

IRSNINSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE*Faire avancer la sûreté nucléaire*

FICHE TECHNIQUE

Projet EPICEA et BACCARA

Evaluations des impacts radiologiques des rejets des installations EPICEA et BACCARA

Fiche Technique PRP-HOM/SER-2016-00 **084**

Pôle radioprotection, environnement, déchets
et crise

Service d'Etudes et d'Expertise en Radioprotection



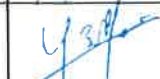
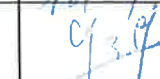
Demandeur	SCA/LPMA
Référence de la demande	PSN-RES/SCA/2016-115 du 4 avril 2016
Numéro de la fiche programme	-
Processus de rattachement	R1

Projet EPICEA et BACCARA

Evaluations des impacts radiologiques des rejets des installations
EPICEA et BACCARA en fonctionnement normal et en situation
accidentelle

L. DESTACAMP

Fiche technique PRP-HOM/SER n° 2016-00089

	Réservé à l'unité			Visas pour diffusion	
	Auteur(s)	Vérificateur	Chef du BERAP par intérim	Chef du SER	
Noms	L. DESTACAMP	C. BERNARD	Y. BILLARAND	Y. BILLARAND	
Dates	09/03/2016	10/03/2016	16/03/2016	16/03/2016	
Signatures					

DIFFUSION : Libre Interne Limitée

*si nécessaire

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Auteur	Pages ou paragraphes modifiés	Description ou commentaires
A	16/03/2016	L. DESTACAMP		

LISTE DE DIFFUSION

Nom	Organisme
M. BOUILLOUX	PSN-RES/SCA
Mme. MONSANGLANT	PSN-RES/SCA/LPMA
M. BILLARAND	PRP-HOM/SER
M. CHARTIER	PRP-HOM/SER
M. RINGEARD	PRP-HOM/SER/BERAP
M. BERNARD	PRP-HOM/SER/BERAP
M. DESTACAMP	PRP-HOM/SER/BERAP

RESUME

Cette fiche technique présente les évaluations d'impact sanitaire radiologique associées aux rejets des installations EPICEA et BACCARA du site de SACLAY en fonctionnement normal et en situation accidentelle.

MOTS-CLES

Etude d'impact radiologique, rejets en fonctionnement normal et en situation accidentelle

TABLE DES MATIERES

1 INTRODUCTION	6
2 ESTIMATION DES ACTIVITES REJETEES PAR LES INSTALLATIONS EPICEA ET BACCARA.....	6
2.1 REJETS DE L'INSTALLATION EPICEA	6
2.2 REJETS DE L'INSTALLATION BACCARA	8
3 EVALUATION DE L'IMPACT EN FONCTIONNEMENT NORMAL POUR LES INSTALLATIONS EPICEA ET BACCARA.....	8
4 EVALUATION DES CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES EN SITUATION ACCIDENTELLE POUR L'INSTALLATION EPICEA	10
5 EVALUATION DES CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES ASSOCIEE AUX REJETS DES ESSAIS A PARTIR DE GAZ EFFECTUES PAR L'INSTALLATION EPICEA	12
6 REFERENCES	13

1 INTRODUCTION

Les installations EPICEA (Essais physiques des contaminamètres de l'eau et de l'air) et BACCARA (Banc de calibrage du radon) sont localisées sur le site de SACLAY. Elles sont pilotées par le Laboratoire de physique et de métrologie des aérosols (LPMA) du Service du confinement et de l'aérodispersion des polluants (SCA) de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

L'installation EPICEA est un laboratoire dans lequel sont réalisés :

- la fabrication de sources non scellées par dépôt d'aérosols sur filtre,
- des essais de moniteurs destinés à la mesure de la radioactivité de l'eau ou de l'air,
- des expérimentations de recherche et de développement relatives à la filtration des aérosols et à l'épuration des gaz.

Ces essais et expérimentations sont, en particulier, nécessaires pour permettre aux industriels et aux utilisateurs de mettre en œuvre des équipements réalisant une mesure fiable des polluants radioactifs dans le cadre de la radioprotection des zones de travail et de l'environnement.

L'installation BACCARA (banc de calibrage du radon) est dédiée aux études sur la métrologie du radon, du thoron et de leurs descendants. Directement raccordée à un étalon primaire de radon, elle permet l'étalonnage des instruments de mesure de l'activité volumique du radon dans l'air.

Dans le cadre des demandes d'autorisation de rejets associées à ses installations le LPMA a sollicité l'appui du Bureau d'expertise de la radioprotection de la population (BERAP) par note interne citée en référence [1] pour évaluer les conséquences des rejets des installations EPICEA et BACCARA sur la population en fonctionnement normal et en situation accidentelle.

Il a été acté au cours de la réunion téléphonique du 10 février qu'il n'est pas nécessaire d'actualiser la fiche technique citée en référence [2] pour l'installation PERSEE.

2 ESTIMATION DES ACTIVITES REJETEES PAR LES INSTALLATIONS EPICEA ET BACCARA

Suite aux discussions menées avec le LPMA sur les activités exercées dans les installations EPICEA et BACCARA, le BERAP retient trois configurations de rejets à évaluer :

- les rejets en fonctionnement normal dont les expérimentations sont réalisées par campagne conduisant à des rejets discontinus sur l'année mais suffisamment nombreux pour supposer un rejet continu,
- les rejets dont les expérimentations sont réalisées par campagne conduisant à des rejets très discontinus sur l'année,
- les rejets associés aux situations accidentelles.

2.1 REJETS DE L'INSTALLATION EPICEA

Les essais effectués dans l'installation EPICEA portent sur des aérosols, des mesures de radon, des mesures d'iode et des gaz (gaz rares et tritium). La fréquence de ces essais au cours de l'année diffère selon les produits utilisés. Les compositions des rejets associées à chaque configuration de rejet sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Compositions des rejets d'effluents gazeux radioactifs de l'installation EPICEA

Radionucléides		Activités annuelles rejetées (en GBq/an) conditions normales et incidentelles de fonctionnement	Activités rejetées (en GBq) - pour une seule expérimentation	Activités rejetées (en GBq) conditions accidentelles
Tritium	HTO	-	$4,0 \cdot 10^{-2}$	-
Gaz rares	^{85}Kr	-	$4,0 \cdot 10^{-2}$	-
	^{133}Xe	-	$4,0 \cdot 10^{-2}$	-
	^{222}Rn	$3,0 \cdot 10^{-1}$	-	-
Iodes	^{131}I	$1,0 \cdot 10^{-4}$	-	$1,0 \cdot 10^{-1}$
Autres émetteurs β, γ	^{90}Sr	$1,7 \cdot 10^{-7}$	-	$1,3 \cdot 10^{-2}$
	^{137}Cs	$1,7 \cdot 10^{-7}$	-	$1,3 \cdot 10^{-2}$
	^{60}Co	$1,7 \cdot 10^{-7}$	-	$1,3 \cdot 10^{-2}$
Autres émetteurs α	^{239}Pu	$5,0 \cdot 10^{-8}$	-	$7,0 \cdot 10^{-2}$

Pour évaluer l'impact des rejets annuels d'effluents gazeux radioactifs en fonctionnement normal de l'installation EPICEA, le BERAP retient les essais effectués avec les aérosols (autres émetteurs α et émetteurs β, γ), l'iode et le radon. Le LPMA précise que les scénarios retenus pour l'élaboration de cette composition des rejets tiennent compte :

- de conditions normales de fonctionnement de l'installation. Les expérimentations sont réalisées par campagne conduisant à des rejets discontinus sur l'année mais suffisamment nombreux pour supposer un rejet continu,
- de situations incidentelles (défaillance d'un filtre THE et PAI sur les barrières de filtres).

Le BERAP rappelle que les situations incidentelles ne devraient pas être retenues dans l'élaboration des limites de rejet demandées. Exceptionnellement pour cette installation et à la vue des activités rejetées, le BERAP retient les activités rejetées associées aux situations incidentelles dans la composition des rejets.

Les essais à partir des gaz (gaz rares et tritium) sont moins expérimentés durant l'année. Le LPMA compte environ une dizaine d'essais à l'année pour une durée de rejet de l'ordre de la journée. Du fait de la complexité à modéliser des rejets courts et aléatoires durant l'année, le BERAP fait le choix d'évaluer l'impact d'une seule expérimentation pour le tritium et pour les gaz rares.

Pour évaluer l'impact des rejets en situation accidentelle, le BERAP retient les scénarios proposés par le LPMA, à savoir :

- pour les aérosols (autres émetteurs α et émetteurs β, γ), un incendie dans le laboratoire,
- pour l'iode, la perte totale de la filtration avant rejet.

2.2 REJETS DE L'INSTALLATION BACCARA

Les essais effectués dans l'installation BACCARA portent sur des sources de radon. Les expérimentations sont réalisées par campagne conduisant à des rejets discontinus sur l'année mais suffisamment nombreux pour supposer un rejet continu. La composition des rejets est présentée dans le tableau 2.

Le LPMA précise qu'une situation accidentelle pour cette installation n'est pas envisageable.

Tableau 2 : Compositions des rejets d'effluents gazeux radioactifs de l'installation BACCARA

Radionucléides		Activités rejetées annuelles (en GBq/an)
Gaz rares	^{220}Rn	$7,2 \cdot 10^2$
	^{222}Rn	3,2

3 EVALUATION DE L'IMPACT EN FONCTIONNEMENT NORMAL POUR LES INSTALLATIONS EPICEA ET BACCARA

Les évaluations présentées ci-après sont réalisées à l'aide du logiciel CONDOR de l'IRSN.

Compositions des activités rejetées

Pour les expériences conduites avec de l'iode, il n'est pas possible d'évaluer la proportion des formes chimiques d'iode I_2 et ICH_3 dans le rejet. Parmi ces deux formes, la forme moléculaire est la plus pénalisante (les coefficients de dose associés sont plus importants). Le BERAP fait l'hypothèse selon laquelle 100% de l'iode est rejeté sous forme moléculaire (I_2).

Il en est de même pour la forme physico-chimique du tritium rejeté à la cheminée (HT ou HTO). Le BERAP retient le tritium sous sa forme la plus pénalisante, en termes d'impact dosimétrique, à savoir sous sa forme HTO.

Concernant les rejets de radon et de thoron, le BERAP applique la méthode de calcul des conséquences radiologiques présentée en annexe 1.

Conditions de rejet

Le BERAP retient pour son évaluation d'impact les hauteurs des émissaires des installations, à savoir :

- 11 m pour l'installation EPICEA,
- 12 m pour l'installation BACCARA.

Données météorologiques

Les données météorologiques considérées sont présentées en annexe 2 et sont issues de la note citée en référence [3]. La hauteur des précipitations correspond à une moyenne de 598 mm/an pour le plateau de Saclay [4] et la durée est estimée à 900 h/an.

Groupes de référence

Les lieux de présence des individus des groupes de référence sont identifiés à partir de l'analyse de l'environnement du site et des zones sous les vents dominants. Ainsi, le BERAP retient les habitants des lieux présentés dans le tableau 3 définis par leur distance et leur azimut par rapport aux émissaires de rejet des

installations. Du fait du rapprochement des émissaires de l'installation BACCARA et EPICEA, le BERAP retient les mêmes localisations des groupes de référence.

Tableau 3 : localisation des groupes de référence

	Distance (en km)	Azimut (en °)
Ferme de Trubuil	1,2	70
Christ-de-Saclay	1,1	50
Saint-Aubin	1,3	200
Villiers-le-Bâcle (Château)	1,8	278
Ferme de Viltain	3,4	8

L'évaluation porte sur :

- les enfants de 1 an à 2 ans,
- les enfants de 8 ans à 12 ans,
- les adultes.

En raison de l'existence d'une activité agricole sur le plateau de Saclay et de la mise en place de filières courtes, le taux d'autarcie peut être élevé. Les rations alimentaires et les taux d'autoconsommation retenus pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an à 2 ans sont issus de la note citée en référence [5] pour la ZEAT « France entière », en considérant une personne vivant en milieu rural. Les points de calcul sont également définis en fonction de la présence de fermes (Trubuil et Viltain).

Voies d'exposition

Les voies d'exposition retenues par le BERAP sont :

- l'exposition externe par irradiation du panache,
- l'exposition interne par inhalation du panache,
- l'exposition externe par exposition aux dépôts sur les sols,
- l'exposition interne par ingestion de sol par inadvertance,
- l'exposition interne par ingestion de fruits et légumes,
- l'exposition interne par ingestion de lait, de viande et d'œufs.

Le taux de présence des individus est pris égal à 100 % et aucune protection par les habitations n'est retenue.

Durée de fonctionnement

Les durées de fonctionnement des installations ne sont pas connues. Le BERAP retient une durée de fonctionnement arbitraire des installations de 50 ans.

Coefficients de dose

Les coefficients de dose interne retenus sont ceux publiés dans l'arrêté du 1^{er} septembre 2003 pour les personnes du public et les coefficients de dose externe sont issus du rapport *Federal Guidance* n° 12.

Résultats pour les rejets de l'installation EPICEA

Les doses efficaces restent très faibles (inférieures à 2 nSv/an).

Les résultats de doses efficaces sont présentés dans leur ensemble en annexe 3. La classe d'âge la plus exposée est celle des enfants de 1 an à 2 ans.

Résultats pour les rejets de l'installation BACCARA

Les doses efficaces restent très faibles (inférieures à 0,2 $\mu\text{Sv}/\text{an}$) quelle que soit la classe d'âge. Les résultats de doses efficaces sont présentés dans leur ensemble en annexe 4.

4 EVALUATION DES CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES EN SITUATION ACCIDENTELLE POUR L'INSTALLATION EPICEA

Scénario accidentel

En accord avec le LPMA, le BERAP retient, pour l'installation EPICEA, les scénarios de rejets proposés par le LPMA, à savoir :

- pour les aérosols (autres émetteurs α et émetteurs $\beta \gamma$), un incendie dans le laboratoire,
- pour l'iode, la perte totale de la filtration avant rejet.

La durée du rejet est supposée ponctuelle (inférieure à 30 minutes). Les estimations sont réalisées à l'aide du logiciel CONDOR de l'IRSN.

Conditions de rejet

Le rejet est supposé au niveau du sol. Les évaluations ont été réalisées pour de l'iode moléculaire (I_2), forme la plus pénalisante.

Instants de calcul et voies d'exposition

La démarche d'évaluation de l'impact en situation accidentelle consiste à réaliser plusieurs calculs permettant d'évaluer à court terme (24h), à moyen terme (une année) et à long terme (plusieurs dizaines d'années) l'impact associé au rejet.

Pour l'exposition à court terme (24h) les voies d'exposition retenues sont :

- l'exposition externe au panache,
- l'exposition externe aux dépôts,
- l'exposition interne par inhalation de l'air du panache.

Pour les évaluations à moyen terme et long terme (1 an et 50 ans), les voies d'exposition retenues sont :

- l'exposition externe au panache,
- l'exposition externe aux dépôts,
- l'exposition interne par inhalation de l'air du panache,
- l'exposition interne par inhalation due à la remise en suspension des dépôts,
- l'exposition interne par ingestion d'aliments contaminés (végétaux et aliments d'origine animale),
- l'exposition interne par ingestion de sol par inadvertance.

Conditions météorologiques

L'UETP retient les conditions météorologiques du site [3] susceptibles de conduire aux doses les plus élevées. Elles sont principalement caractérisées par de fortes vitesses de vent. Ainsi le SER a retenu les conditions météorologiques suivantes :

- DN8 (diffusion normale, vitesse de vent de 8 m/s),
- DN8P2 (avec une pluie de 2 mm/h),
- DF8 (diffusion faible, vitesse de vent de 8 m/s).

Ainsi, pour plus de 90% des conditions météorologiques observées sur le site, les doses associées au rejet accidentel considéré seront inférieures aux doses maximales estimées pour les conditions ci-dessus.

Points de calculs

Pour une situation accidentelle, les calculs sont réalisés à trois distances données :

- 300 m correspond à la distance à la clôture (pas d'exposition interne par ingestion). A cette distance, seule l'exposition à court terme est évaluée,
- 800 m correspond respectivement à la première habitation (présence d'un potager),
- 1200 m correspond à une première zone agricole (présence d'un potager et d'élevage).

Classes d'âge

Les doses ont été estimées pour les nourrissons, les enfants de 1 an à 2 ans, les enfants de 8 ans à 12 ans et les adultes. L'exposition estimée pour les nourrissons est très enveloppe du fait de l'hypothèse de consommation exclusive de lait de vache frais. Le BERAP suppose que les enfants ne sont pas présents à 300 m des installations.

Résultats

Les résultats de doses efficaces et de doses équivalentes à la thyroïde sont présentés en annexe 5.

La dose efficace et la dose équivalente à la thyroïde susceptibles d'être reçues à 24h en situation accidentelle sont inférieures aux niveaux d'intervention associés à la mise en œuvre d'actions de protection de la population en situation d'urgence radiologique définis en application de l'article R1333-80 du code de la santé publique (cf annexe 6). **La dose efficace maximale calculée est de l'ordre de 1 mSv pour l'adulte en DF8 à 300 m de l'installation.** Les doses efficaces calculées pour les expositions à moyen terme et à long terme sont du même ordre de grandeur. L'exposition interne par inhalation est la voie d'exposition prépondérante et le contributeur majoritaire est le ²³⁹Pu.

La dose efficace et la dose équivalent à la thyroïde susceptibles d'être reçues du fait d'un rejet accidentel évaluée à partir d'hypothèses très conservatives restent faibles et n'appellent pas de commentaire.

5 EVALUATION DES CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES ASSOCIEE AUX REJETS DES ESSAIS A PARTIR DE GAZ EFFECTUES PAR L'INSTALLATION EPICEA

Scénario

En accord avec le LPMA, le BERAP évalue l'impact d'une seule expérimentation à partir de gaz composés :

- de gaz rares (krypton 85 et xénon 133) ;
- de tritium.

La durée du rejet est de l'ordre de la journée. Les estimations sont réalisées à l'aide du logiciel CONDOR de l'IRSN.

Conditions de rejet

Le rejet s'effectue à l'émissaire de l'installation (11 m).

Méthode

La démarche d'évaluation de l'impact et les hypothèses associées (les instants de calculs, les voies d'exposition retenues, les conditions météorologiques de dispersion, les points de calculs, les classes d'âge) sont les mêmes que pour l'évaluation de l'impact de la situation accidentelle.

Résultats

Les résultats de doses efficaces sont présentés en annexe 7.

La dose efficace maximale calculée à court terme est de l'ordre du nSv pour le nourrisson en DN8P2 à 1200 m de l'installation. Le tritium est le contributeur principal et l'exposition interne par ingestion est la voie d'exposition prépondérante.

Les doses efficaces susceptibles d'être reçues restent très faibles et n'appellent pas de commentaire.

6 REFERENCES

- [1] Note interne PSN-RES/SCA/2016-115 du 4 avril 2016
- [2] Fiche technique SER/UETP-2015-0008 du 15 janvier 2015
- [3] Etude d'impact du CEA/Saclay DCEA-S/DIR/96/NO/002 indice B novembre 1997
- [4] <https://www.infoclimat.org>
- [5] Rapport IRSN DPRE 02-03 / DPHD 02-02 - CIBLEX - Banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué, B. Cessac, K. Beaugelin-Seiller, JM. Métivier, A. Morin, C. Murlon, G. Vincent, de Juillet 2002
- [6] Arrêté du 20 novembre 2009 portant homologation de la décision n°2009-DC-0153 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 18 août 2009 relative aux niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique

Annexe 1

Méthode de calcul des conséquences radiologiques suite à un rejet de radon ou de thoron

Hypothèse de base

La concentration atmosphérique (Bq/m³) au niveau des groupes de référence en radon et en thoron est évaluée à partir du calcul de dispersion atmosphérique (CTA).

On suppose par précaution que les groupes de référence sont 100% du temps dehors.

Dose efficace associée

²²²Rn :

La dose efficace (μSv/an) due au ²²²Rn à l'intérieur de l'habitat est évaluée en retenant le facteur de dose fourni par la publication n°65 de la CIPR, soit 17 mSv/an pour une exposition annuelle de 7000 h à une concentration de 1000 Bq/m³. Ce facteur de dose est évalué en considérant un facteur d'équilibre de 0,4 entre le radon et ses descendants à vie courte.

Pour évaluer la dose efficace due au ²²²Rn à l'extérieur on retient un facteur d'équilibre de 0,6 (Unsear 2000) entre le ²²²Rn et ses descendants à vie courte. La dose efficace est évaluée selon l'expression suivante:

$$\text{Dose efficace exterieur } ^{222}\text{Rn } (\mu\text{Sv/an}) = \frac{17 * C_{222\text{Rn ext}} * 0,6 * 8760}{7000 * 0,4}$$

²²⁰Rn :

La dose efficace (μSv/an) due au ²²⁰Rn à l'intérieur de l'habitat est évaluée en retenant le facteur de dose fourni par l'UNSCEAR 2008, soit 40 nSv par Bq.h/m³ de thoron à l'équilibre.

Pour évaluer la dose efficace due au ²²⁰Rn à l'extérieur on retient un facteur d'équilibre de 0,005 (Unsear 2006) entre le ²²⁰Rn et ses descendants à vie courte. La dose efficace est évaluée selon l'expression suivante:

$$\text{Dose efficace exterieur } ^{220}\text{Rn } (\mu\text{Sv/an}) = 0,04 * 8760 * C_{220\text{Rn ext}} * 0,005$$

Annexe 2

Rose des vents (données météo Saclay 1985-97)

	Dnsec					Dnpluie					Dfsec				
	0-1	1-3	3-5	5-8	>8	0-1	1-3	3-5	5-8	>8	0-1	1-3	3-5	5-8	>8
-10°	0,00135	0,01254	0,01399	0,00469	0,00126	0,00013	0,00068	0,00113	0,00051	0,00014	0,00099	0,00514	0,00523	0,00108	9,00E-05
10°	0,00135	0,01155	0,01669	0,00957	0,00226	0,00013	0,00078	0,00114	0,00055	0,00021	0,00099	0,0055	0,00559	0,00189	0
30°	0,00135	0,0092	0,01489	0,00776	0,00108	0,00013	0,0006	0,0006	0,00024	7,00E-05	0,00099	0,00568	0,00623	0,00199	9,00E-05
50°	0,00135	0,00812	0,01029	0,00596	0,00081	0,00013	0,00046	0,00024	0,00012	5,00E-05	0,00099	0,00559	0,00767	0,00289	0,00027
70°	0,00135	0,01038	0,00975	0,00605	0,00081	0,00013	0,00042	0,00037	0,0003	5,00E-05	0,00099	0,00514	0,01011	0,00469	0,00081
90°	0,00135	0,01029	0,00884	0,00496	0,00045	0,00013	0,00081	0,00042	0,00012	0	0,00099	0,00487	0,00848	0,00415	0,00036
110°	0,00135	0,00821	0,00686	0,00217	0	0,00013	0,0008	0,00068	0,00014	2,00E-05	0,00099	0,00559	0,00758	0,00343	0,00036
130°	0,00135	0,00677	0,00559	0,0018	0,00018	0,00013	0,00097	0,00157	0,00102	0,0003	0,00099	0,00578	0,00686	0,00226	9,00E-05
150	0,00135	0,00704	0,00559	0,00199	0,00027	0,00013	0,00097	0,00157	0,00102	0,0003	0,00099	0,00541	0,00559	0,00171	0,00018
170°	0,00135	0,01137	0,00749	0,00334	0,00081	0,00013	0,00173	0,00218	0,00201	0,00063	0,00099	0,0074	0,00334	0,00162	0,00072
190°	0,00135	0,01128	0,01308	0,01137	0,00424	0,00013	0,00157	0,0034	0,00486	0,0024	0,00099	0,00541	0,00442	0,00208	0,00072
210°	0,00135	0,01263	0,02509	0,02445	0,00839	0,00013	0,00185	0,00536	0,00701	0,00359	0,00099	0,00478	0,00668	0,00262	0,0009
230°	0,00135	0,01326	0,02716	0,02256	0,00722	0,00013	0,00171	0,00439	0,00541	0,00209	0,00099	0,00568	0,00632	0,00189	0,00144
250°	0,00135	0,01399	0,0194	0,01164	0,00379	0,00013	0,00134	0,00301	0,00359	0,00185	0,00099	0,00541	0,0046	0,00117	0,00054
270°	0,00135	0,01417	0,01507	0,00749	0,00262	0,00013	0,00134	0,00236	0,00194	0,001	0,00099	0,00541	0,00352	0,00162	0,00018
290°	0,00135	0,01164	0,01281	0,00686	0,00199	0,00013	0,00102	0,00187	0,00143	0,00051	0,00099	0,00532	0,00361	0,00126	0,00018
310°	0,00135	0,01254	0,01254	0,00541	0,00081	0,00013	0,00095	0,00141	0,00093	0,00032	0,00099	0,0046	0,00406	0,00108	0,00018
330°	0,00135	0,01254	0,01083	0,00415	0,00072	0,00013	0,00122	0,00073	0,00063	0,00027	0,00099	0,00514	0,00406	0,00045	0
350°	0,02	0,20	0,24	0,14	0,04	0,00	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,10	0,10	0,04	0,01

Annexe 3

Doses efficaces annuelles calculées pour les rejets d'effluents gazeux radioactifs en fonctionnement normal de l'installation EPICEA (en Sv/an)

Dose efficace total (en Sv/an)	Enfant de 1 an à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Ferme de Trubuil	1,2E-09	1,0E-09	1,0E-09
Christ-de-Saclay	1,4E-09	1,2E-09	1,2E-09
Saint-Aubin	6,3E-10	5,4E-10	5,3E-10
Villiers-le-Bâcle (Château)	3,8E-10	3,3E-10	3,2E-10
Ferme de Viltain	1,3E-10	1,2E-10	1,1E-10

Annexe 4

Doses efficaces annuelles calculées pour les rejets d'effluents gazeux radioactifs en fonctionnement normal de l'installation BACCARA (en μ Sv/an)

Dose efficace total (en Sv/an)	Enfant de 1 an à 2 ans	Enfant de 10 ans	Adulte
Ferme de Trubuil	1,3E-01	1,3E-01	1,3E-01
Christ-de-Saclay	1,6E-01	1,6E-01	1,6E-01
Saint-Aubin	6,9E-02	6,9E-02	6,9E-02
Villiers-le-Bâcle (Château)	4,1E-02	4,1E-02	4,1E-02
Ferme de Viltain	1,5E-02	1,5E-02	1,5E-02

Annexe 6

Niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique

Type d'intervention	Dose prévisionnelle (24h)	Niveau (mSv)
Mise à l'abri	Efficace	10
Evacuation	Efficace	50
Administration d'iode stable	Equivalente à la thyroïde	50

Annexe 7

Doses efficaces annuelles calculées pour les rejets d'effluents gazeux radioactifs par essai en fonctionnement normal de l'installation EPICEA (en Sv)

DF8	300 m			800 m			1200 m					
	Nourrisson	1 - 2 ans	8 - 12 ans	Adulte	Nourrisson	1 - 2 ans	8 - 12 ans	Adulte	Nourrisson	1 - 2 ans	8 - 12 ans	Adulte
CT	-	-	-	6,4E-14	1,4E-12	1,8E-12	2,4E-12	2,6E-12	2,2E-12	2,8E-12	3,7E-12	4,1E-12
MT	-	-	-	-	1,5E-12	1,1E-10	9,7E-11	1,0E-10	6,2E-10	4,0E-10	3,9E-10	4,5E-10
LT	-	-	-	-	2,0E-12	1,2E-10	1,0E-10	1,1E-10	6,4E-10	4,1E-10	3,9E-10	4,6E-10
DN8	300 m			800 m			1200 m					
	Nourrisson	1 - 2 ans	8 - 12 ans	Adulte	Nourrisson	1 - 2 ans	8 - 12 ans	Adulte	Nourrisson	1 - 2 ans	8 - 12 ans	Adulte
CT	-	-	-	3,0E-11	5,4E-12	6,8E-12	8,9E-12	9,8E-12	2,9E-12	3,7E-12	4,8E-12	5,3E-12
MT	-	-	-	-	5,7E-12	4,2E-10	3,6E-10	3,9E-10	8,1E-10	5,2E-10	5,0E-10	5,8E-10
LT	-	-	-	-	7,7E-12	4,3E-10	3,8E-10	4,1E-10	8,2E-10	5,3E-10	5,1E-10	5,9E-10
DN8p	300 m			800 m			1200 m					
	Nourrisson	1 - 2 ans	8 - 12 ans	Adulte	Nourrisson	1 - 2 ans	8 - 12 ans	Adulte	Nourrisson	1 - 2 ans	8 - 12 ans	Adulte
CT	-	-	-	3,0E-11	5,4E-12	6,8E-12	8,9E-12	9,8E-12	2,9E-12	3,7E-12	4,8E-12	5,3E-12
MT	-	-	-	-	5,7E-12	4,2E-10	3,7E-10	3,9E-10	1,3E-09	7,3E-10	7,4E-10	8,7E-10
LT	-	-	-	-	7,7E-12	4,3E-10	3,8E-10	4,1E-10	1,3E-09	7,5E-10	7,6E-10	8,9E-10