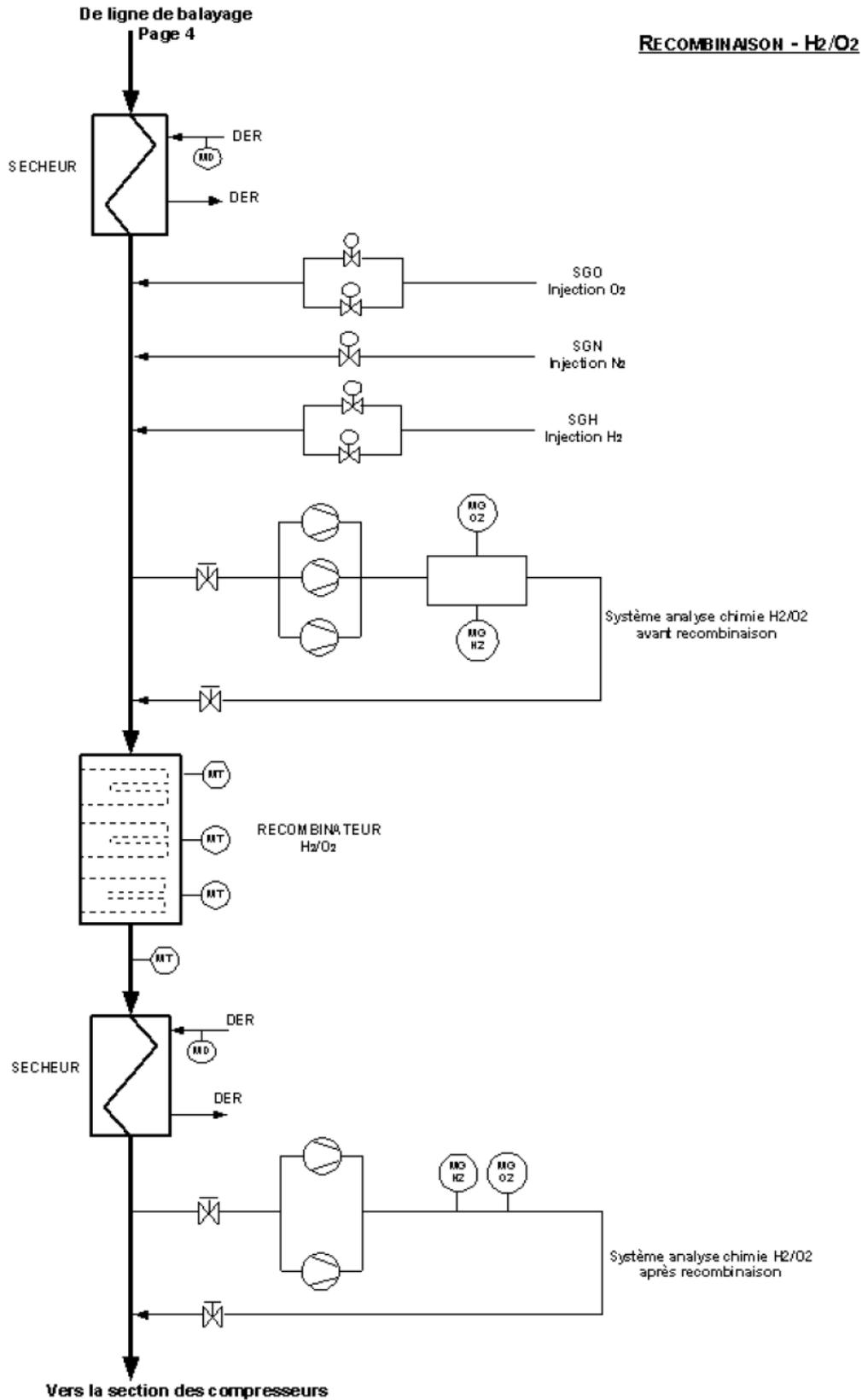
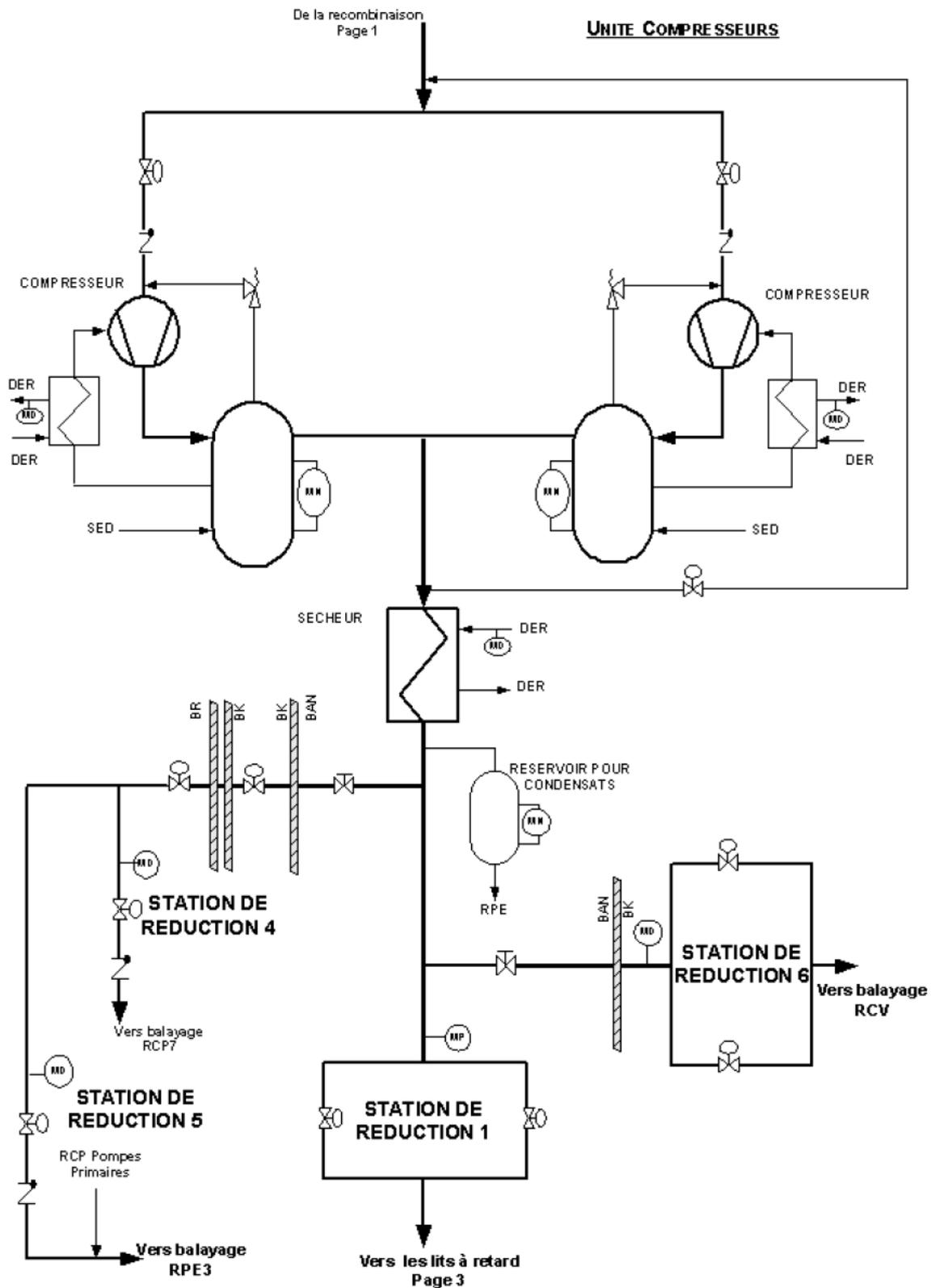
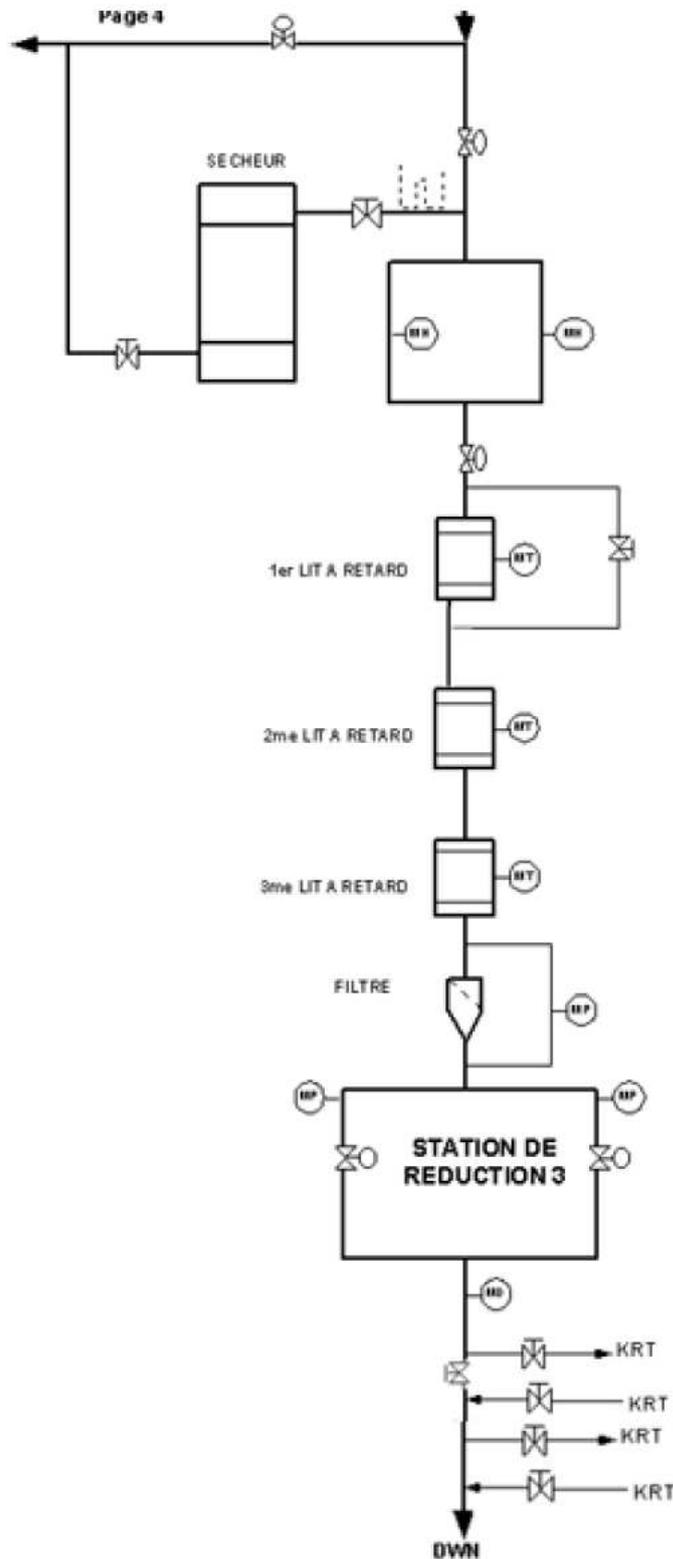
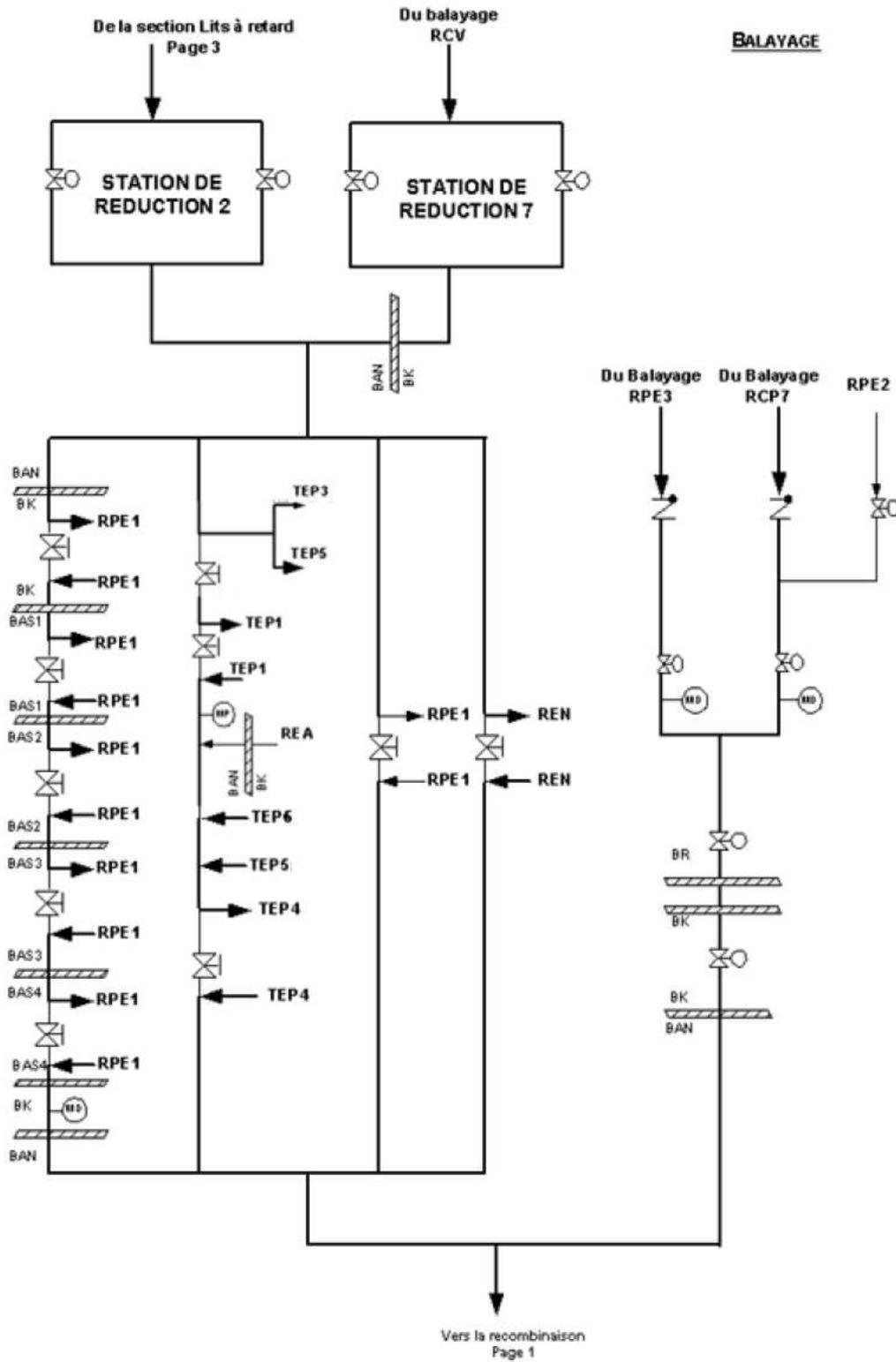


FIG-11.1.4.2 SCHÉMA DE PRINCIPE DU TEG











RAPPORT DE SURETE
— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE : 11

SECTION : 1.5

PAGE : 1/1

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

11.1.5 SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS RADIOACTIFS SOLIDES (TES)

11.1.5.1 SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS SOLIDES (TES)

11.1.5.2 SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS SOLIDES DU BTE (8TES)

SOMMAIRE

.11.1.5.1	SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS SOLIDES (TES)	5
0.	EXIGENCES DE SÛRETÉ	5
0.1.	FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.1.	CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	5
0.1.2.	EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	5
0.1.3.	CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	5
0.1.4.	CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.5.	CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	5
0.1.6.	CONTRIBUTIONS À L'ÉLIMINATION PRATIQUE	5
0.2.	CRITÈRES FONCTIONNELS	5
0.2.1.	CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	5
0.2.2.	EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	5
0.2.3.	CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	5
0.2.4.	CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	6
0.3.	EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION	6
0.3.1.	EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	6
0.3.2.	EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	6
0.3.3.	AGRESSIONS	7
0.3.4.	DIVERSIFICATION	7
0.3.5.	RADIOPROTECTION	7
0.3.6.	EXIGENCES LIÉES AU FONCTIONNEMENT, À LA MAINTENANCE ET À L'ACCESSIBILITÉ LONG TERME	7
0.4.	ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	8
0.4.1.	ESSAIS DE DÉMARRAGE	8
0.4.2.	SURVEILLANCE EN EXPLOITATION	8
0.4.3.	ESSAIS PÉRIODIQUES	8
0.4.4.	MAINTENANCE	8
1.	RÔLE DU SYSTÈME	8
1.1.	RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE	8

1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC2 À PCC4, RRC-A, ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS	8
2. BASES DE CONCEPTION	8
2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT	8
2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT	9
2.3. AUTRES HYPOTHÈSES	9
3. DESCRIPTION – FONCTIONNEMENT	9
3.1. DESCRIPTION	9
3.1.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME	9
3.1.2. DESCRIPTION DES MATÉRIELS PRINCIPAUX	10
3.1.3. DESCRIPTION DES DISPOSITIONS D'INSTALLATIONS PRINCIPALES	11
3.2. FONCTIONNEMENT	11
3.2.1. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME NORMAL DE LA TRANCHE .	11
3.2.2. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME PERMANENT	11
3.2.3. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME TRANSITOIRE	12
3.2.4. AUTRES RÉGIMES DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME . .	12
4. ANALYSE DE SÛRETÉ	12
4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION	12
4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS	12
4.2.1. CONTRÔLE DE LA RADIOACTIVITÉ	12
4.2.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	12
4.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	12
4.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES À L'ACCOMPLISSEMENT DES FONCTIONS DE SÛRETÉ	13
4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION	13
4.3.1. EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	13
4.3.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	13
4.3.3. AGRESSIONS	14
4.3.4. DIVERSIFICATION	14
4.3.5. RADIOPROTECTION	14
4.3.6. FONCTIONNEMENT, MAINTENANCE ET ACCESSIBILITÉ LONG TERME	15



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 1.5.1

PAGE 3/18

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

4.3.7. SYSTÈME TEL QUE RÉALISÉ	15
4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	15
4.4.1. ESSAIS DE DÉMARRAGE	15
4.4.2. SURVEILLANCE EN EXPLOITATION	15
4.4.3. ESSAIS PÉRIODIQUES	15
4.4.4. MAINTENANCE	15
5. SCHÉMAS FONCTIONNELS	15

FIGURES :

FIG–11.1.5.1.1 SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA MACHINE DE REPLACEMENT ET TRANSFERT DES FILTRES USÉS (TES).....	16
FIG–11.1.5.1.2 SCHÉMA DE PRINCIPE DU SYSTÈME TES — COLLECTE ET TRANSFERT DES RÉSINES.....	17
FIG–11.1.5.1.3 SCHÉMA DE PRINCIPE DU SYSTÈME TES – GESTION DES DÉCHETS TECHNOLOGIQUES EN AMONT DU BTE	18

.11.1.5.1 SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS SOLIDES (TES)

0. EXIGENCES DE SÛRETÉ

0.1. FONCTIONS DE SÛRETÉ

0.1.1. Contrôle de la réactivité

Le système TES ne contribue pas directement au contrôle de la réactivité.

0.1.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Le système TES ne contribue pas directement à l'évacuation de la puissance résiduelle.

0.1.3. Confinement des substances radioactives

Le système TES véhicule des substances radioactives.

A ce titre, il doit contribuer au confinement de ces substances vis à vis de l'environnement dans sa globalité et du public.

0.1.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.1.5. Contributions spécifiques à la protection contre les agressions

Le système ne contribue pas spécifiquement à la protection contre les agressions.

0.1.6. Contributions à l'élimination pratique

Le système ne contribue pas directement à l'élimination pratique.

0.2. CRITÈRES FONCTIONNELS

Au titre de ses contributions à l'accomplissement des fonctions de sûreté, le système doit satisfaire les critères fonctionnels suivants :

0.2.1. Contrôle de la réactivité

Sans objet.

0.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

0.2.3. Confinement des substances radioactives

Le système TES doit permettre de confiner les substances radioactives et prévenir le risque de fuites.

Cette exigence se traduit par une exigence d'étanchéité des enveloppes mécaniques (tuyauteries et vannes associées au transfert des résines usées actives du BAN vers les réservoirs de collecte de 8TES, machine de chargement/déchargement des filtres, boîte à gant de tri des déchets technologiques d'activité supérieure à 2 mSv/h).

0.2.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.3. EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION

0.3.1. Exigences issues du classement de sûreté

0.3.1.1. Classement de sûreté

Les parties du système TES jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté doivent faire l'objet d'un classement de sûreté conformément aux règles de classement indiquées à la section 3.2.1.

0.3.1.2. Critère de Défaillance Unique (active et passive)

Compte tenu de son classement F2, le système TES n'est pas redevable de l'application du critère de défaillance unique.

0.3.1.3. Alimentation électrique de secours

Le système TES ne fait pas l'objet d'une exigence d'alimentation électrique secourue.

0.3.1.4. Séparation physique / géographique

Compte tenu de son classement F2, le système ne fait pas l'objet d'une exigence de séparation physique/géographique.

0.3.1.5. Qualification aux conditions accidentelles

Les équipements classés du système TES ne font pas l'objet d'une exigence de qualification aux conditions accidentelles car ils ne sont pas soumis à des conditions d'ambiance dégradée dans l'exercice de leurs missions de sûreté.

0.3.1.6. Classement ESPN, mécanique, électrique, Contrôle-Commande et sismique

Les équipements du système TES redevables d'un classement mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique doivent suivre les règles de classement présentées dans la section 3.2.1.

Le système TES n'est pas concerné par le classement ESPN car le réservoir de séparation des résines APG peu actives et les réservoirs de stockage des résines usées du système 8TES sont à pression atmosphérique.

0.3.2. Exigences réglementaires

0.3.2.1. Textes réglementaires

L'ensemble des exigences issues des textes réglementaires est présenté dans la section 1.7.0 du Rapport de Sûreté.

0.3.2.1.1. Textes officiels

Le système TES n'est pas concerné spécifiquement par un texte officiel.

0.3.2.1.2. Prescriptions techniques

Le système TES n'est pas concerné par une prescription technique spécifique.

0.3.2.1.3. Réglementations internationales

Le système TES n'est pas concerné par une réglementation internationale spécifique.

0.3.2.2. Textes para-réglementaires

Le système TES n'est pas concerné par un texte para-réglementaire spécifique.

0.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Le système TES n'est pas concerné par une règle fondamentale de sûreté spécifique.

0.3.2.2.2. Directives techniques

Le système TES est concerné par les sections suivantes des Directives Techniques (voir paragraphe 3.1 de la section 1.7.0) :

- Section A.2.7.2 - Effluents radioactifs et déchets, sur les aspects suivants :
 - “Des dispositions de conception doivent être prises pour réduire encore l'activité et le volume des matières radioactives à évacuer de la tranche en tant que déchets” ;
 - “les doses pour les personnes du public provenant des rejets, les expositions des travailleurs et les doses causées par les déchets doivent être considérées dans le processus d'optimisation”.
- Section C.4.2.1 - Réduction des déchets et démantèlement, sur l'aspect suivant : “Le concepteur doit préciser comment il prendra en compte l'objectif de réduction des effluents et des déchets radioactifs indiqué au paragraphe A.2.7.2 dans le cadre d'un processus d'optimisation. Ceci implique une évaluation détaillée du retour d'expérience existant. Les points suivants doivent notamment être traités : [...] les procédés de traitement des [...] déchets radioactifs solides en fonction des caractéristiques des différents types d'effluents et de déchets”.

0.3.2.3. Textes EPR spécifiques

Le système TES n'est pas concerné par un texte spécifique EPR.

0.3.3. Agressions

0.3.3.1. Exigences — protection vis-à-vis des agressions internes

Les fonctions du système TES doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions internes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.4.

0.3.3.2. Exigences — protection vis-à-vis des agressions externes

Les fonctions du système TES doivent être protégées contre les conséquences des agressions externes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.3.

0.3.4. Diversification

Le système TES ne fait pas l'objet d'une exigence de diversification.

0.3.5. Radioprotection

Le système doit être conçu pour limiter l'exposition du personnel au rayonnement et à la contamination dus aux produits de fission et aux produits de corrosion activés contenus dans les déchets solides qu'il véhicule (résines échangeuses d'ions, filtres d'eau, déchets technologiques).

0.3.6. Exigences liées au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme

Le système TES n'est pas concerné par une exigence liée au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme dans la gestion long terme après accident.

0.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

0.4.1. Essais de démarrage

Le système TES doit être conçu pour permettre la réalisation d'essais de démarrage permettant de s'assurer de sa conception adéquate et de ses performances, et notamment du respect des critères fonctionnels qui lui sont assignés au paragraphe 0.2.

0.4.2. Surveillance en Exploitation

Le système TES doit être conçu pour permettre une surveillance en exploitation normale des caractéristiques du système nécessaires à l'accomplissement de ses missions de sûreté afin de s'assurer le bon comportement de ses composants et leurs disponibilité en fonctionnement normal, incidentel et accidentel.

0.4.3. Essais Périodiques

Les fonctions classées du système TES ne font pas l'objet d'une exigence d'aptitude à la réalisation d'essais périodiques car, étant sollicitées de manière certaines et avec une périodicité suffisante en exploitation normale, elles subissent des contrôles qui tiennent lieu d'Essais Périodiques.

0.4.4. Maintenance

Le système TES doit être conçu pour permettre la mise en œuvre d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

1. RÔLE DU SYSTÈME

Le système TES assure les fonctions opérationnelles suivantes dans les différentes conditions de fonctionnement de l'installation dans lesquelles il est sollicité :

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE

Le système TES de la tranche EPR est installé dans le BAN. Il a pour rôle de traiter les déchets solides issus de l'exploitation de la tranche (hors combustible). Le TES assure la collecte sélective des effluents solides radioactifs produits par la tranche (filtres d'eau, résines échangeuses d'ions, déchets technologiques) et leur transfert vers le système 8TES du BTE (voir section 11.1.5.2) qui assure leur conditionnement afin de permettre leur évacuation.

Le TES assure la collecte et l'évacuation des résines usées très peu actives (résines APG).

1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC2 À PCC4, RRC-A, ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS

Le système TES n'a pas de rôle opérationnel dans les conditions de fonctionnement PCC-2 à PCC-4, RRC-A, situations d'accident grave et d'agression.

2. BASES DE CONCEPTION

2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT

Le système TES doit permettre de collecter sélectivement les déchets solides afin de les conditionner dans des fûts ou conteneurs de manière à respecter :

- la réglementation sur le transport des matières radioactives, comme stipulé dans l'arrêté relatif au transport des matières radioactives,

- les spécifications requises par l'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) et CENTRACO.

Les résines à collecter par le système sont :

- les résines actives contenues dans les déminéraliseurs RCV, PTR, TEP et APG si nécessaire,
- les résines peu actives contenues dans les déminéraliseurs APG.

Les résines actives sont transférées vers le système 8TES du BTE et les résines peu actives sont gérées par le système TES.

Les filtres à remplacer sont :

- les filtres usés du BAN (RCV, PTR, TEP, RPE),
- les filtres usés du BTE (TEU).

Les filtres usés sont transférés vers la cellule d'enfûtage du BTE (système 8TES).

Les déchets technologiques produits sur la tranche sont triés en fonction de trois critères (débit de dose au contact, nature du déchet, caractère compactable ou non du déchet). Le système TES doit permettre le contrôle de la conformité des sacs de déchets technologiques avant transfert au système 8TES pour traitement et conditionnement.

Les quantités annuelles de déchets nucléaires traités par le TES sont présentées dans le paragraphe 3 du sous-chapitre 11.3.

2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT

Sans objet.

2.3. AUTRES HYPOTHÈSES

Les matériaux du système TES doivent être choisis conformément aux caractéristiques des fluides véhiculés.

La conception des circuits véhiculant les résines doit permettre de limiter les risques d'accumulation de résines pouvant entraîner la création de points de contamination dans les tuyauteries. En particulier, du fait de leur nature (billes de polymère), la vitesse de transfert des résines usées doit être suffisamment élevée afin de permettre un écoulement fluide.

Les filtres des systèmes RCV, PTR, TEP, RPE et TEU doivent être manipulables par une seule machine de manutention lors du remplacement des cartouches filtrantes. La conception de la machine de manutention doit prendre en compte les caractéristiques de ces filtres.

3. DESCRIPTION – FONCTIONNEMENT

3.1. DESCRIPTION

3.1.1. Description générale du système

3.1.1.1. Remplacement et transfert des paniers de cartouches filtrantes

Le remplacement d'une cartouche filtrante est décidé sur un seuil d'activité (débit de dose), sur perte de charge trop importante (encrassement) ou tous les 5 ans.

Le transfert des cartouches filtrantes usées du BAN vers le BTE se fait à l'aide d'une machine de manutention qui permet le déchargement du filtre usé et son remplacement par un filtre neuf dans la même opération (système à barillet). Cette machine est également utilisée pour le remplacement des

filtres usés du système TEU. Cette manutention est réalisée dans une travée commune au BAN et au BTE, l'enfûtage étant réalisé dans ce dernier.

3.1.1.2. Collecte et transfert des résines usées

Les résines actives usées RCV, TEP, PTR sont transférées via le collecteur TES vers l'un des réservoirs de stockage de résines du 8TES installés dans le BTE.

Les résines APG usées peu actives sont transférées dans un réservoir de séparation résines/eau.

Si les résines APG sont actives, elles sont transférées vers le système 8TES via le collecteur TES.

3.1.1.3. Transfert des déchets technologiques du BAN au BTE

Les déchets technologiques produits sur la tranche sont triés sur leur lieu de production par le chargé de travaux du chantier en fonction des filières d'évacuation. Ils sont mis en sacs vinyls et transportés en benne confinante du lieu de production vers un local de regroupement et de contrôle de conformité automatisé dans le BAN (□ au niveau □ m).

La vérification de la conformité des sacs se fait en deux étapes. La première étape consiste à vérifier que le débit de dose au contact du sac ne dépasse pas 2 mSv/h. Ensuite, le sac est contrôlé par imagerie rayons X afin de vérifier la nature des déchets (contrôle de la non-présence de déchets interdits).

En cas de non-conformité, le sac incriminé est mis à part (via un « éjecteur ») et trié dans une boîte à gants dédiée située dans le même local.

Après ce contrôle, les déchets peuvent finalement être transférés au système 8TES par des bennes roulantes dans le □ du BTE (niveau □ m) pour traitement (broyage et compactage notamment) et conditionnement (fût métallique ou PEHD — polyéthylène haute densité — notamment).

3.1.2. Description des matériels principaux

3.1.2.1. Matériels associés à la collecte et au transfert des résines usées

Le transfert des résines actives vers le système 8TES est assuré par le collecteur des résines RCV, PTR, TEP, ainsi que le collecteur des résines APG actives. La vitesse de transfert des résines usées est assurée par le dimensionnement du système SED.

Les résines APG peu actives sont transférées dans un réservoir de séparation eau/résines équipé de crépines haute et basse. Ce transfert est assuré par le collecteur des résines APG. Le dimensionnement du réservoir de séparation des résines APG (□ m³) est compatible avec les volumes de déchets produits annuellement (voir paragraphe 3 du sous-chapitre 11.3).

3.1.2.2. Matériels associés au transfert des filtres usés

La machine de manutention des filtres est conçue de manière :

- à assurer en permanence une protection biologique pour les intervenants,
- à récupérer les égouttures des cartouches filtrantes usées. Ces égouttures sont ensuite purgées vers le système RPE.

3.1.2.3. Matériels associés au transfert des déchets technologiques du BAN au BTE

Le local de regroupement et de contrôle des sacs de déchets technologiques est équipé :

- d'un tapis roulant orientant les sacs vers deux points de contrôle automatisés permettant la mesure du débit de dose et la vérification de la nature du déchet par rayon X,

- d'une boîte à gants dédiée au tri des sacs non conformes aux deux points de contrôle précédents.

3.1.3. Description des dispositions d'installations principales

Compte-tenu de la nature physico-chimique des résines usées, les matériaux en contact direct avec ces effluents sont en acier inoxydable.

Afin de faciliter l'écoulement des résines et éviter l'agglomération des billes de résines, les dispositions suivantes ont été prises :

- diamètre minimum des tuyauteries [],
- minimum de coudes,
- robinets à boisseau sphérique et passage intégral,
- rinçage par le circuit SED après chaque vidange de déminéraliseur.

3.2. FONCTIONNEMENT

3.2.1. Fonctionnement en régime normal de la tranche

En régime normal de la tranche, le système TES est en service. Certains équipements sont sollicités de façon intermittente en fonction de la production d'effluents par la tranche, notamment lors :

- des opérations de remplacement des filtres RCV, PTR, TEP, RPE ou TEU,
- des opérations de remplacement des résines des déminéraliseurs RCV, PTR, TEP ou APG,
- des chantiers de maintenance au cours des périodes d'arrêt de tranche.

3.2.2. Fonctionnement en régime permanent

3.2.2.1. Collecte et transfert des résines usées

Les résines usées contenues dans les déminéraliseurs de tranche (RCV, PTR, TEP) sont vidangées par l'intermédiaire d'une tuyauterie spécifique (TES collecteur raccordé au BAN EPR) en galerie BAN-BTE. Le transfert s'effectue à l'aide du système SED par pression hydraulique. D'après le retour d'expérience du Parc, la vitesse de transfert minimale doit être de [] m/s environ.

Les résines peuvent être séparées selon leur activité pour permettre la décroissance des plus radioactives.

Le transfert des résines APG usées peu actives s'effectue à l'aide du système SED par pression hydraulique dans le réservoir de séparation résines/eau. Après séparation, les résines sont conditionnées en big-bags ou en fûts PEHD par vidange gravitaire. Après un temps de séchage suffisant, les résines sont entreposées temporairement avant évacuation vers la filière agréée.

3.2.2.2. Remplacement et transfert des paniers de cartouches filtrantes

Toutes les opérations sont manuelles et commandées à distance. Le remplacement d'un filtre s'effectue grâce à trois broches de travail sur une tourelle pivotant sur le couvercle de la machine de manutention. Chaque broche est affectée à une fonction particulière :

- broche n°1 : Manœuvre du bouchon biologique,
- broche n°2 : Manipulation du filtre usagé,
- broche n°3 : Manipulation du filtre neuf.

Compte-tenu des opérations à réaliser, chaque broche doit assurer deux mouvements : une rotation et une translation. Chaque mouvement est assuré par un moteur électrique.

Le remplacement d'un filtre usé et son déchargement vers le 8TES se déroule selon les opérations suivantes :

- chargement d'un filtre neuf dans la machine de manutention,
- positionnement de la machine au-dessus du filtre usé,
- extraction du bouchon biologique au-dessus du filtre,
- déchargement du filtre usé,
- chargement du filtre neuf,
- remise en place du bouchon biologique,
- positionnement de la machine au-dessus du tube pondoir,
- extraction du bouchon biologique du tube pondoir,
- déchargement du filtre usé vers le 8TES pour enfûtage,
- remise en place du bouchon biologique du tube pondoir.

Les platelages métalliques recouvrant les bouchons biologiques sont retirés et remis en place par l'exploitant.

3.2.3. Fonctionnement en régime transitoire

Sans objet.

3.2.4. Autres régimes de fonctionnement du système

En cas de perte de la tension d'alimentation de la machine de manutention des filtres, les éléments mobiles de la machine (broches, barillet) peuvent être actionnés manuellement à l'aide de manivelles.

4. ANALYSE DE SÛRETÉ

4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION

Le système TES est conforme à la réglementation générale en vigueur (voir sous-chapitre 1.7) et ne fait pas l'objet de dérogations particulières.

4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS

4.2.1. Contrôle de la radioactivité

Sans objet.

4.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

4.2.3. Confinement des substances radioactives

En fonctionnement normal de la tranche, le confinement de la radioactivité dans l'installation est assuré par les dispositions suivantes :

- conception du système TES en acier inoxydable mécano-soudé étanche. Seuls les équipements nécessitant une maintenance sont raccordés par brides et boulonnages. Les fuites sont collectées et transférées au système de purges et événements (RPE),
- lors de la manutention des paniers de cartouches filtrantes, l'étanchéité entre l'ouverture de manutention de la machine de changement des filtres et le local est assurée par un joint gonflable. Le gonflage est obtenu grâce à une bouteille d'air comprimé. Un circuit pneumatique

permet le contrôle du gonflage à une pression définie. Le dégonflage est contrôlé par un manomètre,

- le taux de fuite global de la machine, sous une différence de pression de \square daPa, reste inférieur à $10 \text{ Nm}^3/\text{h}$,
- lors des déplacements entre locaux de la machine de manutention des filtres, un couvercle mobile hermétique intégré à la machine manoeuvré par un mât de levage ferme l'ouverture de manutention des paniers de cartouches filtrantes, afin d'assurer le confinement lors du changement du filtre usé,
- étanchéité de classe 4 de la boîte à gants de tri des déchets technologiques supérieurs à 2 mSv/h et filtres dédiés en interface avec le système de ventilation DWN.

4.2.4. Contributions indirectes à l'accomplissement des fonctions de sûreté

Sans objet.

4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION

4.3.1. Exigences issues du classement de sûreté

4.3.1.1. Classement de sûreté

Les classements des équipements du système TES jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté sont présentés dans la section 3.2.2.

4.3.1.2. Critère de Défaillance Unique (active et passive)

Sans objet.

4.3.1.3. Alimentation électrique de secours

Sans objet.

4.3.1.4. Séparation physique / géographique

Sans objet.

4.3.1.5. Qualification aux conditions accidentelles

Sans objet.

4.3.1.6. Classement ESPN, mécanique, électrique, Contrôle-Commande et sismique

La conformité des classements mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique des équipements du système TES jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté aux exigences énoncées au paragraphe 0.3 est détaillée dans la section 3.2.2.

4.3.2. Exigences réglementaires

4.3.2.1. Textes réglementaires

La conformité aux textes réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.1.1. Textes officiels

Sans objet.

4.3.2.1.2. Prescription techniques

Sans objet.

4.3.2.1.3. Réglementations internationales

Sans objet.

4.3.2.2. Textes para-réglementaires

La conformité aux textes para-réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Sans objet.

4.3.2.2.2. Directives techniques

La conformité aux directives techniques spécifiquement applicable au système, listées dans le paragraphe 0.3.2, est assurée :

- pour la section A.2.7.2, par la réduction de l'impact radiologique sur les travailleurs par l'utilisation de protections (blindages) sur la machine de changement des filtres, les bennes de transport de déchets technologiques ainsi que la boîte à gants de tri. De plus, les locaux contenant les tuyauteries de transfert des résines usées actives ne sont pas accessibles en fonctionnement normal.
- pour la section C.4.2.1, par un conditionnement adapté au type et à l'activité des déchets :
 - enfûtage simple ou multiple des filtres d'eau en coques béton C1 ou C4 (avec ajout de protection biologique si nécessaire) en fonction de la mesure d'activité et de la spectrométrie du filtre réalisées par la machine de changement des filtres ;
 - séparation des résines usées actives (RCV, PTR, TEP) conditionnées par la machine mobile MERCURE via le système 8TES (voir section 11.1.5.2) des résines inactives APG conditionnées en big-bags ou en fûts PEHD ;
 - tri des déchets technologiques suivant leur débit de dose au contact (inférieur ou supérieur à 2 mSv/h) et leur nature (compactables ou non, métalliques ou non).

4.3.2.3. Textes EPR spécifiques

Sans objet.

4.3.3. Agressions

4.3.3.1. Conformité aux exigences de protection vis-à-vis des agressions internes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions internes relève du sous-chapitre 3.4.

4.3.3.2. Conformité aux exigences de protection vis-à-vis des agressions externes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions externes relève du sous-chapitre 3.3.

4.3.4. Diversification

Sans objet.

4.3.5. Radioprotection

De façon générale, les dispositions de conception de l'installation prises pour limiter l'exposition du personnel au rayonnement et à la contamination due aux produits de fission et de corrosion activés relèvent du chapitre 12.

La conception du système TES contribue au respect de cet objectif, notamment sur les points suivants :

- la machine de manutention des filtres assure une protection radiologique pour les opérateurs de par l'épaisseur de ses enveloppes mécaniques mais également une étanchéité statique pendant toutes les opérations. Une balise KRC contrôle la radioactivité dans la travée durant toutes les opérations,
- la boîte à gants de tri est équipée des protections radiologiques nécessaires pour respecter le classement du local où elle se trouve et des locaux adjacents,
- les vannes d'isolement sur les circuits de résines sont commandées à distance.

4.3.6. Fonctionnement, maintenance et accessibilité long terme

Sans objet.

4.3.7. Système tel que réalisé

A ce stade de la fabrication, de l'installation et du déroulement des essais, aucun écart n'impacte les requis de sûreté spécifiés dans le Rapport de Sûreté.

4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

4.4.1. Essais de démarrage

L'étanchéité des enveloppes mécaniques du système TES est vérifiée dans le cadre des contrôles de fin de montage.

Par ailleurs, le système TES fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14 permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- bon fonctionnement de la machine de changement des filtres,
- transfert satisfaisant des résines usées APG et leur conditionnement en big-bag.

4.4.2. Surveillance en exploitation

La disponibilité des fonctions du système TES est surveillée dans le cadre de l'exploitation normale.

4.4.3. Essais périodiques

Sans objet.

4.4.4. Maintenance

Le système TES fait l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

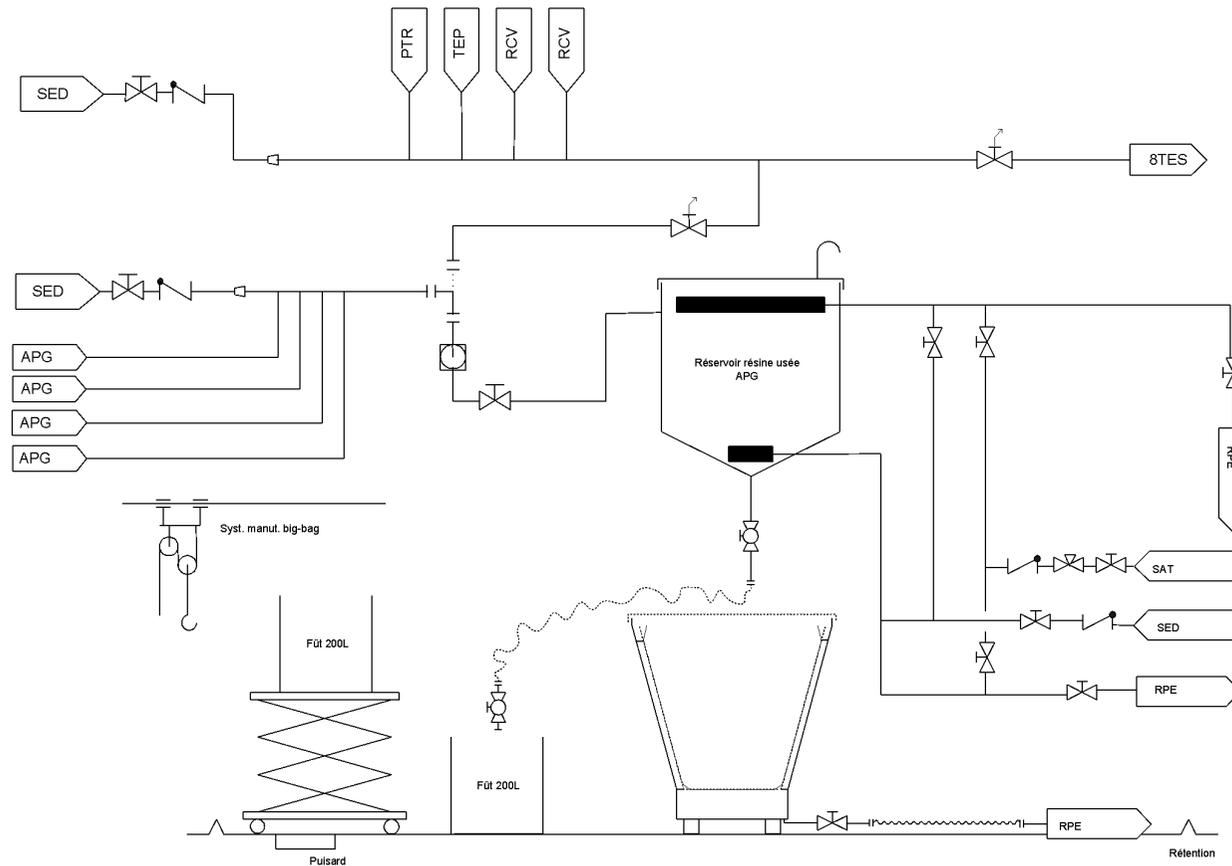
5. SCHÉMAS FONCTIONNELS

Les schémas de principe du système TES sont présentés en [FIG-11.1.5.1.1](#) à [FIG-11.1.5.1.3](#).

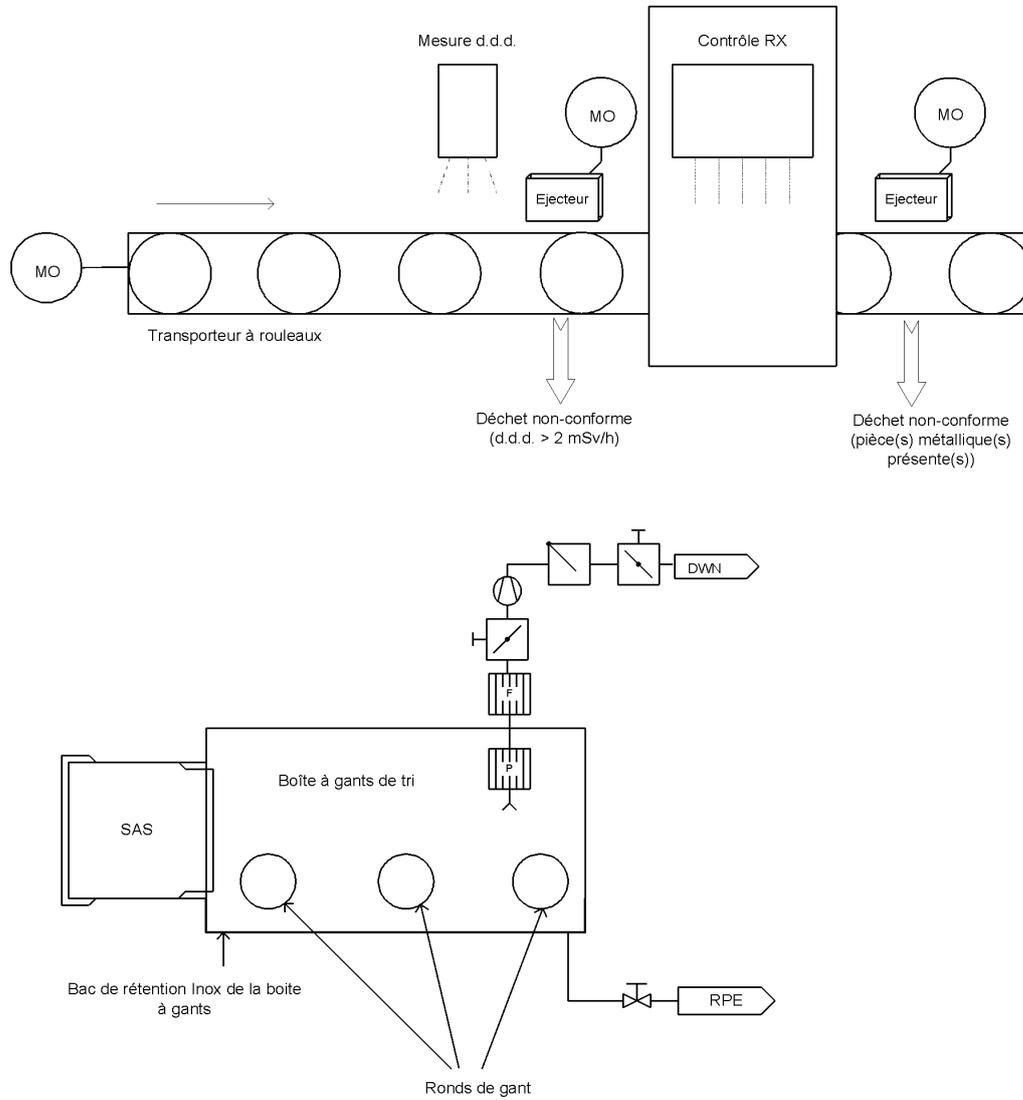
**FIG-11.1.5.1.1 SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA MACHINE DE REMPLACEMENT ET TRANSFERT DES
FILTRES USÉS (TES)**

□

FIG-11.1.5.1.2 SCHÉMA DE PRINCIPE DU SYSTÈME TES — COLLECTE ET TRANSFERT DES RÉSINES



**FIG-11.1.5.1.3 SCHÉMA DE PRINCIPE DU SYSTÈME TES –
GESTION DES DÉCHETS TECHNOLOGIQUES EN AMONT DU BTE**



SOMMAIRE

.11.1.5.2 SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS SOLIDES DU BTE (8TES)	5
0. EXIGENCES DE SÛRETÉ	5
0.1. FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	5
0.1.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	5
0.1.3. CONFINEMENT DES MATIÈRES RADIOACTIVES	5
0.1.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	5
0.1.5. CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES À LA PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS	5
0.1.6. CONTRIBUTIONS À L'ÉLIMINATION PRATIQUE	5
0.2. CRITÈRES FONCTIONNELS	5
0.2.1. CONTRÔLE DE LA RÉACTIVITÉ	5
0.2.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	5
0.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	5
0.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES AUX FONCTIONS DE SÛRETÉ	6
0.3. EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION	6
0.3.1. EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	6
0.3.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	6
0.3.3. AGRESSIONS	7
0.3.4. DIVERSIFICATION	7
0.3.5. RADIOPROTECTION	7
0.3.6. EXIGENCES LIÉES AU FONCTIONNEMENT, À LA MAINTENANCE ET À L'ACCESSIBILITÉ LONG TERME	8
0.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	8
0.4.1. ESSAIS DE DÉMARRAGE	8
0.4.2. SURVEILLANCE EN EXPLOITATION	8
0.4.3. ESSAIS PÉRIODIQUES	8
0.4.4. MAINTENANCE	8
1. RÔLE DU SYSTÈME	8

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE	8
1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC2 À PCC4, RRC-A, ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS	9
2. BASES DE CONCEPTION	9
2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT	9
2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT	9
2.3. AUTRES HYPOTHÈSES	9
3. DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT	10
3.1. DESCRIPTION	10
3.1.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME	10
3.1.2. DESCRIPTION DES MATÉRIELS PRINCIPAUX	10
3.1.3. DESCRIPTION DES DISPOSITIONS D'INSTALLATIONS PRINCIPALES	12
3.2. FONCTIONNEMENT	12
3.2.1. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME NORMAL DE LA TRANCHE	12
3.2.2. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME PERMANENT	12
3.2.3. FONCTIONNEMENT EN RÉGIME TRANSITOIRE	14
3.2.4. AUTRES RÉGIMES DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME	15
4. ANALYSE DE SÛRETÉ	15
4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION	15
4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS	15
4.2.1. CONTRÔLE DE LA RADIOACTIVITÉ	15
4.2.2. EVACUATION DE LA PUISSANCE RÉSIDUELLE	15
4.2.3. CONFINEMENT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES	15
4.2.4. CONTRIBUTIONS INDIRECTES À L'ACCOMPLISSEMENT DES FONCTIONS DE SÛRETÉ	15
4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION	15
4.3.1. EXIGENCES ISSUES DU CLASSEMENT DE SÛRETÉ	15
4.3.2. EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES	16
4.3.3. AGRESSIONS	17
4.3.4. DIVERSIFICATION	17
4.3.5. RADIOPROTECTION	17

4.3.6. FONCTIONNEMENT, MAINTENANCE ET ACCESSIBILITÉ LONG	
TERME	18
4.3.7. SYSTÈME TEL QUE RÉALISÉ	18
4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE	18
4.4.1. ESSAIS DE DÉMARRAGE	18
4.4.2. SURVEILLANCE EN EXPLOITATION	19
4.4.3. ESSAIS PÉRIODIQUES	19
4.4.4. MAINTENANCE	19
5. SCHÉMAS FONCTIONNELS	19

TABLEAUX :**TAB-11.1.5.2.1 CONTENEURS 20****FIGURES :****FIG-11.1.5.2.1 SYNOPTIQUE DE CONDITIONNEMENT DES RÉSINES
ACTIVES 21**
**FIG-11.1.5.2.2 SYNOPTIQUE DE CONDITIONNEMENT DES
CONCENTRATS 22**
**FIG-11.1.5.2.3 SYNOPTIQUE DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS
TECHNOLOGIQUES..... 23**
**FIG-11.1.5.2.4 SYNOPTIQUE DE CONDITIONNEMENT DES FILTRES
D'EAU 24**
**FIG-11.1.5.2.5 SCHÉMA DE PRINCIPE DU SYSTÈME 8TES – GESTION DES
CONCENTRATS D'ÉVAPORATEUR 25**
**FIG-11.1.5.2.6 SCHÉMA DE PRINCIPE DU SYSTÈME 8TES – GESTION DES
RÉSINES 26**

.11.1.5.2 SYSTÈME DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS SOLIDES DU BTE (8TES)

0. EXIGENCES DE SÛRETÉ

0.1. FONCTIONS DE SÛRETÉ

0.1.1. Contrôle de la réactivité

Le système 8TES ne contribue pas directement au contrôle de la réactivité.

0.1.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Le système 8TES ne contribue pas directement à l'évacuation de la puissance résiduelle.

0.1.3. Confinement des matières radioactives

Le système 8TES véhicule des substances radioactives.

A ce titre, il doit contribuer :

- au confinement de ces substances vis à vis de l'environnement dans sa globalité et du public,
- au contrôle de la radioactivité en fonctionnement normal.

0.1.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.1.5. Contributions spécifiques à la protection contre les agressions

Le système ne contribue pas spécifiquement à la protection contre les agressions.

0.1.6. Contributions à l'élimination pratique

Le système ne contribue pas directement à l'élimination pratique.

0.2. CRITÈRES FONCTIONNELS

Au titre de ses contributions à l'accomplissement des fonctions de sûreté, le système doit satisfaire les critères fonctionnels suivants :

0.2.1. Contrôle de la réactivité

Sans objet.

0.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

0.2.3. Confinement des substances radioactives

Le système 8TES doit permettre :

- de confiner les substances radioactives et prévenir le risque de fuite,
- de prévenir le débordement d'effluents radioactifs en fonctionnement normal.

Cette exigence doit notamment se traduire par :

- une exigence d'étanchéité des enveloppes mécaniques des circuits fluides et d'opérabilité de certains organes d'isolement au titre de la prévention des débordements des bâches de stockage,
- un conditionnement des effluents et déchets solides répondant aux exigences réglementaires.

0.2.4. Contributions indirectes aux fonctions de sûreté

Sans objet.

0.3. EXIGENCES RELATIVES À LA CONCEPTION

0.3.1. Exigences issues du classement de sûreté

0.3.1.1. Classement de sûreté

Les parties du système 8TES jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté doivent faire l'objet d'un classement de sûreté conformément aux règles de classement indiquées à la section 3.2.1.

0.3.1.2. Critère de Défaillance Unique (active et passive)

Compte tenu de son classement F2, le système 8TES n'est pas redevable de l'application du critère de défaillance unique.

0.3.1.3. Alimentation électrique de secours

Le système 8TES ne fait pas l'objet d'une exigence d'alimentation électrique secourue.

0.3.1.4. Séparation physique / géographique

Compte tenu de son classement F2, le système ne fait pas l'objet d'une exigence de séparation physique/géographique.

0.3.1.5. Qualification aux conditions accidentelles

Les équipements classés du système 8TES ne font pas l'objet d'une exigence de qualification aux conditions accidentelles car ils ne sont pas soumis à des conditions d'ambiance dégradée dans l'exercice de leurs missions de sûreté.

0.3.1.6. Classement ESPN, mécanique, électrique, Contrôle-Commande et sismique

Les équipements du système TES redevables d'un classement mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique doivent être classés conformément aux règles de classement présentées dans la section 3.2.1.

Le système 8TES n'est pas concerné par le classement ESPN car la pression et la température de dimensionnement des réservoirs 8TES sont inférieures aux seuils de classement ESPN.

0.3.2. Exigences réglementaires

0.3.2.1. Textes réglementaires

L'ensemble des exigences issues des textes réglementaires est présenté dans la section 1.7.0 du Rapport de Sûreté.

0.3.2.1.1. Textes officiels

Le système 8TES n'est pas concerné spécifiquement par un texte officiel.

0.3.2.1.2. Prescriptions techniques

Le système 8TES n'est pas concerné par une prescription technique spécifique.

0.3.2.1.3. Réglementations internationales

Le système 8TES n'est pas concerné par une réglementation internationale spécifique.

0.3.2.2. Textes para-réglementaires

Le système 8TES n'est pas concerné par un texte para-réglementaire spécifique.

0.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Le système 8TES n'est pas concerné par une règle fondamentale de sûreté spécifique.

0.3.2.2.2. Directives techniques

Le système 8TES est concerné par les sections suivantes des Directives Techniques (voir paragraphe 3.1 de la section 1.7.0) :

- Section A.2.7.2 - Effluents radioactifs et déchets, sur les aspects suivants :
 - “Des dispositions de conception doivent être prises pour réduire encore l'activité et le volume des matières radioactives à évacuer de la tranche en tant que déchets” ;
 - “les doses pour les personnes du public provenant des rejets, les expositions des travailleurs et les doses causées par les déchets doivent être considérées dans le processus d'optimisation”.
- Section C.4.2.1 - Réduction des déchets et démantèlement, sur l'aspect suivant : “Le concepteur doit préciser comment il prendra en compte l'objectif de réduction des effluents et des déchets radioactifs indiqué au paragraphe A.2.7.2 dans le cadre d'un processus d'optimisation. Ceci implique une évaluation détaillée du retour d'expérience existant. Les points suivants doivent notamment être traités : [...] les procédés de traitement des [...] déchets radioactifs solides en fonction des caractéristiques des différents types d'effluents et de déchets”.

0.3.2.3. Textes EPR spécifiques

Le système 8TES n'est pas concerné par un texte spécifique EPR.

0.3.3. Agressions**0.3.3.1. Exigences — protection vis-à-vis des agressions internes**

Les fonctions du système 8TES doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions internes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.4.

0.3.3.2. Exigences — protection vis-à-vis des agressions externes

Les fonctions du système 8TES doivent être protégées vis-à-vis des conséquences des agressions externes si leur perte remet en cause l'atteinte des objectifs de sûreté du sous-chapitre 3.3.

0.3.4. Diversification

Le système 8TES ne fait pas l'objet d'une exigence de diversification.

0.3.5. Radioprotection

Le système doit être conçu pour limiter l'exposition du personnel au rayonnement et à la contamination dus aux produits de fission et aux produits de corrosion activés contenus dans les déchets solides qu'il véhicule (concentrats d'évaporateur TEU, résines échangeuses d'ions, filtres d'eau, déchets technologiques de débit de dose supérieur à 2 mSv/h, boues).

0.3.6. Exigences liées au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme

Le système TES n'est pas concerné par une exigence liée au fonctionnement, à la maintenance et à l'accessibilité long terme dans la gestion long terme après accident.

0.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

0.4.1. Essais de démarrage

Le système 8TES doit être conçu pour permettre la réalisation d'essais de démarrage permettant de s'assurer de sa conception adéquate et de ses performances, et notamment du respect des critères fonctionnels qui lui sont assignés au paragraphe 0.2.

0.4.2. Surveillance en Exploitation

Le système 8TES doit être conçu pour permettre une surveillance en exploitation normale des caractéristiques du système nécessaires à l'accomplissement de ses missions de sûreté afin de s'assurer le bon comportement de ses composants et leurs disponibilité en fonctionnement normal, incidentel et accidentel.

0.4.3. Essais Périodiques

Les parties classées du système 8TES doivent être conçues pour permettre la réalisation d'essais périodiques conformément aux règles définies dans le chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation.

0.4.4. Maintenance

Le système 8TES doit être conçu pour permettre la mise en œuvre d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

1. RÔLE DU SYSTÈME

Le système 8TES assure les fonctions opérationnelles suivantes dans les différentes conditions de fonctionnement de l'installation dans lesquelles il est sollicité :

1.1. RÔLE DU SYSTÈME PENDANT L'EXPLOITATION NORMALE DE LA TRANCHE

Le système 8TES est installé dans le BTE. Il est associé au système TES (voir section 11.1.5.1).

Le système de traitement des effluents solides 8TES conditionne les différents déchets faiblement actifs (FA) et très faiblement actifs (TFA). L'aire d'entreposage TFA ne fait pas partie du système 8TES, elle est mutualisée pour l'ensemble du site.

L'installation 8TES assure les fonctions suivantes :

- Collecte sélective de tous les effluents solides radioactifs produits par la tranche EPR :
 - résines usées,
 - concentrats d'évaporateur,
 - cartouches filtrantes usées,
- Stockage tampon des déchets (fûts métalliques, fûts polyéthylène haute densité - PEHD - caissons),
- Conditionnement des déchets solides pour évacuation hors site (filtres, concentrats, déchets technologiques, boues),
- Stockage intermédiaire de conteneurs de déchets vides et pleins.

1.2. RÔLE DU SYSTÈME DANS DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PCC2 À PCC4, RRC-A, ACCIDENT GRAVE ET SITUATIONS AGRESSIONS

Le système 8TES n'a pas de rôle opérationnel dans les conditions de fonctionnement PCC-2 à PCC-4, RRC-A, situations d'accident grave et d'agression.

2. BASES DE CONCEPTION**2.1. HYPOTHÈSES GÉNÉRALES DE FONCTIONNEMENT**

Le système 8TES doit permettre de conditionner tous les déchets solides (hors résines actives) dans des fûts ou conteneurs de manière à ce que leur évacuation du site vers un centre de stockage définitif agréé ou vers une autre filière de traitement (CENTRACO par exemple) soit compatible avec :

- la réglementation sur le transport des matières radioactives, comme stipulé dans l'arrêté relatif au transport des matières radioactives,
- les spécifications requises par l'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs).

Les déchets solides à traiter par le 8TES sont :

- les concentrats d'évaporation du système TEU,
- les résines actives contenues dans les déminéraliseurs des systèmes RCV, PTR, TEP, TEU et APG si nécessaire,
- les paniers des cartouches filtrantes des circuits de liquides radioactifs RCV, PTR, TEP, RPE, TEU,
- les déchets technologiques et les déchets de procédé faiblement actifs (activité inférieure à 2 mSv/h au contact) produits (papiers, chiffons, vinyls, charbons usés de pièges à iode, filtre d'air et filtres d'eau notamment),
- les déchets technologiques d'activité supérieure à 2 mSv/h au contact,
- à terme, les boues radioactives issues des nettoyages des puisards et des fonds de réservoirs. Le système 8TES sera modifié après le démarrage de la centrale afin de permettre le conditionnement de ces déchets.

Les installations de collecte, stockage et conditionnement du système 8TES sont dimensionnées pour le traitement des effluents solides produits par deux tranches EPR.

Les quantités annuelles de déchets nucléaires, hors combustible et conventionnels qui ne sont pas traités par le 8TES, sont présentés dans le paragraphe 3 du sous-chapitre 11.3.

2.2. HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT

Sans objet.

2.3. AUTRES HYPOTHÈSES

Les matériaux du système 8TES sont choisis conformément aux caractéristiques des fluides véhiculés.

La conception des circuits véhiculant les résines doit permettre de limiter les risques d'accumulation de résines pouvant entraîner la création de points de contamination dans les tuyauteries. En particulier, du fait de leur nature (billes de polymère), la vitesse de transfert des résines usées doit être suffisamment élevée afin de permettre un écoulement fluide.

3. DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT

Les figures [FIG-11.1.5.2.1](#) à [FIG-11.1.5.2.4](#) donnent les synoptiques de conditionnement des différents types de déchets solides considérés.

3.1. DESCRIPTION

3.1.1. Description générale du système

Le stockage et le conditionnement de l'ensemble des effluents solides s'effectuent dans le bâtiment de traitement des effluents (BTE). Les fonctions suivantes sont également assurées :

- salle de commande,
- pupitre de commande de la cellule d'enfûtage,
- fabrication du béton,
- bouchage béton des coques,
- stockage des conteneurs vides et pleins,
- accueil des différents moyens mobiles de traitement du Parc.

Les résines (sauf les résines APG inactives ou d'activité inférieure au seuil d'enrobage) sont transférées au BTE par la galerie BAN-BTE vers les réservoirs de stockage. La vitesse de transfert des résines usées est assurée par le dimensionnement du système SED.

Les concentrats sont produits par l'évaporateur du système TEU dans le BTE.

Le dimensionnement des réservoirs de stockage des concentrats et des résines usées est compatible avec les volumes de déchets produits annuellement (voir paragraphe 3 du sous-chapitre 11.3).

Les filtres d'eau du BAN et du BTE sont directement transférés dans un conteneur béton pour enfûtage par un tube pondeur commun au BTE et au BAN tranche 3.

Les déchets technologiques sont produits sur les chantiers nucléaires et acheminés en sacs vinyls vers le BTE. Avant leur entrée dans le BTE, les sacs sont contrôlés (débit de dose et rayons X) pour vérification de leur conformité et triés en boîte à gants si nécessaire. Après ce contrôle, les déchets sont transférés au système 8TES (voir section 11.1.5.1) pour traitement (broyage et compactage notamment) et conditionnement (en fûts métalliques ou PEHD notamment).

Les boues sont issues du nettoyage des puisards et des fonds de réservoirs lors des opérations de maintenance en arrêt de tranche.

Les caractéristiques des conteneurs sont données dans le tableau [TAB-11.1.5.2.1](#).

3.1.2. Description des matériels principaux

3.1.2.1. Matériels associés à la gestion des résines usées

Le système de collecte, stockage et traitement des résines usées comporte :

- réservoirs munis de crépines hautes et basses pour l'évacuation de l'eau de transfert,
- servant au transfert des résines d'une bache à l'autre et à la vidange des réservoirs.

Une unité mobile d'enrobage (procédé) commune à toutes les tranches du Parc est utilisée pour le conditionnement des résines en coques béton C1. Elle est située en zone contrôlée et est reliée aux installations fixes du 8TES par des flexibles. Elle est équipée en résines usées une trémie permettant la pesée et le déversement de celles-ci directement dans la coque béton. Cette trémie est équipée d'une mesure d'activité par spectrométrie gamma.

La machine [] a une conception de type « tunnel ouvert » et comprend :

- un poste de chargement et d'identification des coques,
- un poste de pesage des coques,
- un poste de réalisation de l'enrobé, de dépose et de repose du couvercle en acier,
- un poste où est réalisée l'étanchéité du couvercle (soudage à froid sur la virole) et le déchargement des coques.

La machine est également reliée par des flexibles à une citerne mobile située à l'extérieur du bâtiment et servant au stockage de la résine époxy et du durcisseur.

3.1.2.2. Matériels associés à la gestion des concentrats d'évaporateur

Le système de collecte, stockage et traitement des concentrats d'évaporateur comporte :

- [] réservoirs de stockage,
- [] au transfert des concentrats d'une bache à l'autre, au brassage des réservoirs, à l'échantillonnage des concentrats et à la vidange des réservoirs.

Des citernes mobiles communes à toutes les tranches du Parc sont utilisées pour l'évacuation des concentrats vers Centraco.

3.1.2.3. Matériels associés au conditionnement des filtres usés, déchets technologiques de débit de dose > 2mSv/h et boues

Les filtres usés de la tranche et du système TEU sont acheminés par la machine de manutention du système TES au-dessus d'un tube pondoir qui aboutit dans la cellule d'enfûtage. Le filtre descend à l'intérieur du tube pondoir et est déposé dans une coque béton en vue de son conditionnement.

La formulation de blocage (appelée F37) est utilisée pour le procédé de blocage des filtres usés. Le mortier est déversé gravitairement dans le conteneur par l'intermédiaire d'une goulotte vibrée. Le conteneur est ensuite envoyé dans [] pour séchage.

Après la période de séchage, les coques sont bouchées avec un béton (de formulation F44) dont la composition et les caractéristiques sont identiques à celles du conteneur.

Les déchets technologiques issus du système TES dont le débit de dose est supérieur à 2 mSv/h sont conditionnés dans des coques béton selon le même principe que les filtres usés (enfûtés, bloqués, bouchés, entreposés).

Les boues issues du nettoyage des puisards et fonds de réservoirs seront préalablement collectées ou déversées dans une coque béton C1 ou C4 en fonction de leur activité. Celle-ci sera équipée d'une pale perdue qui permettra le mélange entre les boues et la charge sèche, et d'un dispositif filtrant (de type tamis) afin de retirer les corps étrangers potentiellement présents dans les boues.

Après décantation des boues dans la coque, le surnageant sera éliminé de la coque et évacué vers RPE. Plusieurs cycles de décantation pourront s'avérer nécessaires. La coque sera ensuite introduite dans la cellule d'enfûtage directement au poste de blocage des boues, situé entre le poste d'enfûtage et le poste de blocage béton. La formulation de blocage des boues diffère de celle des filtres d'eau et des déchets technologiques (utilisation de charge sèche à base de chaux). L'envoi de la charge sèche dans la coque s'effectuera grâce à une goulotte additionnelle du malaxeur à béton. Un dispositif semi-mobile équipé d'un moteur permettra le mélange des boues et de la charge sèche dans la coque à l'aide de la pale perdue. Une fois le mélange réalisé conformément à l'agrément Andra, la coque sera envoyée dans [] pour séchage avant bouchage.

3.1.2.4. Matériels associés au conditionnement des déchets technologiques faiblement actifs

Dans un premier temps, ils sont conditionnés dans des sacs en vinyle étanches et stockés provisoirement dans le BAN ou le BTE. Ils sont ensuite triés, broyés ou compactés puis conditionnés dans des fûts métalliques ou en PEHD de 200 L. Le compactage et le broyage se font dans le BTE.

3.1.3. Description des dispositions d'installations principales

Afin de faciliter l'écoulement et éviter l'agglomération des résines ou des bouchons de concentrats, les dispositions suivantes ont été prises :

- diamètre minimum des tuyauteries 100 mm (sauf au niveau des raccordements des unités mobiles 100 mm),
- minimum de coudes,
- robinets à boisseau sphérique et passage intégral,
- arrivée d'un piquage SED sur le collecteur tangentiel,
- rinçage par le système SED du collecteur après chaque vidange de déminéraliseur ou après chaque transfert de concentrat.

Les concentrats proviennent de l'évaporateur TEU où ils sont neutralisés avec de la soude en respectant les rapports molaire entre la soude et le bore compris entre 1 et 1,5. Dans ces conditions, la température de cristallisation des concentrats est inférieure à 10 °C. Pour éviter tout risque de cristallisation, les réservoirs et les canalisations transportant des concentrats sont donc calorifugés et tracés afin d'assurer leur maintien en température. Le traçage est secouru électriquement.

3.2. FONCTIONNEMENT

3.2.1. Fonctionnement en régime normal de la tranche

En régime normal de la tranche, le système 8TES est en service. Certains équipements sont sollicités de façon intermittente en fonction de la production d'effluents par la tranche, notamment lors des opérations :

- de remplacement des filtres RCV, PTR, TEP, RPE ou TEU par le système TES,
- de remplacement des résines des déminéraliseurs RCV, PTR, TEP, TEU ou APG si nécessaire,
- de transfert des concentrats d'évaporation depuis le système TEU,
- de transfert des déchets technologiques depuis le BAN par le système TES,
- de nettoyage des puisards et fonds de réservoirs de la tranche.

3.2.2. Fonctionnement en régime permanent

3.2.2.1. Stockage des résines actives

Les résines sont évacuées des déminéraliseurs par chasse hydraulique (pression SED), puis acheminées par des collecteurs vers des réservoirs de stockage permettant éventuellement la répartition des résines suivant leur activité volumique et la décroissance radioactive des résines les plus actives. D'après le retour d'expérience du Parc, la vitesse de transfert minimale doit être de 0,5 m/s environ.

Le niveau d'eau dans les réservoirs est maintenu au-dessus du niveau des résines pour éviter leur tassage et séchage

Durant les périodes inter-campagnes d'évacuation, les réservoirs de résines sont périodiquement détassés afin d'éviter des colmatages. Les crépines des réservoirs font également l'objet d'un nettoyage périodique à l'air et à l'eau.

3.2.2.2. Stockage des concentrats

Les concentrats d'évaporation provenant de l'évaporateur TEU sont collectés par mise en pression de l'évaporateur à l'aide de l'air du système SAT puis temporairement stockés dans l'un des ☐ réservoirs de stockage.

Pour éviter la stratification et la cristallisation des concentrats, les réservoirs doivent être périodiquement brassés à l'air.

3.2.2.3. Conditionnement des paniers de cartouches filtrantes

Les coques béton sont introduites, avant remplissage, dans la cellule d'enfûtage à l'aide d'un chariot motorisé depuis ☐. Le déplacement du chariot est télécommandé. Les arrêts sur les positions présélectionnées sont automatiques, ces positions étant déterminées par les différents postes. Les cartouches filtrantes usées sont amenées du couloir du BAN par la machine de chargement/déchargement (système TES) et directement disposées dans une coque via un tube pondoir. Dans le cas de filtres particulièrement actifs, la mise en place d'une protection biologique complémentaire dans le conteneur peut être nécessaire pour respecter la réglementation.

Dans le cas d'un enfûtage multiple (mise en place de ☐ filtres dans une coque C1), après l'enfûtage du premier filtre, un couvercle de protection provisoire est vissé sur la coque avant sa sortie de la cellule d'enfûtage. Dans ☐, la coque est tournée de ☐ ° à l'aide du pont de manutention du local. La présence de détrompeurs sur la nacelle du chariot permet d'assurer le bon positionnement de la coque. Celle-ci est ensuite réintroduite dans la cellule d'enfûtage, le couvercle provisoire est dévissé et déposé, puis la coque est placée à l'aplomb du tube pondoir. Ces opérations sont répétées pour le ☐.

Le blocage des coques s'effectue par campagne dans la cellule d'enfûtage. Lorsque les coques contenant les cartouches filtrantes usées ne sont pas bloquées dans la continuité du transfert depuis le tube pondoir, elles sont fermées à l'aide d'un couvercle provisoire et mises en attente dans ☐ (regroupement des opérations de remplissage en béton).

La coque bloquée est ensuite transférée dans ☐ du BTE pour séchage, étape pendant laquelle le colis ne doit pas être déplacé.

Le bouchage des coques est réalisé dans ☐.

Après bouchage, les coques sont stockées provisoirement dans ☐ du BTE avant envoi au centre de stockage final de l'Andra.

Toutes les opérations sont effectuées manuellement à distance.

Lors des opérations d'enfûtage des filtres et de blocage des coques, la cellule d'enfûtage est inaccessible au personnel.

3.2.2.4. Conditionnement des déchets technologiques actifs et des boues

Les déchets technologiques actifs (débit de dose supérieur à 2 mSv/h) sont introduits au préalable dans une coque béton adéquate (C1 ou C4, avec protection biologique additionnelle si nécessaire) équipée d'un couvercle provisoire, ou bien transférés directement par le tube pondoir dans la coque béton lorsque celle-ci est au poste d'enfûtage. Le blocage des coques s'effectue de manière similaire à celle décrite au paragraphe 3.2.2.3.

Les boues seront collectées ou transférées dans une coque béton équipée d'une pale perdue.

Après extraction des corps étrangers et du surnageant, la coque sera introduite dans la cellule d'enfûtage au poste de blocage des boues afin d'effectuer le mélange entre les boues et la charge sèche, conformément à l'agrément Andra. Une fois le blocage effectué, la coque sera envoyée dans ☐ pour séchage avant bouchage.

3.2.2.5. Déchets technologiques faiblement actifs

Après contrôle de conformité dans le [] du BAN (niveau [] m) (voir section 11.1.5.1), les sacs de déchets technologiques compactables sont transférés via des bennes roulant dans le [] du BTE (niveau [] m). Les bennes sont retournées de manière à faire descendre gravitairement les sacs dans un réceptacle situé dans le local [] (niveau [] m) près de la presse à compacter. Les sacs sont compactés par la presse dans des fûts métalliques ou en PEHD de [] L.

Les déchets technologiques non compactables sont acheminés dans le [] afin d'y être broyés. En sortie de broyeur au niveau inférieur ([]), les déchets sont conditionnés en fûts métalliques ou PEHD.

Les fûts de déchets compactés ou broyés sont transférés vers la zone de finition ([]) où sont effectués le sertissage et serrage des couvercles, le pesage, l'étiquetage et le contrôle du débit de dose des fûts. Les fûts sont stockés provisoirement dans des conteneurs [] dans le [] du BTE avant expédition.

3.2.2.6. Stockage et évacuation hors du site des colis finis

Les colis de déchets bloqués non bouchés sont stockés dans [] (notamment campagne []) entre 2 campagnes de bouchage.

Les colis bouchés sont stockés provisoirement dans le [] avant envoi vers un lieu de stockage agréé.

3.2.3. Fonctionnement en régime transitoire

3.2.3.1. Conditionnement des résines actives

Le conditionnement et l'enfûtage des résines actives sont réalisés dans une station mobile de traitement se déplaçant de site en site. Cette machine est l'unité mobile d'enrobage [] mise au point par [] selon un procédé CEA – Technicatome.

Le procédé [] mélange les résines avec un polymère époxy à l'intérieur du conteneur béton. Le polymère époxy est durci lors du procédé de polymérisation (utilisation d'un durcisseur).

Le relevage des résines des réservoirs 8TES vers la station mobile se fait par pompage.

L'évacuation de ces résines vers la machine d'enrobage [] et leur traitement se fait de la façon suivante :

- Homogénéisation de la bache de stockage au niveau granulométrique et radiologique en faisant circuler les résines en circuit fermé grâce à la pompe du système 8TES,
- Transfert sous eau des résines vers la trémie doseuse par l'intermédiaire de la même pompe,
- Essorage des résines dans la trémie doseuse par un système de crépines,
- Les résines sont introduites dans le colis en béton après l'addition de la résine et du durcisseur. Le tout est mélangé par un malaxeur à pales perdues,
- Pose d'un bouchon métallique.

Le séchage est réalisé dans le [], puis le bouchage dans [].

3.2.3.2. Conditionnement des concentrats

La filière de traitement est le transport en bache mobile vers Centraco pour incinération.

Dans le cadre de ces évacuations vers Centraco, les réservoirs sont brassés puis échantillonnés en boîte à gant par le système TEN.

Le relevage des concentrats des réservoirs vers la bache mobile se fait par pompage.

3.2.4. Autres régimes de fonctionnement du système

Sans objet.

4. ANALYSE DE SÛRETÉ

4.1. CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION

Le système 8TES est conforme à la réglementation générale en vigueur (voir sous-chapitre 1.7) et ne fait pas l'objet de dérogations particulières.

4.2. RESPECT DES CRITÈRES FONCTIONNELS

4.2.1. Contrôle de la radioactivité

Sans objet.

4.2.2. Evacuation de la puissance résiduelle

Sans objet.

4.2.3. Confinement des substances radioactives

En fonctionnement normal de la tranche, le confinement de la radioactivité dans l'installation est assuré par les dispositions suivantes :

- conception du système 8TES en acier inoxydable mécano-soudé étanche. Seuls les équipements nécessitant une maintenance sont raccordés par brides et boulonnages. Les fuites sont collectées et transférées au système de purges et événements (RPE),
- presse raccordée à la ventilation DWQ (voir section 9.4.13) avec un filtre dédié,
- broyeur raccordé à la ventilation DWQ (voir section 9.4.13) avec un filtre dédié,
- bâches de concentrats équipées d'une soupape raccordée à la ventilation DWQ (voir section 9.4.13),
- implantation des réservoirs de stockage de concentrats et de résines dans des locaux faisant office de rétention. Le volume de rétention du [] est de [] m³, soit [] % de la capacité totale des bâches ([] m³). Le volume de rétention commun aux [] est de [] m³, soit plus de [] % de la capacité totale des bâches ([] m³).

Par ailleurs, la prévention du débordement d'effluents radioactifs dans l'installation est assurée par la fermeture automatique des vannes d'admission des concentrats sur niveau très haut des bâches de stockage.

4.2.4. Contributions indirectes à l'accomplissement des fonctions de sûreté

Sans objet.

4.3. CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DE CONCEPTION

4.3.1. Exigences issues du classement de sûreté

4.3.1.1. Classement de sûreté

Les classements des équipements du système 8TES jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté sont présentés dans la section 3.2.2.

4.3.1.2. Critère de Défaillance Unique (active et passive)

Sans objet.

4.3.1.3. Alimentation électrique de secours

Sans objet.

4.3.1.4. Séparation physique / géographique

Sans objet.

4.3.1.5. Qualification aux conditions de fonctionnement accidentelles

Sans objet.

4.3.1.6. Classement ESPN, mécanique, électrique, Contrôle-Commande et sismique

La conformité des classements mécanique, électrique, contrôle-commande et sismique des équipements du système 8TES jouant un rôle vis-à-vis de la sûreté aux exigences énoncées au paragraphe 0.3 est détaillée dans la section 3.2.2.

La conformité du classement ESPN des équipements du système 8TES aux exigences énoncées au paragraphe 0.3 est détaillée dans la section 3.2.2.

4.3.2. Exigences réglementaires**4.3.2.1. Textes réglementaires****4.3.2.1.1. Textes officiels**

Sans objet.

4.3.2.1.2. Prescription techniques

Sans objet.

4.3.2.1.3. Réglementations internationales

Sans objet.

4.3.2.2. Textes para-réglementaires

La conformité aux textes para-réglementaires est portée de manière générale par la section 1.7.1 du Rapport de Sûreté.

4.3.2.2.1. Règles fondamentales de sûreté

Sans objet.

4.3.2.2.2. Directives techniques

La conformité aux directives techniques spécifiquement applicables au système, listées dans le paragraphe 0.3.2, est assurée :

- pour la section A.2.7.2, par la réduction de l'impact radiologique sur les travailleurs :
 - non accessibilité des [] TEU et des résines usées en fonctionnement normal [],
 - non accessibilité du [] lors d'une campagne de conditionnement des résines usées et de la cellule d'enfûtage lors d'un enfûtage et/ou blocage béton en coque C1 ou C4 ([]),
 - utilisation de vannes à commande déportée pour l'orientation des concentrats et des résines vers leur moyen mobile de conditionnement,

- utilisation de verre au plomb à semi-atténuation ainsi que de caméras pour visualiser les opérations réalisées dans la cellule d'enfûtage à partir d'une salle de commande adjacente,
- pour la section C.4.2.1, par un conditionnement adapté au type et à l'activité des déchets :
 - enfûtage simple ou multiple des filtres d'eau en coques béton C1 ou C4 (avec ajout de protection biologique si nécessaire) en fonction de la mesure d'activité du filtre réalisée par la machine de changement des filtres,
 - conditionnement des déchets technologiques en fûts métalliques ou PEHD ou en coque béton suivant leur débit de dose au contact (respectivement inférieur ou supérieur à 2 mSv/h) et leur nature (compactables ou non, métalliques ou non).

4.3.2.3. Textes EPR spécifiques

Sans objet.

4.3.3. Agressions

4.3.3.1. Conformité aux exigences de protection vis-à-vis des agressions internes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions internes relève du sous-chapitre 3.4.

4.3.3.2. Conformité aux exigences de protection vis-à-vis des agressions externes

La démonstration de la robustesse de l'installation aux agressions externes relève du sous-chapitre 3.3.

4.3.4. Diversification

Sans objet.

4.3.5. Radioprotection

De façon générale, les dispositions de conception de l'installation prises pour limiter l'exposition du personnel au rayonnement et à la contamination due aux produits de fission et de corrosion activés relèvent du chapitre 12.

La conception du système 8TES contribue au respect de cet objectif, notamment sur les points suivants :

4.3.5.1. Installation fixes

Les équipements contenant des substances radioactives sont entourés de protections biologiques. Les commandes sont reportées derrière les protections (murs en béton, hublots en verre plombé).

L'accès à la cellule d'enfûtage est interdit lors des opérations d'enfûtage. Des portes blindées verrouillées assurent la fermeture du local. Les postes de commande sont installés derrière une protection biologique ou éloignés et regroupent l'ensemble des commandes nécessaires à l'enfûtage des filtres, à la manutention des coques ainsi qu'à la surveillance des opérations.

La ventilation des locaux assure le confinement de la contamination des zones les plus contaminables (II).

La presse à compacter est installée dans un local particulier et la ventilation de la hotte est reprise par le système DWQ avec un filtre dédié. La presse servant à ce compactage est équipée d'une hotte d'aspiration pour éviter la dissémination des poussières dans le local et d'une jupe qui s'introduit dans le fut afin de ne pas déformer ce dernier. La descente du vérin de compactage est conjuguée à celle de la hotte reliée à l'aspiration des ventilateurs du système de ventilation du local. L'étanchéité hotte-

fût ne nécessite pas l'adjonction d'équipements complémentaires et permet d'éviter la contamination du local par des poussières.

Le broyeur est raccordé à la ventilation DWQ avec un filtre dédié afin d'éviter la dissémination de matières radioactives dans le local où il est installé.

4.3.5.2. Transfert des concentrats d'évaporation vers le camion citerne

L'opération de transfert des concentrats du 8TES vers la citerne est pilotée depuis la salle de commande du BTE. Cette opération peut être réalisée soit par une commande automatique qui provoque l'ouverture des vannes pneumatiques de vidange, soit manuellement en commandant individuellement chacune de ces vannes. Les commandes sont reportées derrière des protections biologiques.

L'interruption de la vidange est possible à tout moment depuis la salle de commande du BTE.

Par ailleurs, les principaux paramètres d'état du système (niveau des bâches et position des actionneurs notamment) sont disponibles en salle de commande du BTE ce qui permet un suivi précis de l'opération de vidange des bâches.

4.3.5.3. Conditionnement des résines par l'unité mobile d'enrobage des résines (UME)

En vue de réduire les doses intégrées à un niveau compatible avec le classement du local d'accueil de l'unité mobile d'enrobage des résines, les dispositions suivantes ont été prises :

- mise en place de protections biologiques autour des appareils contenant des produits radioactifs,
- le pupitre de commande de l'UME est reporté à l'extérieur du □.

De ce fait, le débit de dose intégré par les opérateurs au cours de l'exploitation normale de l'installation est significativement réduit. La conduite automatisée à distance est rendue possible par un ensemble de capteurs (caméra, sonde de niveau, pesée) donnant à l'opérateur tous les paramètres nécessaires à la bonne conduite de l'installation.

En ce qui concerne la contamination, les risques sont circonscrits au tunnel de la machine puisque l'effluent radioactif (résines) est dans cette zone au contact de l'air (déversement dans le conteneur). Il est donc prévu une ventilation permanente de ce tunnel. Un filtre absolu est placé sur le circuit de refoulement de la machine avant raccordement au réseau général du local d'accueil.

4.3.6. Fonctionnement, maintenance et accessibilité long terme

Sans objet.

4.3.7. Système tel que réalisé

A ce stade de la fabrication, de l'installation et du déroulement des essais, aucun écart n'impacte les requis de sûreté spécifiés dans le Rapport de Sûreté.

4.4. ESSAIS, SURVEILLANCE EN EXPLOITATION ET MAINTENANCE

4.4.1. Essais de démarrage

L'étanchéité des enveloppes mécaniques du système 8TES est vérifiée dans le cadre des contrôles de fin de montage.

Par ailleurs, le système 8TES fait l'objet d'un programme d'essais de démarrage conformément aux modalités présentées au chapitre 14 permettant notamment de vérifier le respect des critères fonctionnels suivants :

- fermeture des vannes d'admission des concentrats dans les bâches de stockage sur niveau très haut,
- bon fonctionnement du stockage et de l'évacuation des concentrats et des résines usées,
- bon fonctionnement des équipements de conditionnement des déchets radioactifs solides (cellule d'enfûtage, presse à compacter, broyeur).

4.4.2. Surveillance en exploitation

La disponibilité des fonctions du système 8TES est surveillée dans le cadre de l'exploitation normale. En particulier, afin d'assurer le confinement des effluents, l'opérabilité des vannes d'admission des concentrats dans les bâches de stockage 8TES et des capteurs de niveau très haut est surveillée en exploitation normale par des dispositifs de surveillance en continu (remontée d'informations sur l'état des actionneurs et capteurs en salle de commande).

4.4.3. Essais périodiques

Les parties classées du système 8TES font l'objet d'essais périodiques conformément aux chapitre IX des Règles Générales d'Exploitation permettant notamment de vérifier le respect du critère de prévention du débordement d'effluents radioactifs.

4.4.4. Maintenance

Le système 8TES fait l'objet d'un programme de maintenance conformément au chapitre VIII des RGE.

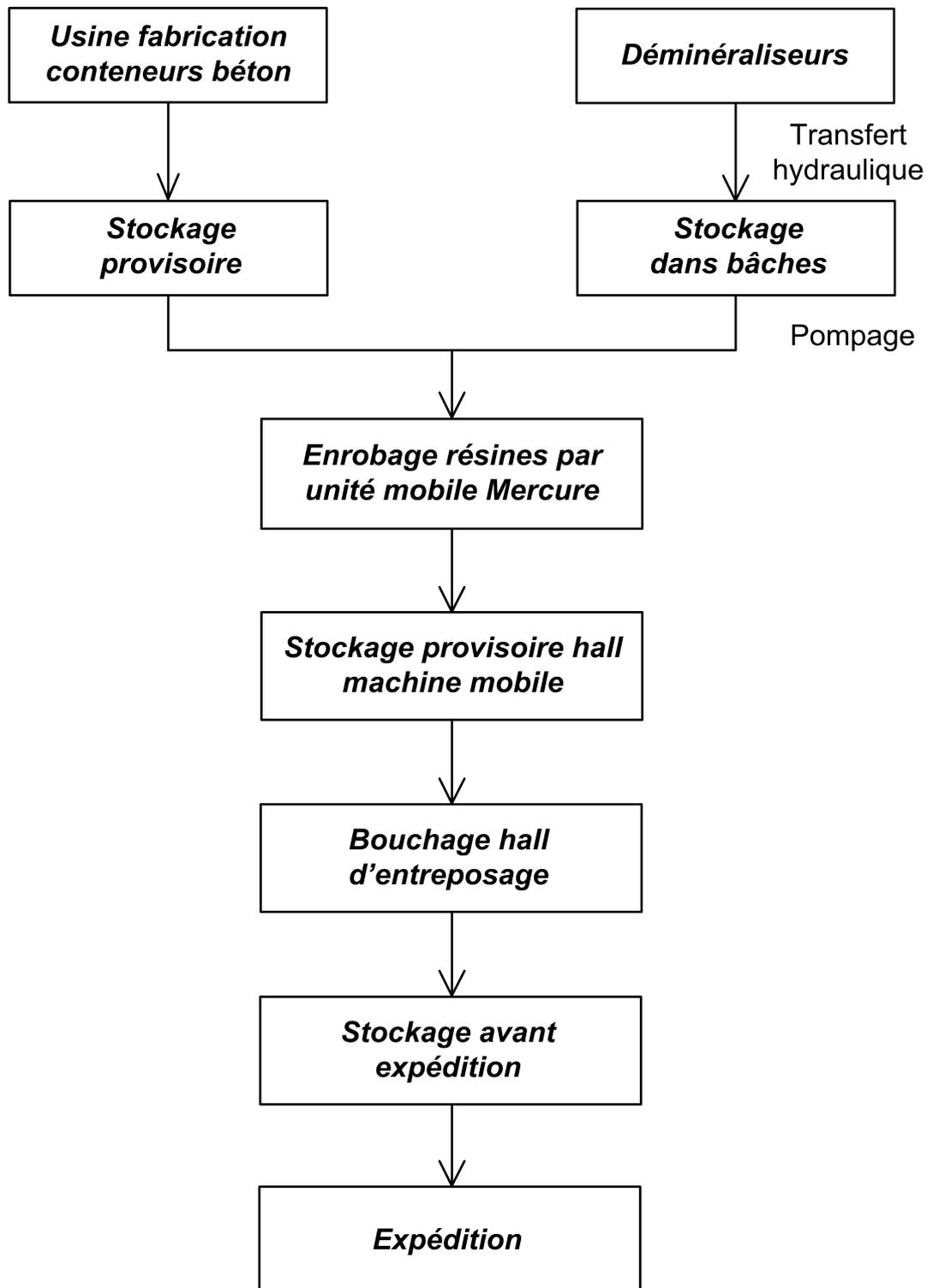
5. SCHÉMAS FONCTIONNELS

Les schémas de principe du système 8TES sont présentés en [FIG-11.1.5.2.5](#) et [FIG-11.1.5.2.6](#).

TAB-11.1.5.2.1 CONTENEURS

Les types de conteneurs utilisés pour conditionner les déchets sont listés ci-dessous.

Niveau de radioactivité	Type de déchet	Type de conteneur
Peu actifs	Déchets technologiques ou de procédés compactables	Fût métallique ou PEHD de ■ L
Actifs	Résines échangeuses d'ions	Coques béton C1
	Filtres d'eau Déchets hétérogènes	Coques béton C1 ou C4
	Concentrats	Coques béton C1 avec peau métallique

**FIG-11.1.5.2.1 SYNOPTIQUE DE CONDITIONNEMENT DES RÉSINES
ACTIVES**

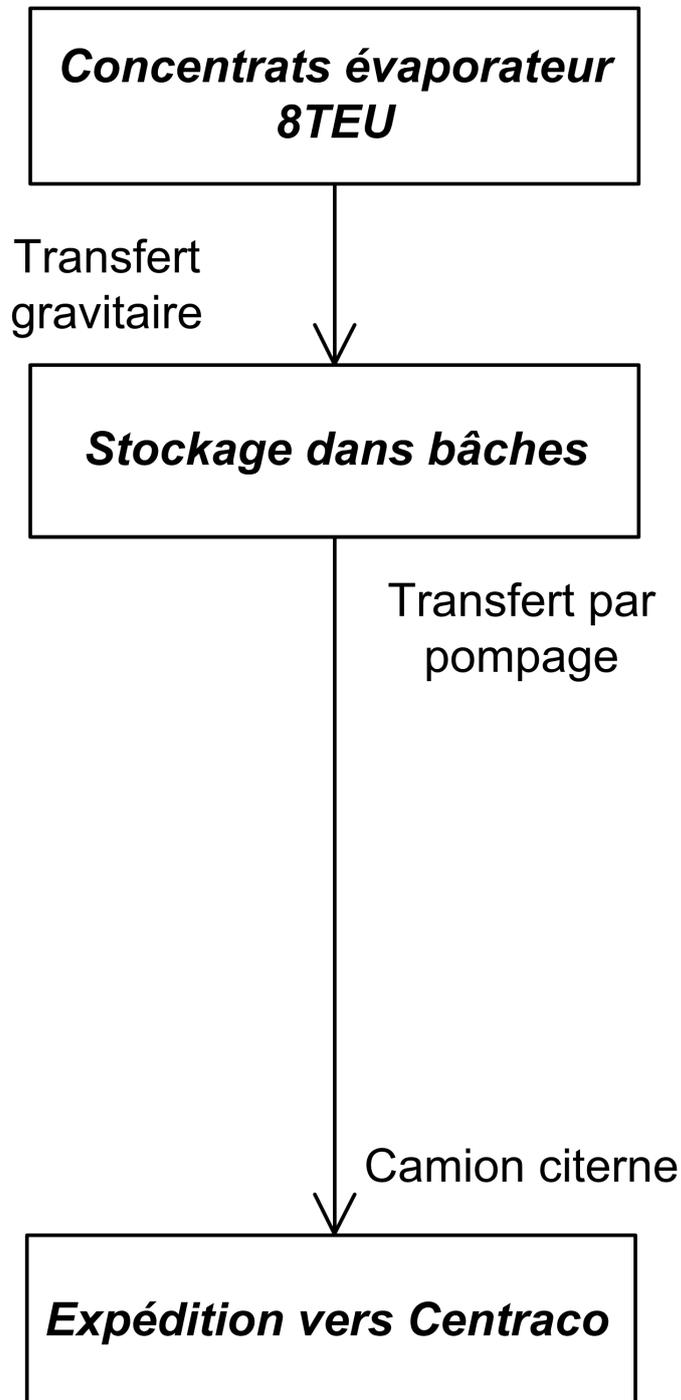
**FIG-11.1.5.2.2 SYNOPTIQUE DE CONDITIONNEMENT DES
CONCENTRATS**

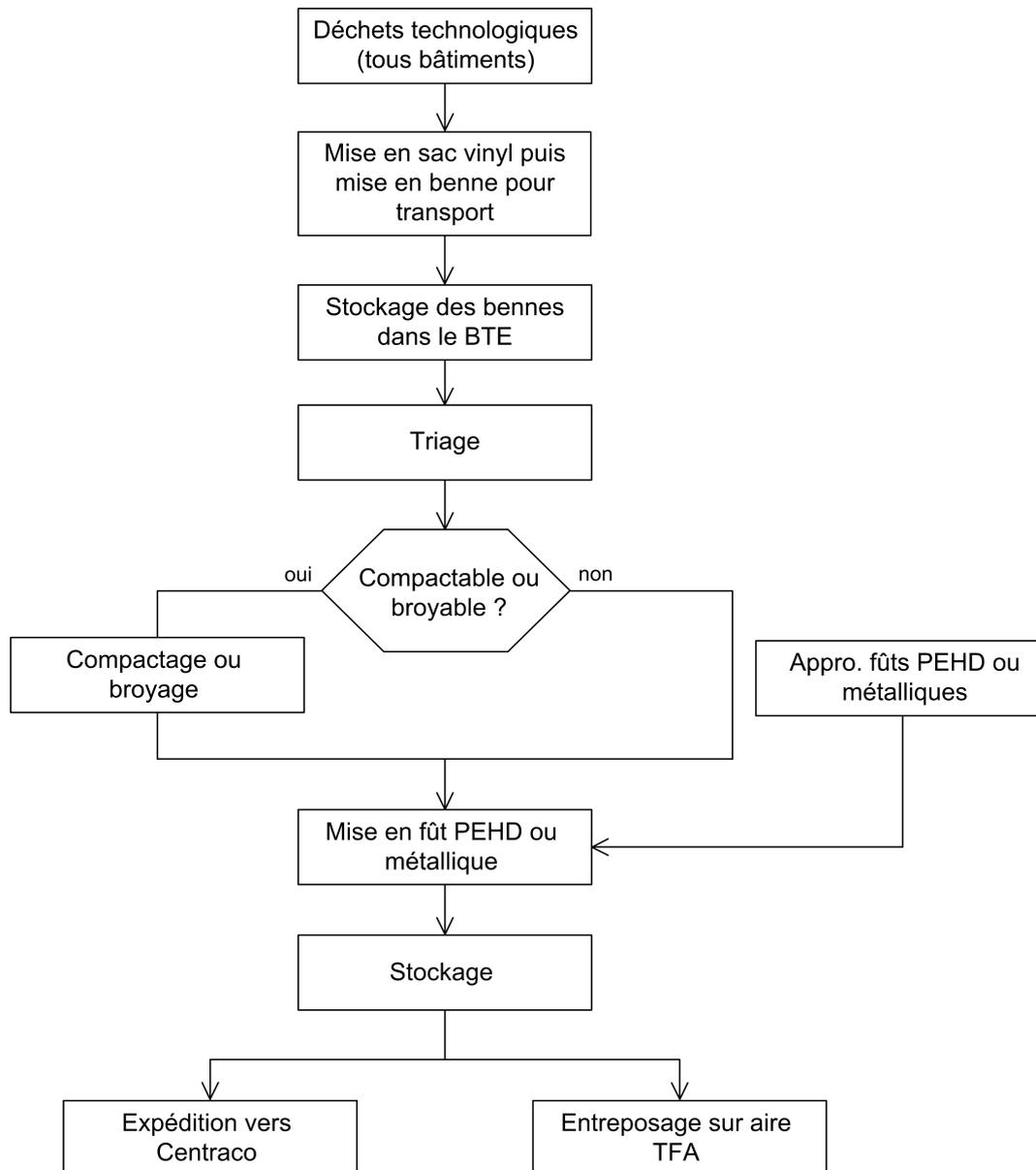
FIG-11.1.5.2.3 SYNOPTIQUE DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS TECHNOLOGIQUES

FIG-11.1.5.2.4 SYNOPTIQUE DE CONDITIONNEMENT DES FILTRES D'EAU

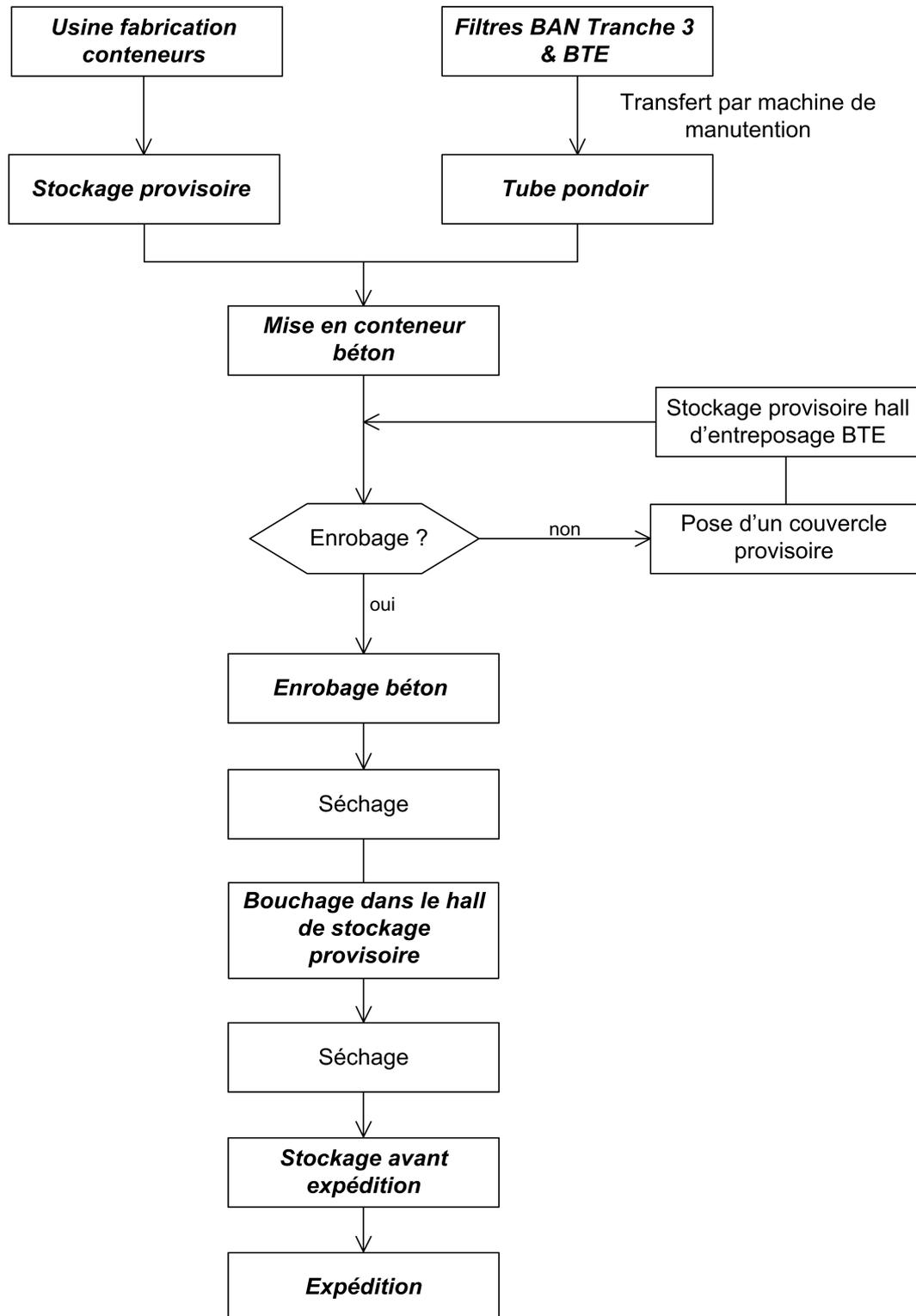


FIG-11.1.5.2.5 SCHÉMA DE PRINCIPE DU SYSTÈME 8TES – GESTION DES CONCENTRATS D'ÉVAPORATEUR

□

FIG-11.1.5.2.6 SCHÉMA DE PRINCIPE DU SYSTÈME 8TES – GESTION DES RÉSINES

□

SOMMAIRE

.11.1.6 MODALITÉS DE REJET DES EFFLUENTS RADIOACTIFS	2
1. DISPOSITIFS ET POINTS DE REJET DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES	2
2. PROCÉDURES DE REJET DES EFFLUENTS LIQUIDES	3
2.1. PRINCIPES GÉNÉRAUX	3
2.2. DÉFINITION DES TYPES DE MESURE D'ACTIVITÉ	3
2.3. EFFLUENTS LIQUIDES PROVENANT DES CIRCUITS DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS	4
2.4. EFFLUENTS LIQUIDES PROVENANT DU CIRCUIT SECONDAIRE .	5
2.5. ETAT DES REJETS	5
3. DISPOSITIFS ET POINTS DE REJET DES EFFLUENTS GAZEUX DE LA TRANCHE EPR	5
4. PROCÉDURES DE REJET DES EFFLUENTS GAZEUX DE LA TRANCHE EPR	5
4.1. PRINCIPES GÉNÉRAUX	5
4.2. REJET DES EFFLUENTS GAZEUX DU TEG EPR (REJETS ASSIMILÉS PERMANENTS)	6
4.2.1. FONCTIONNEMENT NORMAL (EN CIRCUIT QUASI-FERMÉ) . .	6
4.2.2. FONCTIONNEMENT AVEC EXCÈS DE GAZ	7
4.2.3. REJETS TEG	7
4.3. REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX DE VENTILATION (REJETS PERMANENTS)	7
4.4. REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX DU BÂTIMENT RÉACTEUR (REJETS CONCERTÉS)	7
4.5. REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX PROVENANT DU SECONDAIRE	8
5. SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE DE FLAMANVILLE	8

.11.1.6 MODALITÉS DE REJET DES EFFLUENTS RADIOACTIFS

PRINCIPALES RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES :

- Le Code de la Santé Publique, articles L13-33 et suivants.
- Le Code de l'Environnement.
- L'arrêté du 07 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base.
- Les décisions ASN relatives aux prélèvements d'eau et aux rejets d'effluents radioactifs liquides et gazeux :
 - La décision n°2013-DC-0360 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2013 relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des Installations Nucléaires de Base homologuée par l'arrêté du 9 août 2013, modifiée par la décision n°2016-DC-0569 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 septembre 2016 homologuée par l'arrêté du 5 décembre 2016.
 - Décision n° 2018-DC-0639 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les valeurs limites de rejet dans l'environnement des effluents des installations nucléaires de base n°108, n°109 et n°167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville.
 - Décision n° 2018-DC-0640 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 19 juillet 2018 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement des installations nucléaires de base n°108, n°109 et n°167 exploitées par Électricité de France (EDF) dans la commune de Flamanville.

1. DISPOSITIFS ET POINTS DE REJET DES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

Les installations de collecte, traitement et rejet se décomposent en installations de tranche, communes aux tranches EPR, et communes à toutes les tranches du site (existantes et extensions).

Les installations EPR de tranche et communes, sont reliées entre elles ainsi qu'avec les installations existantes et extensions par plusieurs galeries permettant le cheminement des tuyauteries.

Le principe de traitement dépend principalement des caractéristiques physico-chimiques, du niveau d'activité et des limites qui sont fixées pour la réutilisation ou le rejet des effluents.

Afin de réduire au maximum les rejets dans l'environnement dans le respect de la réglementation en vigueur, les effluents radioactifs liquides sont collectés au plus près de la source, puis font l'objet de traitements selon leur nature et leur origine. Ils sont ensuite acheminés, selon leur origine et leur nature, vers les réservoirs de stockage, contrôle (pour comptabilisation notamment) et rejet T (KER), Ex (SEK) ou S (TER) communs au site.

Les modalités de rejet des effluents radioactifs liquides de la tranche EPR sont en conséquence identiques à celles des tranches existantes.

Le circuit de traitement des effluents usés non recyclés (TEU) ainsi que le circuit de purge des générateurs de vapeur (APG) dirigent les effluents usés traités vers les réservoirs communs aux tranches du site (réservoirs T - KER ou exceptionnellement S - TER). Le rejet se fait après contrôle et nécessite l'ouverture de plusieurs vannes manuelles et le démarrage d'une pompe.

Le rejet est effectué dans l'eau de refroidissement des condenseurs en circuit ouvert, ce qui assure une prédilution avant le milieu naturel.

Les effluents de la salle des machines et les drains de plancher 3 non contaminés de la tranche EPR transitent par les réservoirs communs au site (réservoirs Ex - SEK ou exceptionnellement S - TER), avant rejet dans les circuits d'eau brute.

Les rejets depuis les réservoirs supplémentaires de santé commun au site (réservoirs S - TER) qui ne sont utilisés qu'exceptionnellement, après accord de l'ASN, suivent, après contrôle, le même trajet que les rejets issus des réservoirs T - KER.

Les effluents liquides à rejeter provenant des installations des trois tranches sont dirigés en vue de leur contrôle avant rejet vers les réservoirs prévus à cet effet (réservoirs T pour les effluents provenant des îlots nucléaires, réservoirs Ex pour les eaux d'exhaure des salles des machines et éventuellement réservoirs S pour tous les effluents en cas de nécessité et après accord de l'ASN).

Après contrôle sur échantillon prélevé dans le réservoir à vidanger et détermination des conditions de rejet, les effluents sont évacués par pompage dans le circuit de rejet des eaux de refroidissement de la centrale.

2. PROCÉDURES DE REJET DES EFFLUENTS LIQUIDES

2.1. PRINCIPES GÉNÉRAUX

Tout rejet d'effluents liquides radioactifs dans l'environnement fait l'objet d'une mesure préalable de l'activité volumique en amont du point de rejet dans les réservoirs de stockage (T, Ex ou S). Cette mesure est effectuée après prélèvement d'un échantillon représentatif de l'effluent à rejeter, elle permet de déterminer si l'effluent peut être rejeté dans le milieu naturel et de fixer dans ce cas les conditions de rejet.

Le bilan détaillé des activités rejetées est établi par multiplication de l'activité volumique, mesurée sur échantillon avant rejet, par le volume des effluents rejetés pendant la durée du rejet.

Sur la canalisation de rejet des réservoirs T - KER et S - TER est installé un contrôle d'activité volumique avec alarme en salle de commande en cas de dépassement d'un seuil prééglé. Sur la canalisation, le contact d'alarme provoque la fermeture automatique d'une vanne qui interrompt le rejet.

La canalisation de rejet des réservoirs T - KER et S - TER est également isolée automatiquement sur un écart de débit.

La validation des mesures est obtenue par contrôle périodique des appareils de mesures à partir des sources étalons, conformément aux directives de l'ASN.

Les relevés de mesures et d'étalonnage et le bilan des activités rejetées sont consignés dans des registres tenus à jour par le CNPE et envoyés chaque mois à l'ASN. Un exemplaire est conservé en archives au CNPE.

2.2. DÉFINITION DES TYPES DE MESURE D'ACTIVITÉ

Alpha global

Valeur de l'activité d'un mélange de radioémetteurs alpha mesurée à l'aide d'un compteur proportionnel dont le rendement est défini à partir d'une source étalon d'Amercium 241.

Bêta global

Valeur de l'activité d'un mélange de radionucléides émetteurs Bêta, mesurée à l'aide d'un compteur proportionnel dont le rendement est défini à partir d'une source étalon de Strontium 90 et d'Yttrium 90.

Gamma global (Na-I)

Valeur de l'activité d'un mélange de radionucléides émetteurs gamma, mesurée à l'aide d'un scintillateur Na-I (iodure de sodium) dont le rendement global est défini à partir du comptage d'une source étalon de Césium 137 (fenêtre 100 keV à 2 MeV).

Spectrométrie gamma Ge-Hp (Germanium – Hyper pur)

Identification des différents radioémetteurs gamma mesurés à l'aide d'un détecteur Ge-Hp dont l'étalonnage est effectué à l'aide d'une source étalon multi-gamma (fenêtre 50 keV – 2 MeV).

Tritium

Mesure de l'activité du tritium en scintillation liquide. Le rendement est effectué à partir d'une source étalon de Tritium dans la fenêtre d'énergie adaptée.

Carbone 14

Mesure de l'activité du carbone 14 en scintillation liquide.

2.3. EFFLUENTS LIQUIDES PROVENANT DES CIRCUITS DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS

Tous les effluents liquides non réutilisés provenant des circuits de traitement des effluents, des purges des générateurs de vapeur non recyclées au condenseur et des effluents issus de la laverie sont dirigés vers les réservoirs T - KER (ou exceptionnellement S - TER, après accord de l'ASN) en vue du contrôle et de la comptabilisation des activités.

La procédure de rejet est la suivante :

Avant de procéder au rejet du contenu d'un réservoir T (ou S), on procède à son isolement puis au brassage de l'effluent et au prélèvement d'un échantillon liquide pour mesure d'activité volumique gamma global, alpha global, bêta global, tritium et détermination de la composition isotopique par spectrométrie gamma. Une mesure de pH ainsi que certaines mesures chimiques sont aussi pratiquées. Pour le carbone 14, le résultat de la mesure est connu a posteriori, compte tenu du délai d'analyse.

On détermine le débit dans la canalisation de rejet pour que l'activité volumique calculée après dilution soit inférieure aux limites autorisées en bêta global (hors ^{40}K et ^3H), en tritium et respecte de plus le facteur de prédilution imposé (sauf pour les purges APG). Ce débit est ajusté. Toutes les conditions du rejet sont consignées sur le registre réglementaire transmis tous les mois à l'ASN. Dans le cas exceptionnel où les caractéristiques des effluents ne permettraient pas une dilution suffisante, il est prévu de pouvoir les recycler vers les circuits de traitement, soit directement, soit via le circuit TER, avec accord de l'ASN.

Mode opératoire

Avant d'entreprendre le rejet, on s'assure que les ouvrages de rejet sont alimentés par les circuits assurant la prédilution.

Sur la canalisation de rejet est installé un compteur de débit d'eau avec indicateur local et enregistrement en salle de commande. Le rejet nécessite les opérations manuelles suivantes :

- Vérification du seuil d'alarme du détecteur d'activité,
- Mise en configuration des circuits et de la ligne de rejet,
- Ouverture de la vanne d'isolement général télécommandée,
- Mise en service de la pompe de rejet,
- Réglage du débit par la vanne de réglage.

2.4. EFFLUENTS LIQUIDES PROVENANT DU CIRCUIT SECONDAIRE

En fonctionnement normal, le circuit secondaire n'est pas contaminé. Toutefois, en cas de fuite primaire/secondaire au niveau des générateurs de vapeur, l'eau et la vapeur du circuit secondaire peuvent présenter une faible contamination notamment en tritium.

Avant de procéder au rejet du contenu d'un réservoir Ex, on procède à son isolement puis au brassage de l'effluent et au prélèvement d'un échantillon liquide pour mesure d'activité volumique bêta global, tritium ainsi que certaines analyses chimiques.

Les effluents secondaires sont comptabilisés, mais non enregistrés en tant qu'effluents actifs si l'activité volumique mesurée sur l'échantillon prélevé dans le réservoir à rejeter est inférieure aux limites fixées par la réglementation.

Les rejets d'effluents liquides du secondaire proviennent des pertes d'eau ou de vidanges de capacités du circuit secondaire.

2.5. ETAT DES REJETS

L'exploitant adresse chaque mois à l'ASN pour le mois précédent, des états faisant apparaître les activités rejetées par les réservoirs T - KER, Ex - SEK et éventuellement S - TER, ainsi que le suivi des appareils de mesure.

3. DISPOSITIFS ET POINTS DE REJET DES EFFLUENTS GAZEUX DE LA TRANCHE EPR

Les effluents gazeux produits par la tranche EPR sont rejetés par la cheminée du Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN).

Cette cheminée collecte les effluents radioactifs gazeux provenant :

- Des ventilations et balayages d'air des Bâtiments Nucléaires (BR, BAN, BAS, BK et BTE),
- De l'extraction des gaz du condenseur,
- Du circuit de traitement des effluents gazeux (TEG).

Les effluents rejetés sont dilués, avant rejet à la cheminée, dans l'air provenant de tous les circuits de ventilation qui aboutissent à la cheminée.

Il existe sur la cheminée un contrôle continu de l'activité bêta global enregistré et déclenchant une alarme en salle de commande en cas de dépassement d'un seuil prééglé. Le rejet se fait au-dessus du dôme du Bâtiment Réacteur, à une hauteur suffisante pour garantir l'ascension et la diffusion atmosphérique des rejets.

4. PROCÉDURES DE REJET DES EFFLUENTS GAZEUX DE LA TRANCHE EPR

4.1. PRINCIPES GÉNÉRAUX

Les modalités précises de rejet des effluents gazeux conformes à la réglementation en vigueur (arrêté INB du 07/02/2012) et aux décisions de rejets (Décision n° 2018-DC-639 et n° 2018-DC-640) s'intéressent aux 6 catégories d'isotopes radioactifs susceptibles d'être rejetés dans les effluents gazeux suivantes :

- Tritium,
- Iodes radioactifs,
- Gaz rares radioactifs,

- Carbone 14,
- Autres émetteurs bêta et gamma,
- Emetteurs alpha.

Les effluents radioactifs sont rejetés par la cheminée du BAN. Ils font l'objet des contrôles et analyses suivants :

- Mesure permanente du débit d'émission à la cheminée (mesure doublée et enregistrée, un enregistrement est transmis à l'ASN) ;
- Mesure en continu de l'activité bêta globale à la cheminée (mesure doublée et enregistrée, un enregistrement est envoyé à l'ASN) ;
- Une mesure de l'activité du carbone 14, sur un prélèvement continu à la cheminée, est réalisée chaque trimestre (un deuxième prélèvement est également réalisé et transmis à l'ASN pour contrôle croisé) ;
- Pour chacune des quatre périodes mensuelles définies comme suit, du 1^{er} au 7, du 8 au 14, du 15 au 21 et du 22 à la fin du mois, les effluents gazeux rejetés à la cheminée sur la totalité de la période font l'objet des analyses suivantes :
 - mesure de l'activité du tritium (suite au prélèvement en continu sur la totalité de la période par les barboteurs réfrigérés),
 - spectrométrie gamma continue des gaz rares ou analyse par spectrométrie gamma des gaz rares sur un prélèvement continu par période,
 - mesure continue de l'activité gamma globale et analyse par spectrométrie gamma des iodes, sur un prélèvement continu sur la totalité de la période,
 - mesure continue de l'activité gamma globale, analyse par spectrométrie gamma des autres PF - PA et vérification de l'absence d'activité alpha globale d'origine artificielle, sur un prélèvement continu d'aérosols sur filtre sur la totalité de la période.

4.2. REJET DES EFFLUENTS GAZEUX DU TEG EPR (REJETS ASSIMILÉS PERMANENTS)

Le système TEG de la tranche EPR permet de traiter les effluents gazeux hydrogénés (gaz rares radioactifs produits de fission et plus particulièrement le Xénon et le Krypton) dérivés du traitement de l'eau du circuit primaire ou présents dans le ciel gazeux des réservoirs contenant de l'eau primaire (description et fonctionnement du système détaillés à la section 11.1.4).

Ces effluents gazeux sont collectés par balayage de différents réservoirs contenant de l'eau primaire :

- Dans le BR : balayage du réservoir de décharge du pressuriseur RCP et du réservoir des effluents primaires RPE,
- Dans le BK : collecte des effluents gazeux du réservoir du contrôle volumétrique RCV et des bâches de stockage d'acide borique REA,
- Dans le BAN : balayage du réservoir des effluents primaires RPE, des réservoirs de stockage des effluents primaires TEP, du réservoir de collecte des échantillons primaires REN, de la colonne d'acide borique et des dégazeurs TEP.

Le système TEG de la tranche EPR est conçu pour assurer le traitement des effluents gazeux selon deux régimes de fonctionnement : fonctionnement normal et fonctionnement avec excès de gaz.

4.2.1. Fonctionnement normal (en circuit quasi-fermé)

Ce mode de fonctionnement représente la majeure partie du temps du fonctionnement annuel du TEG. En régime normal le TEG est un circuit quasi-fermé.

Dans cette configuration les rejets continus issus des manoeuvres d'exploitation normale sont estimés à 200 L/h en moyenne annuelle.

4.2.2. Fonctionnement avec excès de gaz

Le fonctionnement avec excès de gaz correspond à une petite partie du temps de fonctionnement annuel du TEG. Une quantité importante de gaz est relâchée vers le TEG lorsqu'il y a de grands mouvements d'eau dans les systèmes connectés au TEG. Dans cette configuration le système TEG est un circuit semi-ouvert qui donne lieu à des rejets gazeux à l'atmosphère.

4.2.3. Rejets TEG

Quel que soit le mode de fonctionnement du TEG, les rejets TEG sont des rejets "assimilés permanents". Ils sont réalisés par la cheminée de ventilation du BAN après passage sur lits à retard assurant une décroissance 40 jours / 40 heures des kryptons et xétons et filtration THE (et iode si besoin).

4.3. REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX DE VENTILATION (REJETS PERMANENTS)

Sont rejetés à la cheminée du BAN après filtration THE et, si besoin, filtration iode :

- Les extractions permanentes d'air de la ventilation du BAN, du Bâtiment Combustible, des Bâtiments des auxiliaires de sauvegarde, du Bâtiment de traitement des effluents et des locaux chauds du Pôle Opérationnel d'Exploitation,
- L'extraction permanente d'air des condenseurs du groupe turbo-alternateur,
- L'extraction permanente d'air de l'espace entre enceinte (EDE).

4.4. REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX DU BÂTIMENT RÉACTEUR (REJETS CONCERTÉS)

Les rejets BR ont lieu lors des interventions pour maintenance dans le BR tranche en marche ou lors des arrêts de tranche. Ces rejets sont effectués à la cheminée du BAN par le système EBA petit débit et EBA grand débit via DWN. Les effluents gazeux du BR sont filtrés (filtration THE et iode) avant rejet.

Avant tout rejet concerté BR et conformément à la réglementation en vigueur, les effluents font l'objet d'une mesure de l'activité bêta globale et d'analyses de leurs constituants, réalisées sur un prélèvement. Ces analyses sont identiques à celles réalisées à la cheminée du BAN à l'exception du carbone 14 et sont conformes aux prescriptions réglementaires applicables au CNPE de Flamanville. Ces analyses permettent de connaître la composition des effluents à rejeter, de définir si le rejet est possible (respect des valeurs des activités annuelles limites) et dans ce cas, de déterminer les conditions de rejet de façon à respecter les valeurs des débits d'activité à la cheminée.

Le CNPE de Flamanville ne peut effectuer qu'un seul rejet concerté à la fois (rejet d'un seul réservoir de stockage ou d'un seul bâtiment réacteur). Les rejets concertés, ne peuvent alors être effectués que si le débit de rejet à la cheminée est suffisant et que l'activité volumique bêta global à la cheminée ne dépasse pas le seuil de 0,4 MBq/m³. De plus, le rejet du bâtiment réacteur, en tant que rejet concerté, est directement filtré sur piège à iode au travers de la ventilation de balayage à l'arrêt du réacteur EBA petit débit.

En outre, les mesures météorologiques au niveau des rejets (II) doivent être disponibles et en service.

Afin de garantir une bonne dispersion atmosphérique, les rejets se font dans la mesure du possible en dehors des périodes de vents « calmes » (vitesses inférieures à 0,5 m/s).

Si, au cours d'un rejet concerté, l'une de ces conditions n'est pas satisfaite, le rejet concerté est interrompu et ne pourra être repris que lorsque ces conditions seront à nouveau remplies.

4.5. REJETS DES EFFLUENTS GAZEUX PROVENANT DU SECONDAIRE

En fonctionnement normal, le circuit secondaire n'est pas contaminé. Toutefois, en cas de fuite primaire/secondaire, au niveau des générateurs de vapeur, l'eau et la vapeur du circuit secondaire peuvent présenter une contamination.

- Les gaz radioactifs et les radionucléides volatils dissous dans l'eau ou mélangés à la vapeur sont extraits du condenseur et rejetés à la cheminée du BAN après passage sur les filtres THE et, si besoin, les pièges à iode de la ventilation du BAN (DWN). Sur la tuyauterie commune d'extraction d'air du condenseur est installée une mesure continue de l'activité bêta globale avec alarme renvoyée en salle de commande pour prévenir l'exploitant d'une variation d'activité au secondaire et lui permettre de prendre les mesures nécessaires. La comptabilisation des activités rejetées est effectuée à partir des mesures sur la cheminée.
- Les fuites gazeuses éventuelles du secondaire (fuites vapeur aux labyrinthes turbine - pertes d'eau avec évaporation) sont évacuées par la ventilation de la salle des machines. Elles représentent une fraction négligeable des rejets totaux.

5. SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE DE FLAMANVILLE

La surveillance de l'environnement du site de Flamanville est effectuée de deux façons décalées dans le temps :

- Au moins un an avant la première divergence, des mesures radiologiques sont effectuées à l'extérieur du site de façon à connaître le niveau d'activité ambiant de référence,
- Après la première divergence, les mêmes mesures sont poursuivies afin de connaître les éventuelles influences du fonctionnement des tranches sur le site ou son abord immédiat.

Rejets gazeux

La surveillance de l'environnement par l'exploitant est réalisée dans trois stations de prélèvement dont l'emplacement est choisi en accord avec l'ASN à environ 1000 m du point de rejet, l'une d'entre elles étant implantée sous le vent dominant. Ces stations réalisent les mesures suivantes :

- Aérosols atmosphériques prélevés dans une station extérieure :
Trois des stations de prélèvement, dont la station située sous les vents dominants, permettent un prélèvement au moins quotidien des aérosols (poussières atmosphériques) sur un filtre fixe.
- Mesures de rayonnement de l'air :
Un enregistrement continu de ce rayonnement est réalisé dans les stations. Un enregistrement dans la station située sous les vents dominants est envoyé à l'ASN. Le suivi des effluents est réalisé en limite de site par un réseau de 10 balises fixes (GENITRON) et en trois points situés à 5000 m du site.
- Prélèvement d'eau de pluie :
 - L'eau de pluie est collectée en continu par la station sous les vents dominants décrite ci-avant.
 - Ces prélèvements sont effectués en double :
 - L'un pour la centrale,
 - L'autre pour l'ASN.
- Echantillons biologiques :
 - Prélèvement d'herbe :
Deux prélèvements sont effectués chaque mois, dont un sous les vents dominants.
 - Prélèvement de lait :

Deux prélèvements sont effectués, chaque mois, dans les fermes choisies dans les secteurs les plus proches de la centrale, dont une sous les vents dominants.

- Prélèvement de terres :
Un prélèvement annuel de la couche superficielle des terres est effectué.
- Productions agricoles :
Une campagne annuelle de prélèvements sur les principales productions agricoles est réalisée, notamment dans les zones sous les vents dominants.

Les stations de mesure en continu sont munies d'alarmes signalant tout défaut de fonctionnement, retransmises en salle de commande.

Rejets liquides

La surveillance de la radioactivité dans l'environnement par l'exploitant porte sur les différents prélèvements et mesures dont les natures, fréquences et localisations sont fixées dans la décision ASN relative aux rejets liquides.

Cette surveillance comporte :

- La mesure de l'activité volumique de prélèvements dans le milieu récepteur, réalisés au niveau de chaque canal de rejet et au large du site,
- Un contrôle des eaux souterraines : des prélèvements d'eaux souterraines présentes au droit de la centrale sont assurés de façon régulière à partir de différentes stations dont a minima 4 piézomètres pour la tranche EPR.

Le programme de surveillance hydro-biologique du milieu récepteur porte sur :

- Des campagnes de prélèvements de sédiments, de la faune et de la flore aquatiques,
- La qualité physique et bactériologique de l'eau,
- Le peuplement benthique, animaux et végétaux,
- L'activité halieutique.

Par ailleurs, les aspects chimiques et thermiques sont analysés par ce même biais.

Moyens de surveillance

L'exploitant dispose sur le site d'un laboratoire de mesures de radioactivité dans l'environnement et d'un laboratoire de contrôle des effluents radioactifs. Ces deux laboratoires sont physiquement distincts et exclusivement affectés aux mesures de radiochimie et chimie.

SOMMAIRE

.11.2 EFFLUENTS CHIMIQUES	2
1. EFFLUENTS CHIMIQUES ASSOCIES AUX EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES	2
2. EFFLUENTS CHIMIQUES NON-ASSOCIES AUX EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES	3
2.1. REJETS LIÉS À LA PRODUCTION D'EAU DÉMINÉRALISÉE	3
2.2. REJETS DU RÉSEAU DE COLLECTE ET TRAITEMENT DES EFFLUENTS NON CONTAMINABLES	4
2.3. REJETS LIÉS À LA CHLORATION DE L'EAU DE MER	5
3. SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT RELATIVE AUX REJETS CHIMIQUES	5

.11.2 EFFLUENTS CHIMIQUES

Les effluents chimiques rejetés par le CNPE sont liés aux manœuvres d'exploitation des tranches, ainsi qu'aux opérations de maintenance. Ils sont classés en deux catégories :

- Les substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides : Celles-ci sont présentes dans les bâches de site KER et SEK (les bâches TER étant considérées comme inutilisées en fonctionnement normal),
- Les substances chimiques non associées aux effluents radioactifs liquides qui sont présentes dans les rejets suivants :
 - Rejets émis par la station de production d'eau déminéralisée,
 - Rejets liés aux égouts : eaux pluviales, eaux vannes et usées, eaux huileuses,
 - Rejets liés au traitement de chloration de l'eau de mer.

1. EFFLUENTS CHIMIQUES ASSOCIES AUX EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

Les principales substances chimiques associées aux effluents radioactifs rejetées par le CNPE proviennent de l'apport pour le processus industriel des substances suivantes :

- L'acide borique : Le bore 10 est un absorbant neutronique utilisé principalement dans l'eau du circuit primaire sous la forme d'acide borique pour compenser les variations lentes de réactivité, telles que celles liées à l'épuisement du combustible entre le début et la fin de cycle,
- La lithine : c'est une base utilisée sous forme d'hydroxyde de lithium. Elle est utilisée dans le circuit primaire pour maintenir le pH constant et alcalin afin de minimiser la corrosion des matériaux du circuit. Sa teneur est ajustée au cours du cycle en liaison avec celle de l'acide borique (coordination bore-lithium),
- L'hydrazine : elle est utilisée essentiellement pour ses propriétés réductrices dans les circuits,
- Le zinc : il est utilisé sous forme d'acétate de zinc appauvri en ^{64}Zn et permet de contribuer à la réduction de l'amorçage de la corrosion sous contrainte et à la réduction de la corrosion généralisée. Il permet également de réduire la déposition de cobalt sur les zones hors flux, dans un objectif de réduction du terme source,
- L'hydrogène : il est utilisé pour contrecarrer les effets de la radiolyse de l'eau et assurer un caractère réducteur dans le fluide primaire. Il est soit dégazé soit recombéné mais ne génère pas de rejet liquide,
- Le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) : il est utilisé au cours des arrêts afin de mettre en solution les produits de corrosion et favoriser leur purification avant l'arrêt de la dernière pompe primaire. Il disparaît entièrement dans les circuits est retenu sur les systèmes de traitement des effluents et ne génère donc pas de rejet,
- L'ammoniaque¹ : c'est une base faible et volatile permettant d'obtenir un pH de moindre corrosion dans les circuits. En fonctionnement normal, elle est issue notamment de la décomposition thermique de l'hydrazine. En période d'arrêt de tranche, ce produit de conditionnement est utilisé avec de l'hydrazine lors de la mise en conservation humide des générateurs de vapeur ou des matériels du poste d'eau,
- La morpholine¹ : comme l'ammoniaque, la morpholine est une base faible volatile utilisée pour le conditionnement chimique du circuit secondaire. Elle permet d'obtenir un pH alcalin de moindre corrosion,

- L'éthanolamine¹ : comme l'ammoniaque et la morpholine, l'éthanolamine est une base faible volatile utilisée pour le conditionnement chimique du circuit secondaire. Elle permet d'obtenir un pH alcalin de moindre corrosion,
- Le phosphate trisodique : il agit comme inhibiteur de corrosion. Il est utilisé en milieu alcalin notamment pour le conditionnement des circuits en contact avec l'air où le conditionnement volatil ne peut pas être utilisé. Les principaux circuits utilisant le phosphate trisodique sont des circuits de réfrigération intermédiaire et des circuits de chaudières auxiliaires,
- Les détergents : le site utilise des produits lessiviels dans la laverie pour le lavage et la décontamination des vêtements de travail utilisés en zone contrôlée, et aussi pour le nettoyage des locaux,
- Les métaux, issus de l'usure des circuits, et les matières en suspension provenant essentiellement de la collecte des effluents pollués soit par de la poussière soit par de l'eau brute utilisée pour la désurchauffe des effluents des installations d'auxiliaires du circuit secondaire.

Les effluents chimiques associés aux effluents radioactifs liquides de chacune des trois tranches sont collectés après traitement dans les réservoirs de site de stockage des effluents KER, TER (exceptionnellement et sur accord de l'ASN) et SEK dont le rejet se fait via le bassin de rejet de la tranche 1 ou de la tranche 2, où ils sont mélangés à l'eau de mer du circuit de refroidissement puis rejetés au large via la galerie sous-marine de la tranche 1 ou de la tranche 2.

Les valeurs de rejets attendues (performances hors aléas) sont développées dans le sous-chapitre 11.3.

2. EFFLUENTS CHIMIQUES NON-ASSOCIES AUX EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

Les substances chimiques non associées aux effluents radioactifs sont présentes dans les rejets suivants :

- Rejets liés à la production d'eau déminéralisée,
- Rejets liés aux égouts : eaux pluviales, eaux vannes et usées, eaux huileuses,
- Rejets liés au traitement de chloration de l'eau de mer.

2.1. REJETS LIÉS À LA PRODUCTION D'EAU DÉMINÉRALISÉE

La production d'eau déminéralisée peut se faire soit par la station de déminéralisation, soit par l'unité de dessalement.

La station de déminéralisation permet de produire :

- D'une part, de l'eau filtrée destinée notamment à l'arrosage des filtres à sable, à la régénération et au rinçage des échangeurs d'ions de la station de déminéralisation,
- Et d'autre part, de l'eau déminéralisée à partir de l'eau filtrée, afin d'alimenter le circuit primaire et le circuit secondaire de chaque tranche.

L'installation actuelle est adaptée pour répondre aux besoins en eau des tranches 1 et 2 existantes. Lorsque la station de dessalement d'eau de mer sera disponible, la station de déminéralisation actuelle tendra à n'être sollicitée que ponctuellement pour répondre aux indisponibilités de la station de dessalement.

Le fonctionnement de la station de déminéralisation génère des rejets chimiques, notamment :

1. On utilise soit l'ammoniaque, soit la morpholine (avec complément d'ammoniaque), soit l'éthanolamine (avec complément d'ammoniaque). Le conditionnement qui est privilégié pour la mise en service de l'EPR FA3 est l'éthanolamine avec complément d'ammoniaque.

- Du fer et des chlorures, issus du prétraitement de l'eau brute destiné à retenir les matières en suspension (MES). En effet, le produit chimique utilisé pour cette opération est le chlorure ferrique,
- Des sulfates et du sodium du fait de la régénération des résines des chaînes de déminéralisation à l'acide sulfurique et à la soude.

Les effluents issus du prétraitement de l'eau brute sont dirigés vers le SEO (purgés) et rejetés dans le canal d'amenée par l'émissaire secondaire n°2.

Les effluents de régénération sont recueillis dans une fosse de neutralisation. Après neutralisation (ajout d'acide sulfurique et de soude pour obtenir un pH correct) et contrôle, les effluents sont rejetés dans le canal d'amenée par l'émissaire secondaire n°2.

Le fonctionnement de l'unité de dessalement génère des rejets chimiques, notamment :

- Le fer et les chlorures générés par le prétraitement de l'eau brute destiné à retenir les matières en suspension (le réactif utilisé pour cette opération est le chlorure ferrique),
- Les sulfates et le sodium issus du nettoyage des membranes d'ultrafiltration et d'osmose inverse ainsi que de la régénération des résines de l'échangeur à lit mélangé à l'acide et à la soude,
- Les détergents (tensio-actifs) potentiellement utilisés pour le nettoyage des membranes.

Les effluents de prétraitement, de lavage des membranes d'ultrafiltration et d'osmose inverse ainsi que 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.

2.2. REJETS DU RÉSEAU DE COLLECTE ET TRAITEMENT DES EFFLUENTS NON CONTAMINABLES

Les substances chimiques rejetées en mer via le réseau des égouts sont précisées ci-après.

Rejets chimiques des stations d'épuration et installations d'assainissement non collectif :

Actuellement, pour traiter les eaux vannes et usées, il existe :

- deux stations d'épuration, desservant les tranches 1 et 2. Ce sont les stations Nord et Sud, de capacité respective 25 et 800 équivalent-habitants.
- 3 installations de traitement autonome (fosses septiques/fosses toutes eaux recevant les eaux vannes et usées du poste Nord, du bâtiment d'accueil et du restaurant de la plateforme entreprises).

La tranche EPR est raccordée à la station d'épuration Sud existante qui a été agrandie d'une capacité permettant de répondre aux besoins des tranches 1-2 et EPR (1000 équivalents-habitants). La station Nord est définitivement mise hors service.

Les rejets chimiques de la station d'épuration sont caractérisés par une concentration de DBO₅ (demande biologique en oxygène sur 5 jours), de MES et de DCO (demande chimique en oxygène) dans l'effluent rejeté.

Rejets d'hydrocarbures :

Les eaux usagées issues de la tranche EPR susceptibles de contenir des hydrocarbures sont traitées au niveau des déshuileurs de site.

Rejets de phosphates et amines :

Les rejets de phosphates et amines, via les émissaires secondaires des tranches 1 et 2 ne sont pas permanents. Il n'y a pas de rejets de phosphates via ces émissaires pour la tranche EPR.

2.3. REJETS LIÉS À LA 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 et de trihalométhanes (représentés principalement par le bromoforme).

- Le protocole technique d'exploitation consiste à chlorer en mode séquentiel par voie de refroidissement.
- Une modification de la qualité de l'eau de mer peut entraîner une prolifération excessive de salissures biologiques qui nécessite un traitement renforcé dit "chloration exceptionnelle" (quelques jours par an et par tranche de façon non-concomitante).
Pour la tranche EPR, une chloration choc 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.
La « chloration exceptionnelle » et la chloration choc ne sont pas mise en oeuvre simultanément.

3. SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT RELATIVE AUX REJETS CHIMIQUES

Au démarrage de la tranche EPR, les rejets chimiques liquides communs aux tranches existantes et à la tranche EPR sont réglementés par les prescriptions de l'ASN qui fixent les conditions de prise d'eau et de rejets d'effluents liquides et gazeux, radioactifs ou non radioactifs (donc y compris les chimiques) pour l'ensemble du site et par l'arrêté du 7 février 2012 qui fixe les règles générales relatives aux installations nucléaires de base. Les prescriptions de l'ASN décrivent par ailleurs le programme de surveillance de l'environnement devant être effectué par l'exploitant vis-à-vis des rejets chimiques.

Ce programme est similaire à celui mis en place au titre des prescriptions en vigueur avant mise en service de la tranche EPR.

SOMMAIRE

.11.3 ESTIMATION DES EFFLUENTS ET DECHETS RADIOACTIFS	4
1. DÉTERMINATION DES OBJECTIFS QUANTITATIFS	4
2. DÉCHETS ISSUS DU COMBUSTIBLE	4
3. DÉCHETS SOLIDES PRÉVISIONNELS HORS COMBUSTIBLE	6
4. EFFLUENTS RADIOACTIFS	7
4.1. REJET DE TRITIUM	7
4.1.1. NATURE DES SOURCES DE TRITIUM	7
4.1.2. MOYENS DE RÉDUCTION DE LA PRODUCTION DE TRITIUM POUR EPR	8
4.1.3. ESTIMATION DES REJETS LIQUIDES RÉELS EN TRITIUM	9
4.1.4. ESTIMATION DES REJETS GAZEUX RÉELS DE TRITIUM	10
4.2. REJET DE CARBONE 14	10
4.2.1. NATURE DES SOURCES DE CARBONE 14	10
4.2.2. INCIDENCE DE L'AZOTE DISSOUS DANS LE FLUIDE PRIMAIRE	11
4.2.3. ESTIMATION DU REJET LIQUIDE RÉEL DE CARBONE 14	12
4.2.4. ESTIMATION DES REJETS GAZEUX RÉELS DE CARBONE 14	12
4.3. REJETS DES AUTRES RADIONUCLÉIDES	13
4.3.1. ESTIMATION DU REJET LIQUIDE RÉEL D'IODES ET AUTRES PF/ PA	13
4.3.2. REJETS GAZEUX DES IODES, GAZ RARES ET AUTRES PF/PA	14
5. REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES ASSOCIÉS AUX EFFLUENTS RADIOACTIFS	16
5.1. ACIDE BORIQUE	16
5.2. LITHINE	17
5.3. HYDRAZINE ET AMINES DE CONDITIONNEMENT : MORPHOLINE, ÉTHANOLAMINE, AMMONIAQUE	17
5.3.1. HYDRAZINE	17
5.3.2. MORPHOLINE, ETHANOLAMINE ET AUTRES REJETS AZOTÉS	18
5.4. PHOSPHATE	18



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 3

PAGE 2/22

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

6. CONCLUSION	19
LISTE DES RÉFÉRENCES.	20



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 11

SECTION 3

PAGE 3/22

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

TABLEAUX :

TAB-11.3.1 COMPOSITION APRÈS IRRADIATION D'UN COMBUSTIBLE UO2 ENRICHIS SELON LE NIVEAU D'IRRADIATION ATTEINT (EN KG / TWHE (À 10 ANS)).....	21
TAB-11.3.2 PRODUCTION ANNUELLE ESTIMÉE DE DÉCHETS BRUTS (AVANT CONDITIONNEMENT)	22

.11.3 ESTIMATION DES EFFLUENTS ET DECHETS RADIOACTIFS

Ce sous-chapitre traite du bilan quantitatif estimé des effluents rejetés et des déchets produits par l'exploitation du réacteur EPR. On distinguera ci-après et dans l'ordre :

- Les déchets issus du combustible,
- Les déchets solides hors combustible,
- Les effluents radioactifs liquides et gazeux pour les radionucléides suivants : tritium, carbone 14, les iodes et autres produits de fission / produits d'activation,
- Les espèces chimiques qu'elles soient associées aux effluents radioactifs liquides (cas de la lithine et du bore) ou issues du fonctionnement des parties non nucléaires de l'installation (cas des amines de conditionnement et du phosphate).

Comme pour les effluents chimiques (voir sous-chapitre 11.2), les effluents radioactifs liquides et gazeux rejetés par le CNPE seront réglementés par un arrêté unique pour l'ensemble du site (site existant et tranche EPR).

1. DÉTERMINATION DES OBJECTIFS QUANTITATIFS

Déterminer les objectifs quantitatifs revient à déterminer les performances attendues hors aléas, i.e. les rejets réels estimés dans les conditions d'exploitation nominales, sans aléa significatif.

La performance attendue d'EPR résulte de l'application de gains issus de la conception (prise en compte des gains certains et suffisamment chiffrables) à la référence, explicitée ci-après, issue du retour d'expérience récent du palier 1300 MWe.

La période 2001 - 2003 a été retenue, car suffisamment récente pour être représentative des performances actuelles du Parc en exploitation, renseignée selon les nouvelles comptabilisations en vigueur et suffisamment longue pour lisser les effets conjoncturels.

Du fait des 8 sites ainsi concernés sur 3 années, c'est la distribution statistique des 8 éléments que constituent les moyennes de chaque site sur les 3 ans (ramenés à 1 tranche) qui sert de référence. Cette distribution par site permet de garder l'effet « exploitation de site » et d'obtenir des références représentatives d'une performance maîtrisée dans la durée.

La performance attendue hors aléa EPR – i.e. le rejet réel estimé – est tirée, chaque fois que possible, des éléments de conception et des calculs de terme source, en appliquant le gain escompté, lorsque cela a un sens, à la référence que constitue le premier quartile de cette distribution du REX 1300 MWe (sauf cas particuliers).

Nota : Du fait des effets cumulés d'une puissance accrue et d'un coefficient de disponibilité accru, à valeur absolue de rejet égale, les rejets EPR rapportés à l'énergie produite sont 25 % inférieurs aux rejets 1300.

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.

L'EPR, par ses options de conception et ses performances intrinsèques, intègre directement cet objectif de réduction.

Après avoir produit son énergie en réacteur suivant le nombre de cycles définis par la gestion combustible un assemblage combustible est épuisé 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 » (MAVL),
- d'un contenu, matière combustible constituée de :
 - environ 96 % de matière recyclable (uranium et plutonium),
 - environ 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.

En particulier, par rapport aux centrales existantes, l'EPR permet une meilleure utilisation des neutrons produits, une meilleure utilisation globale de la matière combustible. Il est ainsi possible de réduire la quantité de déchets produits par irradiation, pour une même énergie fournie.

Caractéristiques de conception de l'EPR

Trois options de conception de l'EPR participent directement à la réduction des besoins en uranium naturel et des déchets issus du combustible nécessaire à la production d'une énergie donnée :

- L'adoption d'un « **gros cœur** », constitué de 241 assemblages combustibles à comparer aux 205 éléments du palier N4, pour des puissances électriques comparables. Les gains qu'il procure ont les origines physiques suivantes :
 - La réduction des fuites de neutrons liée à l'augmentation de la taille du cœur.
 - Les assemblages supplémentaires entraînent une réduction de 15 % de la puissance linéique moyenne du cœur à la puissance nominale, ce qui permet, de diminuer l'empoisonnement neutronique dû au xénon, et surtout d'augmenter le taux de fractionnement des recharges (à taux de combustion et longueur de campagne donnés).

Globalement, pour des campagnes d'exploitation de 18 mois retenues en référence, les gains liés à l'adoption du « **gros cœur** » (fractionnement des recharges) permettent une économie d'uranium naturel de l'ordre de 5 %.

D'autre part, les marges supplémentaires du « gros cœur » permettent d'adopter des plans de chargement dits « faibles fuites » qui contribuent à une meilleure utilisation du combustible (réduction des fuites neutroniques radiales).

- La mise en oeuvre d'un réflecteur massif en acier dit « **réflecteur lourd** ». La réduction des fuites neutroniques radiales qu'il engendre, procure là encore, une économie de 2 à 3 % d'uranium naturel consommé à énergie produite donnée.
- L'amélioration d'environ 2 % du **rendement global de l'installation**, et notamment la meilleure efficacité de la turbine.

Le tableau [TAB-11.3.1](#) illustre, à énergie produite donnée, la diminution proportionnelle des quantités d'assemblages irradiés obtenue grâce à l'amélioration de l'utilisation du combustible qui permet de diminuer globalement les quantités de matières irradiées en réacteur : Uranium et déchets de structure (déchets MAVL). Une réduction de 20 % des déchets MAVL est ainsi obtenue.

Ainsi, la conception neutronique, conjuguée à l'amélioration de son rendement est un point fort de l'EPR : le combustible irradié en réacteur est mieux utilisé ce qui entraîne une diminution significative des déchets radioactifs à vie longue issus du combustible et de son gainage.

3. DÉCHETS SOLIDES PRÉVISIONNELS HORS COMBUSTIBLE

Le système de Traitement des Effluents Solides radioactifs (TES) est décrit dans la section 11.1.5.

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 de l'évaporateur du circuit de traitement des effluents usés (TEU),
- Les effluents chimiques à forte concentration provenant des décontaminations,
- Les déchets technologiques divers susceptibles d'être contaminés (vinyls, papier, ferrailles...).

Le tableau [TAB-11.3.2](#) donne, en volume, la production annuelle estimée de déchets bruts (avant conditionnement) pour chaque type de déchet pour 1 tranche EPR. Suite à une première estimation sur la base du retour d'expérience des tranches françaises et allemandes, une deuxième approche a été engagée, en visant une réduction significative du volume de déchets technologiques produits [Réf \[4\]](#). La détermination du volume estimé des déchets solides hors combustible a ainsi été réalisée par agrégation du meilleur quartile pour chaque type de déchet (et non par site), ce qui donne un volume total de l'ordre de 80 m³ /an (à comparer aux quelques 120 m³ que donnerait le cumul des moyennes sur 2004 ou aux 100 m³ qui constituent le 1^{er} quartile 2004 du volume total par site 1300 MWe).

Sur EPR, les sources de réduction des déchets solides sont les suivantes :

- La mise en place à la conception du zonage propreté-déchets établi selon la note de méthodologie [Réf \[5\]](#), permettant à la source un meilleur tri des déchets et la production de déchets conventionnels pour les interventions non contaminantes en zone contrôlée.
- Une meilleure maîtrise du terme source dans le choix des matériaux en contact avec le fluide primaire conduisant à la réduction de la production des produits de corrosion (réduction d'activité, cobalt 60 en particulier).
- Une optimisation du conditionnement chimique du fluide primaire (voir sous-chapitre 9.6), en particulier par :
 - un maintien d'une valeur de pH constante du fluide primaire par une régulation optimisée de la concentration en lithium,
 - un réglage de la concentration en hydrogène dissous dans le fluide primaire de manière à réduire la teneur en oxygène et à limiter le phénomène de radiolyse,
 - une meilleure élimination de l'oxygène dissous lors du traitement des effluents primaires (évaporation et dégazage) et recombinaison de l'hydrogène dans le système de traitement des effluents gazeux,
 - l'injection de zinc dans le circuit primaire pour empêcher l'incorporation du cobalt dans les oxydes des zones hors flux.
- Une meilleure prise en compte de la sélectivité des drainages RPE facilitant le recyclage.
- Une surface filtrante plus importante que pour les paliers 1300 MWe et N4 sur les filtres de purification du RCV, du fait de la technologie des filtres (paniers multcartouches et non monocartouche).
- Un dispositif, dans le BTE, pour permettre l'intégration de plusieurs filtres dans une même coque béton, limitant ainsi le volume de déchets conditionnés.

- Un meilleur tri des déchets au BTE avec une installation, comprenant principalement une presse à compacter et un déchiqueteur, prévue dès la conception, limitant ainsi le volume de déchets conditionnés.

Il est à noter que ce volume de déchets dépend de l'arbitrage réalisé entre rejets et déchets dans la gestion de l'installation et qu'il peut donc évoluer en fonction des modes de traitement des effluents. Le volume total donné dans le tableau [TAB-11.3.1](#) n'intègre pas, par exemple, l'impact en terme de concentrats du traitement partiel éventuel des drains résiduaux sur évaporateur TEU (impact de l'ordre de quelques m³).

Le volume annuel de résines échangeuses d'ions provenant du système APG (purges des générateurs de vapeur) est estimé à 7,5 m³ (résines non-régénérables).

4. EFFLUENTS RADIOACTIFS

Dans l'optique d'une évaluation réaliste des rejets radioactifs de l'EPR, une démarche pragmatique consiste à réaliser une comparaison des schémas de conception de l'EPR et des paliers existants en considérant les éléments déterminants de la chaîne de production / collecte / traitement / rejet [Réf \[1\]](#). Les différentes étapes de cette démarche comparative sont :

- La comparaison des termes sources RCP,
- L'identification des principales voies de rejet et la quantification de ces voies sur le Parc (à partir du Retour d'Expérience),
- La comparaison des conceptions pour ces voies de rejet entre l'EPR et le Parc,
- L'évaluation, pour chaque voie, de l'impact des évolutions de conception de l'EPR sur les rejets.

Il faut préciser que la démarche adoptée est comparative, à savoir qu'à partir des rejets réels du Parc (et non des autorisations de rejets), elle évalue les principales différences de rejets entre le Parc (P'4) et EPR, ceci toutes choses égales par ailleurs. Ceci ne préjuge pas d'un aléa possible sur EPR qui rendrait les rejets réels supérieurs à ceux estimés. D'où la nécessité de raisonner en comparatif.

Les valeurs présentées ci-après sont les valeurs relatives à une tranche EPR.

4.1. REJET DE TRITIUM

4.1.1. Nature des sources de tritium

Dans les réacteurs à eau pressurisée, les sources de tritium susceptibles de contaminer le circuit primaire peuvent être classées en deux catégories :

- les sources directes, pour lesquelles le tritium est directement produit dans le fluide caloporteur,
- les sources indirectes pour lesquelles existent des barrières physiques les isolant du caloporteur.

4.1.1.1. Les sources directes

Les sources directes de tritium ont principalement pour origines les réactions nucléaires sur certains éléments contenus dans l'eau du circuit primaire. Les réactions de production sont les suivantes :

- ^{10}B ($n, 2\alpha$) ^3H sur le bore de contrôle de la réactivité, introduit sous forme d'acide borique,
- ^6Li (n, α) ^3H sur le lithium utilisé sous forme d'hydroxyde de lithium (lithine, LiOH) pour le contrôle du $\text{pH}_{300^\circ\text{C}}$ du fluide primaire,
- ^2H (n, γ) ^3H sur le deutérium naturellement présent dans l'eau primaire et résultant également de la réaction neutronique sur l'hydrogène ^1H .

Le bore utilisé comme absorbant neutronique pour limiter la réactivité du cœur, est injecté sous forme d'acide borique. Le lithium est injecté sous forme de lithine qui est une base forte utilisée pour

contrôler un $pH_{300^{\circ}C}$ limitant la corrosion des éléments constitutifs du circuit primaire. Sa concentration est coordonnée à celle du bore. (voir sous-chapitre 9.6)

4.1.1.2. Les sources indirectes

Les sources indirectes de tritium ont pour origine :

- le combustible lui-même, par des réactions de fission ternaires,
- le bore contenu dans les crayons de poison consommable ou les barres de contrôle par la réaction $^{10}B(n, 2\alpha)^3H$,
- l'hélium de pressurisation des crayons combustibles par la réaction $^3He(n, p)^3H$,
- le béryllium des grappes sources secondaires neutroniques Sb-Be.

Bien que le combustible constitue la principale source de tritium, sa contribution à la contamination en tritium du fluide primaire demeure très faible en raison de la forte affinité du tritium pour le zirconium constituant les gaines et sa très faible diffusivité dans l'oxyde formé en surface de celles-ci (zircone). Ce comportement n'est pas modifié par l'adoption du matériau de gainage M5.

De plus, il a été montré que le B_4C des barres de contrôle des REP 1300 MWe ne relâche pas de tritium dans les conditions normales de fonctionnement.

En revanche, les **grappes sources secondaires neutroniques** représentent une source potentielle importante de contamination du fluide primaire par le tritium. Ces grappes ont pour rôle de démontrer la disponibilité des Chaînes Neutroniques Sources (CNS) en assurant un taux de comptage supérieur au bruit de fond, conformément aux Spécifications Techniques d'Exploitation (STE). Les crayons sources secondaires sont constitués d'un mélange Sb-Be fritté à froid, particulièrement tritigène sous flux neutronique. Ces crayons ont un gainage en acier inoxydable réputé très perméable au tritium (à 99 % dans les gammes de température de fonctionnement normal). La contribution de ces grappes sources secondaires varie en fonction de la durée d'irradiation, variation estimée de 4 à 12 TBq/an lors des campagnes de validation du terme source tritium.

4.1.2. Moyens de réduction de la production de tritium pour EPR

Dans les REP EDF, le tritium rejeté est donc principalement formé à partir des sources directes et des grappes sources secondaires neutroniques (uniquement pour les paliers 1300 et 1450 MWe). En conséquence les voies suivantes ont été explorées.

4.1.2.1. Poison consommable et concentration en Bore

La concentration en bore peut être diminuée en augmentant l'utilisation de poisons consommables. De la diminution de la concentration en bore découle la diminution de la production de tritium associée.

Pour EPR, le choix du poison consommable s'est porté sur le gadolinium. Cet empoisonnement consiste à mélanger de l'oxyde de gadolinium (Gd_2O_3) à l'UO₂ dans les pastilles d'un certain nombre de crayons combustibles (entre 4 et 20 la plupart du temps). Le Gd_2O_3 dégrade la conductibilité thermique des pastilles dans lequel il est introduit. C'est pourquoi on est amené à l'introduire dans des crayons présentant un enrichissement inférieur au reste de l'assemblage. Ceci se traduit par une pénalité « résiduelle » qui peut être importante si le nombre de crayons empoisonnés est important.

L'adaptation à la puissance de dimensionnement de 4500 MWth a impliqué la modification de certaines de caractéristiques des gestions du combustible (augmentation du nombre d'assemblages neufs chargés, afin de conserver les mêmes longueurs naturelles en dépit d'une augmentation de 6 % de la puissance), cette opportunité a été saisie pour maîtriser le terme source tritium via l'optimisation de la charge en gadolinium.

La démarche d'optimisation a été appliquée aux gestions UO₂ et MOX 18 mois IN/OUT. Une attention particulière a aussi été portée à l'exercice d'adaptation de la gestion UO₂ 22 mois : les charges en

gadolinium des gestions concernées ont été augmentées et optimisées, afin de réduire la concentration en bore et en conséquence la production de tritium tout en maîtrisant les pertes en JEPP engendrées.

Cette action a conduit à une baisse de la production annuelle maximale de tritium d'EPR, en dépit du facteur défavorable que constitue l'augmentation de puissance considérée.

4.1.2.2. Grappes sources secondaires

Le calcul du terme source tritium présenté ici tient compte de la contribution des grappes sources secondaires neutroniques (GSS).

Pour réduire la contribution de ces grappes, deux solutions sont théoriquement envisageables, les supprimer ou remplacer le gainage de ces grappes en acier inoxydable par un alliage à base zirconium.

Une analyse de la suppression des grappes sources secondaires pour EPR a été menée. En l'absence de REX sur les taux de comptage des CNS, il n'est pas encore possible de garantir la faisabilité de la suppression des GSS mais elle est théoriquement envisageable au cycle 3 de la première gestion de l'EPR FLA3.

L'emploi d'un gainage à base de zirconium pour les grappes sources secondaires n'est pas retenu, car il présenterait un bilan environnemental négatif du fait de son incompatibilité avec la durée actuelle d'utilisation de ces grappes (15 ans) :

- il imposerait le remplacement de ces grappes au bout de cinq ans d'utilisation. Une telle fréquence de renouvellement impliquerait l'augmentation de la quantité de béryllium dans les déchets par augmentation du nombre de remplacements.
- par ailleurs, l'activation de ces grappes sous flux a pour conséquence la formation d'antimoine 124, antimoine 125 et cobalt 60 principalement. L'activité de ces radio-isotopes après 5 ans d'irradiation va de quelques centaines de TBq à quelques dizaines de milliers de TBq pour quatre grappes de type 1300 MWe. L'activité à saturation étant atteinte avant 5 ans, le remplacement précoce des grappes sources secondaires aurait pour conséquence de multiplier l'activité totale des déchets associés à l'utilisation de ces grappes par le nombre de remplacements.

4.1.2.3. Lithium

Pour réduire la production de tritium à partir du lithium, la lithine destinée à conditionner chimiquement le fluide primaire a été enrichie en ^7Li . La spécification de la composition isotopique du lithium d'appoint est au moins de \square at. % de ^7Li (pour comparaison, la composition isotopique du lithium naturel est de 91,47 at. % de ^7Li).

Sur l'EPR, l'augmentation de la concentration en bore inhérente aux gestions du combustible EPR de 18 mois au moins, conduit à injecter une quantité d'acide borique plus importante, induisant ainsi une baisse du $\text{pH}_{300^\circ\text{C}}$. Pour compenser cette baisse sans besoin d'injecter une quantité importante de lithium, il a été retenu d'utiliser de l'acide borique enrichi en ^{10}B .

D'autre part, afin de limiter les phénomènes de corrosion, une coordination bore-lithium visant un pH constant à 300°C (voir sous-chapitre 9.6) a été sélectionnée pour l'EPR.

La chimie retenue pour EPR contribue ainsi à optimiser la production tritium, pour une même concentration en bore 10.

4.1.3. Estimation des rejets liquides réels en tritium

Le tritium produit est rejeté à la fois sous forme liquide et gazeuse. Néanmoins, la volonté du Parc est de rejeter par voie liquide la quasi-totalité du tritium produit, afin d'éviter son accumulation dans le circuit primaire et/ou sa dissémination dans les autres circuits et ainsi limiter les rejets tritium sous

forme gazeuse. Des règles de bonne gestion du tritium issues des réflexions engagées depuis plusieurs années sur le tritium ont été mises en place pour atteindre cet objectif.

L'estimation de la production moyenne, i. e. rejet estimé (performance attendue hors aléa) donne une valeur de performance attendue hors aléas de 52 TBq/an. Cette estimation a été obtenue pour une gestion UO₂ –IO-18 mois avec un début de cycle réparti aléatoirement sur l'année, un coefficient de production de 91 %. Cette valeur de performance n'est pas modifiée par la prise en compte du bore enrichi en ¹⁰B dans le cadre de la mise en œuvre de la chimie APC.

La performance attendue hors aléa pour l'EPR est donc estimée à **52 TBq/an**.

4.1.4. Estimation des rejets gazeux réels de tritium

Par conception il n'y a pas de balayage de bêche TEP intermédiaire (contrairement au 1300 MWe, où la majeure partie des rejets gazeux de tritium en sont issus) et donc l'essentiel du rejet de tritium gazeux provient de l'évaporation des piscines, comme sur les paliers 900 MWe et N4, et de la bêche IRWST qui se trouve au fond du BR.

A l'exception de la vapeur d'eau tritiée recondensée dans le BR sur les batteries froides EVR, le tritium gazeux est acheminé par les systèmes de ventilation et rejeté de manière continue à la cheminée.

Le REX du parc montre néanmoins que les rejets gazeux en tritium constituent 1% du rejet total. Ceci étant, les efforts visant à minimiser le rejet en tritium gazeux sont portés par une politique de limitation de la concentration en tritium dans l'IRWST et la piscine BK par le biais du rejet des distillats TEP.

Le prorata des surfaces de piscine, en supposant une teneur en tritium dans la piscine BK égale à celle du Parc, donne un rejet de 0,35 TBq/an. Selon l'évaporation et la quantité de vapeur d'eau recondensée sur les batteries froides de la ventilation du BR (EVR), les rejets liés à l'IRWST varient de 0 à 0,5 TBq/an, la valeur réaliste étant située dans la partie basse de cette estimation (0,13 TBq).

Le rejet réel estimé résulte de la somme des contributions en tritium gazeux de la piscine de désactivation et de l'IRWST. La performance attendue hors aléa est alors estimée à **0,5 TBq/an**.

4.2. REJET DE CARBONE 14

4.2.1. Nature des sources de carbone 14

Le C14 est un radioisotope à vie longue (5730 ans de période radioactive), émetteur bêta pur de faible énergie ($E_{\max} = 156 \text{ keV}$).

Le terme source à l'origine des rejets en carbone 14 est constitué d'un terme source liquide, imputable aux réactions neutroniques dans le fluide primaire, et un terme source spécifiquement gazeux lié au fonctionnement du système « aeroball » et de l'atmosphère du puits de cuve [Réf \[2\]](#).

4.2.1.1. Contribution du fluide primaire et du combustible

Le carbone 14 est produit dans le fluide primaire d'un REP principalement à partir des réactions suivantes :

- $^{17}\text{O} (n, \alpha) ^{14}\text{C}$: il s'agit de la principale voie de formation du carbone 14. Cette voie de formation est incontournable pour tout réacteur à eau pressurisée dans la mesure où elle met en jeu l'oxygène 17 de l'eau. Elle constitue la part invariable des rejets en carbone 14.
- $^{14}\text{N} (n, p) ^{14}\text{C}$: cette voie de formation définit la part variable des rejets en carbone 14 car la production de C14 par cette réaction est tributaire de la teneur en azote dissous dans le fluide primaire (voir plus loin [§ 4.2.2.](#)).
- $^{13}\text{C} (n, \gamma) ^{14}\text{C}$: la production de C14 à partir du carbone est très faible devant celle provenant de l'oxygène et de l'azote. Par la suite, cette voie de formation sera négligée.

Le C14 est aussi formé en grande quantité dans le combustible à partir de l'oxygène de l'UO₂ et d'impuretés d'azote, mais reste confiné dans la gaine étanche. De plus, le comportement du C14 produit à partir de l'oxygène et de l'azote contenus en phase solide dans le matériau de gainage n'est pas connu. Par la suite, nous négligerons ces voies de formation qui concernent essentiellement l'aval du cycle.

Les aspects quantitatifs liés à la production du C14 sont abordés dans le [§ 4.2.2.](#)

4.2.1.2. Contribution du système « aeroball »

Le système « aeroball » servant pour la mesure du flux neutronique comprend 40 cannes insérées dans les assemblages. En début de mesure, des billes contenant du vanadium sont propulsées dans ces cannes vers le cœur, par de l'azote. Elle sont activées sous flux neutronique et enfin sont ramenées par de l'azote vers un système de spectrométrie.

Le gaz issu du transport des billes est relâché dans le BR après rétention des particules sur un filtre à charbon.

Pour l'EPR, le bilan de production de carbone 14 associé à l'azote du système « aeroball » est estimé à environ 1 MBq/an [Réf \[2\]](#).

Le système « aeroball » ne contribue donc pas notablement à la production de C14 d'EPR.

4.2.1.3. Contribution de l'atmosphère du puits de cuve

Les réactions neutroniques sur l'azote et l'oxygène de l'atmosphère du puits de cuve peuvent contribuer à la formation de carbone 14.

L'activité en C14 formé à partir de l'azote et de l'oxygène de l'atmosphère du puits de cuve a été évaluée à 1 GBq/an pour une tranche EPR. La contribution de l'atmosphère du puits de cuve est donc négligeable devant celle de l'activation du fluide primaire.

4.2.2. Incidence de l'azote dissous dans le fluide primaire

La production de C14 est sensible à la concentration en azote dissout dans le fluide primaire qui dépend des choix technologiques concernant les circuits adjacents et leur mode de fonctionnement.

La concentration en azote dissout pour les REP 1300 MWe est de l'ordre de 0,1 à 1 ppm. Cet azote provient principalement des entrées d'air via les appoints d'eau et de bore, mais aussi de l'hydrazine injectée en période de démarrage, pour éliminer l'oxygène dissout résiduel.

Sur EPR les voies d'entrée d'azote sont les bâches d'appoint d'eau et de bore qui sont balayées par de l'azote en légère dépression (0,8 bar), ainsi que le ballon RCV dont le ciel est balayé à l'azote à partir du système TEG.

L'entrée d'azote dans le circuit primaire est donc liée aux appoints en provenance des capacités d'eau et de bore, notamment lors d'un fonctionnement en suivi de charge, et d'une circulation permanente du fluide primaire dans le ballon RCV.

Il est possible d'évaluer de manière conservatrice la concentration en azote du fluide primaire inhérente à l'utilisation du RCV EPR, en supposant que cette concentration est celle des bâches et réservoirs connectés au circuit primaire.

A partir de la pression partielle d'azote du ciel du ballon RCV et de la température du liquide du ballon RCV, la fraction massique d'azote dans le fluide, régie par la loi de Henry, est de 18 ppm environ. Celle des bâches d'eau et de bore est de 12 ppm environ, la pression d'azote dans les ciels de ces bâches étant plus faible.

Dans ces conditions, la production de C14 annuelle pour EPR avec un coefficient de production de 91 % (nombre de JEPP réalisés dans l'année / 365, par conservatisme il est supposé égal au coefficient de disponibilité) s'élève à 478 GBq/an.

Cette contribution au terme source ne remet pas en cause le choix du ciel d'azote du ballon RCV, compte tenu de la réduction du risque hydrogène qui a motivé ce choix. De plus, le remplacement de l'azote par un autre gaz inertant ne peut être envisagé (l'argon s'active en ^{41}Ar émetteur gamma et entraînerait une très forte augmentation des débits de doses ; l'hélium produit du tritium sous flux neutronique ; le CO_2 est un oxydant dont l'introduction est contraire aux pratiques de limitation de la corrosion des circuits).

Concernant le piégeage du CO_2 en phase gazeuse, des études, prenant en compte une estimation des concentrations maximales présentes dans le TEG, ont été récemment menées sur les techniques de piégeage du CO_2 existantes (transferts gaz-solide et gaz-liquide, cryocondensation, séparation membranaire et formation d'hydrates de gaz notamment).

Aucune des techniques passées en revue ne peut répondre actuellement au besoin de piégeage : soit les procédés ne sont pas transposables aux conditions requises (concentration, débit à traiter) ; soit les réalisations n'ont pas dépassé le stade de prototypes.

Il n'existe donc pas de moyen industrialisable pour le piégeage du CO_2 dans les effluents gazeux (TEG).

4.2.3. Estimation du rejet liquide réel de carbone 14

Les rejets liquides en C14 proviennent des distillats TEP non recyclés ainsi que des rejets TEU (drains chimiques du RPE).

Le REX DPN 2001 – 2003 du palier 1300 MWe montre des rejets annuels moyens calculés de 15,5 à 16,2 GBq soit 1,76 Bq/kWh. Les quelques valeurs mesurées (REX court) sont de l'ordre de 11 à 12 GBq et confirment assez bien le ratio qui sert à l'estimation calculée (15 GBq/GWan).

Le rejet réel estimé en C14 liquide (performance attendue hors aléa) est évalué par extrapolation de ce REX sur la base du Kd de 91 %, soit **23 GBq/an**.

Des études de vérifications, basées sur une modélisation de la production de carbone 14 [Réf \[2\]](#), ont permis de conforter cette valeur de performance issue du REX.

D'une manière générale, du fait des différences de technologie entre le cœur d'un EPR et celui d'un REP 1 300 MWe EDF, la production de C14 par unité de masse de fluide primaire est plus faible pour EPR que pour un REP 1300 MWe. Cependant, le réacteur EPR étant plus puissant et sa disponibilité attendue plus importante, sa production "absolue" de C14 sera nécessairement supérieure à celle d'un REP 1300 MWe.

4.2.4. Estimation des rejets gazeux réels de carbone 14

Les rejets gazeux en C14 en fonctionnement normal se font essentiellement via la ventilation du BR en fonctionnement normal. S'y ajoutent les rejets TEG lors des grands transitoires d'arrêt de tranche et les rejets du DWN lors des opérations de maintenance des capacités connectées au TEG.

Le REX DPN 2001 – 2003 des rejets annuels moyens calculés (la méthode des quartiles n'est pas applicable) va de 210 à 250 GBq soit 24 Bq/kWh. Pour l'estimation du rejet réel estimé, l'extrapolation de ce retour d'expérience à EPR avec prise en compte du terme source lié à l'atmosphère azote du ballon RCV donne un rejet gazeux en C14 de 350 GBq (scénario médian de teneur N_2).

De plus, les études [Réf \[2\]](#) de consolidation des hypothèses sur la pression nominale dans le ballon RCV associée à l'optimisation des prescriptions sur la concentration en hydrogène dissous dans le circuit primaire ont permis de conforter une production annuelle de carbone 14 en régime nominal compatible avec cet objectif de performance.

La performance attendue hors aléa (rejet réel estimé) s'élève donc à **350 GBq/an**.

4.3. REJETS DES AUTRES RADIONUCLÉIDES

Les iodes, gaz rares (pour les rejets gazeux) et autres produits de fission et d'activation sont aussi soumis à des objectifs environnementaux inscrits dans le processus de réduction des rejets.

4.3.1. Estimation du rejet liquide réel d'iodes et autres PF/PA

4.3.1.1. Gain de conception EPR sur les rejets liquides d'iodes et autres PF/PA

Le REX a montré que 30 % du rejet en activité est lié aux drains résiduaux, 1 % aux drains chimiques, 60 % aux drains de plancher et 9 % aux effluents de laverie et distillats TEP. Les performances attendues d'EPR, du fait de sa conception, sont :

- Drains de Plancher (DP) : la conception, collecte sélective améliorée, différenciation plus poussée des drains de plancher, conduit à ne traiter par TEU (par filtration) que les drains de plancher 1 (DP1) et 2 (DP2) . En cas de pollution, les DP1 peuvent être envoyés à TEU chimique pour un traitement par évaporation. De même, les DP2 peuvent être envoyés à l'évaporateur au besoin à partir des DP TEU. Les drains de plancher 3 (DP3) sont normalement envoyés à SEK car non contaminés . En cas de pollution incidentelle, ils peuvent être envoyés vers TEU plancher pour filtration avant rejet. Ainsi, l'orientation des effluents est possible, par conception sur EPR, vers les différentes lignes de traitement du TEU (filtration, déminéralisation, évaporation) de manière à permettre en exploitation, la souplesse nécessaire pour choisir entre la production d'effluents liquides et la génération de déchets solides et s'adapter ainsi au mieux aux contraintes techniques, environnementales et économiques. Le gain lié à cette optimisation est difficilement quantifiable, d'autant plus que les meilleures tranches du Parc ont su faire évoluer leurs procédures pour orienter les contenus des DP en fonction de l'activité. La conception d'EPR intègre en fait la pratique des meilleures tranches en simplifiant l'exploitation.

4.3.1.2. Estimation du rejet liquide réel en iodes

Le REX parc 1300 MWe sur 2001 – 2003 montre des rejets moyens annuels assez variables de 4 MBq à 18 MBq avec un 1er quartile proche de 7 MBq soit environ 0,7 mBq/kWh.

Ces valeurs sont très faibles et correspondent à une comptabilisation de seuils (on est en limite de mesure).

L'extrapolation à EPR a donc un sens faible et d'ailleurs dans ce cas, elle doit plutôt se faire sur la valeur de rejet brut annuel (ces rejets ne sont pas directement fonction de la production de la tranche), ce qui donnerait 7 MBq, puisqu'il n'y a pas d'évolution de conception dont l'effet soit véritablement certain sur les rejets liquides d'iode.

Finalement, la valeur retenue de performance attendue hors aléa (rejet réel estimé) est donc de **7 MBq/an**.

4.3.1.3. Estimation du rejet liquide réel en autres PF/PA

Comme dans le cas des iodes liquides, les valeurs de rejets sont faibles et correspondent à une comptabilisation de seuils dans la mesure où les rejets sont en limite du domaine de mesure.

En effet, le REX parc 1300 MWe sur 2001 – 2003 montre des rejets moyens annuels des autres Produits de Fission et d'Activation de 0,4 GBq à 1,2 GBq avec un premier quartile à 0,6 GBq, soit environ 61 mBq/kWh.

L'extrapolation à EPR sur la base d'un rapport à l'énergie produite donnerait 0,7 GBq. Cette approche n'est pas nécessairement la plus pertinente techniquement : l'extrapolation peut aussi se faire sur la valeur de rejet brut annuel car ces rejets ne sont pas directement fonction de la production de la tranche, cela donnerait alors 0,54 GBq.

Compte-tenu de cette double approche et des incertitudes de mesures nous retenons une performance attendue hors aléa de **0,6 GBq**.

4.3.2. Rejets gazeux des iodes, gaz rares et autres PF/PA

4.3.2.1. Gain de conception EPR sur les rejets gazeux des iodes, gaz rares et autres PF/PA

Le système de Traitement des Effluents Gazeux, (TEG, voir section 11.1.4), constitue un choix de conception clairement orienté vers une réduction des rejets gazeux. Ce circuit issu de la conception Konvoi fonctionne la majorité du temps de fonctionnement en boucle quasi fermée pour le traitement des effluents hydrogénés, ce qui n'est pas le cas sur le palier 1300 MWe. Cette conception permet notamment un meilleur traitement des pics d'activité lors des passages en arrêt à froid. Ses principales caractéristiques sont :

- mise en commun des ciels de bâches 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 bâche : abaissement de la teneur en H₂, uniformisation du traitement de gaz que sa composition comporte H₂ ou O₂,
- recyclage des gaz : limitation du volume des rejets gazeux en fonctionnement normal,
- recombinaison de l'hydrogène,
- décroissance des gaz (xénon et krypton surtout) sur lits à retard (capacités de charbon actif) : cela assure 40 h de décroissance pour les kryptons (période de 85 Kr^m de 4,48 h) et 40 j pour les xénon (période de 5,25 j pour le 133 Xe),
- rejet à la cheminée dès l'atteinte d'une pression seuil modifiable (point de consigne) selon les volumes de gaz à traiter (adaptation de la capacité de stockage du circuit).

Il n'y a pas de rejet BR en cours de cycle du fait de l'absence de vannes pneumatiques dans le BR à l'exception de ceux liés à la mise en service du système EBA dans le cas de maintenance dans le BR tranche en marche et des phases de dégonflage BR pour le suivi de l'étanchéité de l'enceinte en fonctionnement.

L'ensemble des BAN, BAS et BK est basculable sur ventilation avec Piège à Iode (PI). L'ensemble des locaux, répartis par « cellules », auxquelles sont associées des files de ventilation passe sur filtre à Très Haute Efficacité (THE) et peut basculer sur PI. Sur le 1300 MWe, seuls certains des locaux du BAN sont basculables sur PI après passage sur filtre THE.

Sur la tranche EPR, la mise en place d'une peau métallique sur la paroi interne du bâtiment réacteur limite les infiltrations de gaz radioactifs dans l'espace inter-enceintes (espace mis en dépression par le système de collecte EDE, files d'extractions équipées de pré-filtration et de filtration très haute efficacité).

Selon l'état radiologique du primaire, les gains que l'on peut ainsi raisonnablement escompter (essentiellement liés à la nouvelle conception du TEG) peuvent être de l'ordre de 20 % pour les gaz rares et les iodes, de 15 % pour les autres rejets gazeux.

Néanmoins pour ce type de rejets, il est très important de considérer les aléas d'exploitation (étanchéité du gainage du combustible) sur la radiochimie du fluide primaire et donc sur les rejets gazeux in fine.

4.3.2.2. Rejet gazeux réel estimé en iodes

Les rejets gazeux en iodes ont lieu lors des grands transitoires d'arrêt de tranche et de redémarrage générant de grands volumes d'effluents gazeux à traiter sur TEG et lors des opérations de maintenance nécessitant l'ouverture de capacités de système véhiculant du fluide primaire.

Le REX parc 1300 MWe sur 2001 – 2003 montre des rejets moyens annuels de 16 MBq à 110 MBq avec un 1^{er} quartile à 38 MBq soit 4,6 mBq/kWh. L'extrapolation à l'EPR avec prise en compte du gain de conception de 20 %, sur la base du 1^{er} quartile, n'est pas pertinente.

En effet, ce retour d'expérience est fortement tributaire de l'état radiologique de la tranche et du nombre de transitoires comptabilisés tels que les arrêts de tranche qui génèrent des pics de rejets lors du dégazage du primaire. Sur EPR, ces transitoires sont « lissés » compte tenu de la conception particulière du TEG et de son fonctionnement en continu. D'autre part, pour les tranches les plus propres, le REX s'explique par la comptabilisation de seuils de rejet.

Il est donc plus adapté d'appliquer ce gain au résultat moyen de 60 MBq soit $60 \times 0,8 = 48$ MBq.

Ainsi, la performance attendue hors aléa (rejet réel estimé) est estimée à **50 MBq/an**.

4.3.2.3. Rejet réel estimé en gaz rares

Pour les xénon et les kryptons radioactifs, les rejets ont lieu lors des grands transitoires d'arrêt de tranche et de redémarrage générant de grands volumes d'effluents gazeux à traiter sur TEG et lors des opérations de maintenance nécessitant l'ouverture de capacités de système véhiculant du fluide primaire.

L'inétanchéité des systèmes est également une source de rejet permanent via les systèmes de ventilation.

Pour l'argon 41, le rejet est associé à la mise en service d'EBA avant arrêt de tranche et lors des accès pour maintenance tranche en marche (rejet BR).

Le REX parc 1300 MWe sur 2001 – 2003 montre des rejets moyens annuels très variables de 0,26 TBq à 7,75 TBq avec un 1^{er} quartile proche de 0,8 TBq soit environ 80 Bq/kWh. L'extrapolation à EPR avec prise en compte du gain de conception de 20 % sur la base du 1^{er} quartile n'est pas pertinente car, à l'instar des iodes, ce gain est d'autant plus faible que l'état radiologique de la tranche est bon.

Pour l'estimation du rejet réel, il est donc plus adapté d'appliquer ce gain au résultat moyen de 1,98 TBq mais cette valeur est élevée du fait des problèmes de gainage rencontrés dans cette période du retour d'expérience du 1300 MWe et peut difficilement servir de base à la performance attendue. Aussi, ce même raisonnement appliqué à la médiane avec intégration du gain donne 0,83 TBq. Au final il est raisonnable de prendre pour performance attendue la valeur du premier quartile 1300 sans application de gain spécifique, soit 0,8 TBq.

Cela donne une performance attendue hors aléa (rejet réel estimé) de **0,8 TBq/an**.

4.3.2.4. Rejet gazeux réel estimé en autres PF/PA

Le REX parc 1300 MWe sur 2001 – 2003 montre des rejets moyens annuels très variables de 2 MBq à 11 MBq avec un 1^{er} quartile à 3 MBq soit environ 0,3 mBq/kWh.

Ce rejet est principalement dû aux rejets permanents d'aérosols (effet de seuil combiné à des volumes importants : pas de gain à considérer) et dans une moindre mesure aux rejets BR (gain de 15 % pour EPR).

Ces valeurs sont très faibles et correspondent à une comptabilisation de seuils (on est en limite de mesure).

Pour l'estimation du rejet réel, le gain de 15 % a peu de sens relativement aux tranches les plus « propres » (qui sont aussi celles qui ont les seuils les plus bas), il est plus adapté de l'appliquer à la valeur moyenne de 5 MBq, soit $5 \times 0,85 = 4,2$ MBq.

Une performance attendue hors aléa (rejet réel estimé) de **4 MBq/an** a donc été retenue.

5. REJETS D'EFFLUENTS CHIMIQUES ASSOCIÉS AUX EFFLUENTS RADIOACTIFS

Qu'ils soient associés aux rejets d'effluents radioactifs (cas du bore et de la lithine par exemple) ou issus du fonctionnement des parties non nucléaires de l'installation (cas des amines de conditionnement du circuit secondaire par exemple), les rejets chimiques font eux-aussi l'objet d'une démarche systématique d'optimisation – réduction.

L'EPR suit en ce sens la démarche globale du Parc en matière de maîtrise et réduction des rejets chimiques (exemple de l'hydrazine).

Dans ce qui suit, ne sont abordées que les principales espèces chimiques liées au process de l'EPR. Les rejets liés au traitement de l'eau brute ou à la production d'eau filtrée et déminéralisée ne sont pas traités ici (caractéristiques non génériques mais très fortement liées au site d'implantation).

Ces estimations font l'objet d'une caractérisation détaillée (hypothèses, volumes pris en comptes, concentrations...) [Réf \[3\]](#).

5.1. ACIDE BORIQUE

Utilisé pour le contrôle de la réaction nucléaire, l'acide borique fait l'objet de rejets en fonction de la production d'effluents du circuit primaire (opérations de dilution du circuit primaire, vidanges pour maintenance ...).

La réduction des rejets borés relève de l'optimisation des pratiques d'exploitation, mais aussi de la conception initiale. A ce titre, les principales caractéristiques de conception EPR sont :

- le traitement partiel des drains résiduels sur évaporateur TEU : les rejets d'acide borique pour EPR devraient présenter a minima un gain d'environ 10 % par rapport au 1300 MWe, en cohérence avec la réduction des effluents liquides. Cette réduction est favorisée par la suppression des média filtrants en fibre de verre sur RCV et TEP car ces filtres introduisent de la silice, impureté nécessitant des opérations de déconcentration par rejet,
- l'utilisation de bore enrichi en ^{10}B (□ % atomique) alors que sur les paliers 1300 MWe et N4, la concentration isotopique est à □ % atomique (isotopie du bore naturel) : cette caractéristique de conception amène à une concentration en bore qui peut être jusqu'à □ % inférieure à celles aujourd'hui rencontrées en exploitation (pour un enrichissement élevé, typiquement de l'ordre de □ % at.),
- le volume plus faible des bâches REA bore (□ m³ contre □ m³), ainsi que sa concentration en Bore (□), ce qui réduit l'impact du rejet d'une bache REA Bore polluée,
- l'ajout de réservoirs et pompes dans divers locaux, pour améliorer la collecte des effluents primaires.

Enfin (même si ce n'est pas spécifique à EPR), l'unité de dessalement qui sera mise en oeuvre sur le site de Flamanville du fait du projet EPR, permettra d'obtenir une eau d'appoint dont la concentration en silice sera plus faible, ce qui sur le long terme réduira en conséquence les rejets de bore liés aux déconcentrations du fluide primaire en silice.

Les chiffres moyens par site sur 2001 – 2003 du 1300 MWe montrent une grande variabilité d'exploitation . On retiendra (en kg/tranche/an) : Min = 3200 ; Max = 10900 ; Moy = 6430. Le 1^{er} quartile situé entre 3200 et 3700 a été retenu à 3200.

L'estimation du rejet réel d'acide borique, i. e. la performance attendue hors aléa, s'obtient par l'application des gains ci-dessus (10 % via le recyclage accru, 30 % via l'enrichissement du Bore) à la référence retenue (1^{er} quartile du REX 1300 MWe) de 3,2 t, soit 2 t/an.

La performance attendue hors aléa estimée pour l'EPR est donc de **2 t/an**.

5.2. LITHINE

Utilisée pour le maintien du $\text{pH}_{300^\circ\text{C}}$ du fluide primaire en fonction de la concentration en acide borique, la lithine peut-être considérée comme bien recyclée dans le primaire, puisque retenue au niveau des déminéraliseurs TEP et TEU. Les rejets sont très faibles ($< 1 \text{ kg/an/tranche}$) et la situation du Parc peut être considérée comme optimisée.

La conception d'EPR se distingue par :

- le recyclage accru des effluents primaires hydrogénés via TEP qui est favorable à la réduction des rejets en lithine,
- une conception permettant de récupérer intégralement le lithium par piégeage sur un échangeur d'ions à lit mélangé (LM) situé en amont du traitement TEP : une fois saturé en Li, celui-ci sera ligné en lieu et place du LM disposé sur la décharge du RCV. Sauf incident d'exploitation (du type « claquage de déminéraliseur »), le lithium ne sortira quasiment pas du process sous forme liquide,
- la concentration en lithium de l'EPR (voir sous-chapitre 9.6) ne pénalise pas le fonctionnement normal (la lithine est retenue sur les déminéraliseurs du TEP et du TEU).

Nota : L'injection automatique de Li (respect à tout instant la consigne de $\text{pH}_{300^\circ\text{C}}$ primaire du diagramme Li / B) ne change rien par rapport à l'injection manuelle, en terme de rejets liquides de lithine.

Compte-tenu de ces éléments de conception, la performance attendue hors aléa de l'EPR correspond à un rejet non mesurable (bien inférieur au kg/an/tranche).

5.3. HYDRAZINE ET AMINES DE CONDITIONNEMENT : MORPHOLINE, ÉTHANOLAMINE, AMMONIAQUE

En ce qui concerne le circuit secondaire, les améliorations de conception apportées à la tranche EPR concernent la recherche de réduction des fuites des équipements en salle des machines, par l'amélioration de l'étanchéité des matériels. De plus, comme sur le Parc en exploitation, les dispositions suivantes sont prévues : conditionnement à l'éthanolamine (avec ammoniac) ou à la morpholine (avec ammoniac) et destruction de l'hydrazine dans les bâches KER. La conservation des GV à l'arrêt sera garantie par conditionnement à l'ammoniac lors des phases d'arrêt.

- Les rejets azotés prévisionnels pour EPR devraient être similaires à ceux du 1300 MWe, que ce soit pour l'hydrazine, la morpholine ou l'ammoniac avec l'hypothèse d'une utilisation des résines APG en mode saturé par l'amine de conditionnement comme sur le palier N4.
- Etant donné le conditionnement chimique éthanolamine ou morpholine (avec complément d'ammoniac), le choix de la régénération des résines APG ne présente pas d'intérêt. L'usage des résines APG en mode non régénéré (tel qu'en place sur les sites en exploitation) est le plus favorable sur le plan des rejets et des déchets et apparaît comme la Meilleure Technologie Disponible.
- Il est à noter que le conditionnement à l'ammoniac haut pH ne sera pas mis en œuvre et le conditionnement le plus vraisemblable est l'éthanolamine avec complément d'ammoniac. En effet, l'éthanolamine constitue un réactif de substitution dont l'efficacité accrue (à pH identique, l'éthanolamine possède un meilleur coefficient de dissociation que la morpholine) a l'avantage de nécessiter une moindre quantité injectée pour le conditionnement chimique et donc, des rejets azotés que l'on peut estimer théoriquement 30 % plus faibles que ceux de la morpholine. De plus, l'éthanolamine présente une meilleure biodégradabilité que la morpholine et ne génère pas de nitrosation dans les bâches (formation de composés chimiques de type R-NO).

5.3.1. Hydrazine

Les rejets d'hydrazine se font à la fois par KER et SEK. Les rejets KER sont issus des purges APG non recyclées et des vidanges GV suite à un conditionnement humide des GV à l'arrêt. Les rejets SEK

sont issus du fonctionnement normal, de la vidange à chaud du poste d'eau, et d'un appoint – rejet au redémarrage.

- L'EPR se distingue par la prise en compte à la conception de la destruction de l'hydrazine avant rejet, soit par dégradation thermique, soit par traitement dans les réservoirs KER ainsi que par une optimisation de l'étanchéité des pompes d'injection. Compte tenu de ces données, le gain sur le rejet hors aléa est évalué à 30%, comparativement au parc 1300 MWe.
- L'estimation de la performance attendue hors aléa (rejet réel estimé), en considérant le premier quartile du REX du parc 1300 MWe (10 kg/tranche/an) et le gain escompté pour l'EPR, est de **7 kg/an**.

5.3.2. Morpholine, Ethanolamine et autres rejets azotés

Les rejets se font à la fois par KER et SEK. Les rejets KER sont issus des purges APG non recyclées et des vidanges GV, suite à conditionnement humide. Les rejets SEK sont issus du fonctionnement normal et de la vidange à chaud du poste d'eau et d'un conditionnement au redémarrage.

- L'EPR n'introduit aucune modification de conception quant aux rejets de morpholine ou d'éthanolamine. Aussi, dans le cas des conditionnements à la morpholine ou à l'éthanolamine (avec complément d'ammoniaque), les estimations pour l'EPR des performances attendues hors aléa sont fondées sur les valeurs optimisées de volumes rejetés et de concentrations (purges APG non recyclées, vidange des GV pour conditionnement humide, rejets SEK). Cela donne, selon le conditionnement :
 - pour un conditionnement à la morpholine (avec ammoniaque), une performance attendue hors aléa (rejet réel estimé) de l'ordre de **345 kg/an/tranche**.
 - pour un conditionnement à l'éthanolamine (avec ammoniaque), une performance attendue hors aléa (rejet réel estimé) de l'ordre de **250 kg/an/tranche**.
- Pour ce qui est du **rejet total azoté maximal**, en incluant l'apport des purges APG non recyclées et des vidanges de GV au KER, ainsi que le flux secondaire hors CVI, l'estimation du rejet total azoté est de **5060 kg/an**.

5.4. PHOSPHATE

Utilisé comme inhibiteur de corrosion (pH basique) pour le conditionnement chimique des circuits RRI, SRI, principalement, le phosphate (sous forme de phosphate trisodique : Na_3PO_4) fait partie des rejets chimiques particulièrement suivis (problématique d'eutrophisation). La réduction de son rejet est un des objectifs environnementaux de l'EPR.

Les rejets prévisionnels de phosphates pour l'EPR devraient présenter **un gain d'environ 30 %** par rapport au 1300 MWe toutes choses égales par ailleurs, du fait de dispositions de conception prévenant la carbonatation du phosphate par le CO_2 atmosphérique (installation de gardes hydrauliques) des circuits RRI et SRI, dont les conséquences attendues sont : une concentration moindre de phosphates pour obtenir un même pH et moins de purges des circuits (appoints - rejets) pour combattre les effets de la carbonatation.

Du fait des dispositifs anti-carbonatation de conception sur l'EPR il peut être retenu pour l'estimation des rejets réels, une concentration moyenne en phosphates plus faible que celles aujourd'hui rencontrée en exploitation sur le Parc.

La concentration maximale retenue habituellement en terme de spécification est de 500 mg/L (exprimé en PO_4^{3-}). Du fait des dispositifs anti-carbonatation de conception sur l'EPR, une concentration de mg/L a été retenue pour l'estimation du rejet réel.

L'estimation du rejet de phosphates se construit à partir du volume total renouvelé sur RRI (m^3), des 5 volumes totaux renouvelés sur SRI (m^3), de la concentration dans ces deux circuits (mg/L) et des flux optimisés associés au TRI et DER (kg).

La prise en compte de ces optimisations dans le cadre des scénarii habituels de rejets appliqués à l'EPR donne une performance attendue hors aléa (rejet réel estimé) de **155 kg / an**.

6. CONCLUSION

Une recherche d'amélioration de la performance environnementale de l'installation EPR par rapport aux tranches du Parc en exploitation a été entreprise et conduit aux avancées significatives suivantes :

- Une **utilisation plus sobre des ressources d'uranium naturel** (17 % d'économie) ainsi qu'une **diminution significative des déchets radioactifs** à vie longue issus du combustible et de son gainage (réduction de 20 %) et une meilleure utilisation in situ du Plutonium (réduction de 15 % par autoconsommation). Ces gains sont issus de sa conception neutronique (gros cœur, réflecteur neutronique) et des performances de gestion du combustible (haut taux de combustion).
- L'ensemble des dispositions mises en place permet d'atteindre des objectifs de performance fixés pour l'EPR par type de déchets, soit une réduction de 15% par rapport aux sites 1300 MWe et N4.
- **Hors tritium et carbone 14, des rejets radioactifs liquides significativement plus faibles** que ceux du parc actuel grâce notamment à un meilleur tri 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 lorsque cela est possible, à l'utilisation de matériaux sans cobalt.
- **Hors tritium et carbone 14, des rejets radioactifs gazeux significativement plus faibles** que ceux du parc actuel grâce au système de Traitement des Effluents Gazeux (TEG) fonctionnant en continu en boucle quasi-fermée la majorité du temps de fonctionnement et traitant les effluents gazeux primaires.
- Une **maîtrise accrue de la production de Tritium** malgré le passage en gestions combustible à haut taux de combustion (optimisation des concentrations en bore et lithium par utilisation de bore enrichi et augmentation du nombre de crayons gadoliniés, notamment), afin d'atteindre une production spécifique (rapportée au kWh produit) de tritium quasiment égale ou inférieure à celle des unités de production existantes.
- Une **réduction importante de certains rejets chimiques**, notamment les rejets de bore (recyclage accru, concentration en bore initiale de l'eau du circuit primaire plus faible, grâce à l'utilisation de bore enrichi), 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).

De plus, même si cette caractéristique n'est pas générique dans la conception de l'EPR, il est à noter, dans le cadre de l'implantation d'EPR sur le site de Flamanville, l'installation novatrice d'une **unité de dessalement d'eau de mer pour la production d'eau filtrée et déminéralisée** nécessaire au fonctionnement de l'EPR et des tranches existantes. Cette unité qui fonctionnera en base (les 2 unités existantes de déminéralisation classiques d'eau douce étant utiles pour assurer les « pointes » de production), 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 (fer, matières en suspension). De plus, cette unité est optimisée vis-à-vis de la maîtrise du terme-source en silice, ce qui favorise la maîtrise des rejets issus du primaire, notamment en acide borique.

Indépendamment de la méthode employée pour l'estimation des rejets attendus hors aléas pour la tranche EPR et avec une énergie produite jusqu'à 33% supérieure à celle d'une tranche 1300 MWe (effets conjugués d'une puissance installée plus grande et d'une disponibilité plus forte), les caractéristiques de conception de la tranche EPR permettront d'atteindre, pour les différentes substances radioactives, une meilleure performance environnementale que celle du Parc en exploitation.

Il est cependant à noter que les valeurs estimées dépendent de l'arbitrage entre rejets et déchets et sont donc susceptibles d'évoluer en fonction de la politique d'exploitation.

LISTE DES RÉFÉRENCES

[1] Note EDF ENFPIN0200316A : « Proposition d'une méthode pour évaluer l'impact de la conception de l'EPR sur les rejets radioactifs liquides et gazeux en fonctionnement normal »

[2] Note EDF ECEF082891A : « Consolidation de la production annuelle en carbone 14 pour l'EPR »

[3] Note EDF ECEF060592A : « Performances attendues hors aléas des rejets de substances chimiques liquides associées aux effluents radioactifs et aux eaux d'exhaure de la salle des machines pour la tranche EPR »

[4] Note EDF ECESN131346A : « Bilan prévisionnel des déchets radioactifs solides de l'EPR »

[5] Note EDF ECEIG060879B : « Guide de conception Propreté/Déchets pour les bâtiments de l'EPR FA3 »

**TAB-11.3.1 COMPOSITION APRÈS IRRADIATION D'UN
COMBUSTIBLE UO2 ENRICHI SELON LE NIVEAU
D'IRRADIATION ATTEINT (EN KG / TWHE (À 10 ANS))**

	Palier	
	1300 MWe	EPR
Irradiation (GWj / t)	45	52
Matériaux de gainage et embouts (déchets MAVL)	890	710
Uranium "irradié" en réacteur	2810	2210

TAB-11.3.2 PRODUCTION ANNUELLE ESTIMÉE DE DÉCHETS BRUTS (AVANT CONDITIONNEMENT)

	Type de déchets	Volume brut annuel estimé (m ³)
Déchets de procédé	Résines échangeuses d'ions de l'îlot nucléaire	3
	Résines très peu actives APG (non régénération)	7,5
	Boues (puisards, bâches)	1
	Filtres d'eau des traitements des effluents >2mSv/h	5
	Concentrats d'évaporateurs	3
Déchets technologiques et de procédé < 2 mSv/h au contact déchets entreposés en fûts métalliques de 200 L :	Déchets technologiques pré-compactés (densité apparente. 0,5) et non compactables : maintenance (hors métaux), gravats, opérations de décontamination, calorifuge	50 4
	Déchets de procédé non compactables : filtres air, filtres d'eau	
Déchets technologiques > 2mSv/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		82,5