

# PIÈCE 7

## ÉTUDE D'IMPACT

### - Annexe 1 - Effluents radioactifs

#### PLACE DE L'ANNEXE DANS L'ÉTUDE D'IMPACT

>> Résumé non technique, Sommaire général, Chapitres 1 à 14 : voir le classeur principal

Annexe 1 – Effluents radioactifs

Annexe 2 – Effluents chimiques

Annexe 3 – Eaux de surface

Annexe 4 – Sols et eaux souterraines

Annexe 5 – Population et santé humaine

Annexe 6 – Biodiversité

## SOMMAIRE

PRESENTATION DE L'ANNEXE 1 .....	9
1. METHODOLOGIE RETENUE POUR L'EVALUATION DES REJETS RADIOACTIFS .....	10
2. PERIMETRE DE L'ESTIMATION DES REJETS RADIOACTIFS ET HYPOTHESES RETENUES.....	12
2.1. ETAPES DE DEMANTELEMENT.....	12
2.2. OPERATIONS RETENUES POUR L'ESTIMATION DES REJETS ET PLANNING .....	13
2.3. EMISSAIRES DE REJET .....	15
2.3.1. Emissaire de rejets radioactifs liquides.....	15
2.3.2. Emissaires de rejets radioactifs à l'atmosphère .....	15
2.3.3. Rejets diffus .....	16
3. EVALUATION DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS PAR OPERATION.....	17
3.1. DEMANTELEMENT ELECTROMECHANIQUE EN AIR .....	17
3.1.1. Description des opérations et planning .....	17
3.1.2. Mise en suspension dans l'air.....	19
3.1.3. Données physiques .....	20
3.1.4. Données radiologiques .....	27
3.1.4.1. Contamination des circuits .....	27
3.1.4.2. Activation des structures .....	30
3.1.5. Traitement des rejets .....	30
3.1.6. Résultat de l'estimation des rejets liés au démantèlement électromécanique en air .....	30
3.2. DEMANTELEMENT ELECTROMECHANIQUE SOUS EAU.....	32
3.2.1. Description de l'opération et planning.....	32
3.2.2. Mise en suspension .....	32
3.2.3. Evaluation de l'évaporation.....	34
3.2.4. Données physiques .....	35
3.2.5. Données radiologiques .....	35
3.2.5.1. Activation des structures .....	35
3.2.5.2. Contamination des circuits .....	37
3.2.6. Traitement des rejets .....	37
3.2.7. Résultat de l'estimation des rejets liés au démantèlement électromécanique sous eau .....	37

3.2.7.1.	<i>Rejets radioactifs atmosphériques liés au démantèlement électromécanique sous eau</i>	37
3.2.7.3.	<i>Rejets radioactifs liquides liés au démantèlement électromécanique sous eau</i>	39
<b>3.3.</b>	<b>ASSAINISSEMENT</b>	<b>40</b>
3.3.1.	Description de l'opération et planning	40
3.3.2.	Mise en suspension dans l'air	40
3.3.3.	Données physiques et radiologiques	41
3.3.3.1.	<i>Béton du puits de cuve</i>	41
3.3.3.2.	<i>Caractéristiques des locaux à assainir</i>	42
3.3.3.2.1.	Contamination surfacique	42
3.3.3.2.2.	Contamination massique	43
3.3.4.	Traitement des rejets	44
3.3.5.	Résultat de l'estimation des rejets liés à l'assainissement	44
<b>3.4.</b>	<b>REJETS RADIOACTIFS LIES AUX ACTIVITES D'EXPLOITATION</b>	<b>46</b>
3.4.1.	Rejets liés à l'évaporation et à la vidange des piscines BK	46
3.4.1.1.	<i>Données physiques et radiologiques</i>	46
3.4.1.2.	<i>Evaluation de l'évaporation</i>	46
3.4.1.3.	<i>Traitement des rejets</i>	47
3.4.1.4.	<i>Résultat de l'estimation des rejets liés à l'exploitation et à la vidange des piscines BK</i>	47
3.4.2.	Rejets radioactifs liés au fonctionnement de la laverie, aux opérations de lavage des sols et aux décontaminations ponctuelles	48
3.4.3.	Estimation des rejets d'exploitation	49
3.4.3.1.	<i>Rejets radioactifs atmosphériques liés aux rejets d'exploitation</i>	49
3.4.3.2.	<i>Rejets radioactifs liquides liés aux rejets d'exploitation</i>	50
<b>4.</b>	<b>RESULTATS DE L'ESTIMATION DES REJETS RADIOACTIFS ATMOSPHERIQUES</b>	<b>51</b>
<b>4.1.</b>	<b>RESULTATS DES REJETS TOTAUX PAR ANNEE ET PAR CATEGORIE DE RADIONUCLEIDES</b>	<b>51</b>
<b>4.2.</b>	<b>HISTOGRAMMES DES REJETS</b>	<b>52</b>
<b>4.3.</b>	<b>TRI DES RADIONUCLEIDES</b>	<b>54</b>
<b>4.4.</b>	<b>RESULTATS CONSOLIDES D'ESTIMATION DE REJETS PAR RADIONUCLEIDE PREPONDÉRANT</b>	<b>55</b>
4.4.1.	Résultats consolidés de l'estimation de rejets toutes cheminées confondues	55
4.4.2.	Estimation de rejets à la cheminée du BAN	56
4.4.3.	Estimation de rejets à la cheminée de la ventilation modulaire 1	56
4.4.4.	Estimation de rejets à la cheminée de la ventilation modulaire 2	57
4.4.5.	Estimation de rejets à la cheminée de la ventilation modulaire 3	57
<b>4.5.</b>	<b>PERIODES DE REJET</b>	<b>58</b>
<b>4.6.</b>	<b>REJETS ANNUELS MAXIMAUX PAR PERIODE</b>	<b>61</b>

4.6.1.	Tritium .....	61
4.6.2.	Carbone 14 .....	61
4.6.3.	Autres émetteurs beta gamma .....	62
<b>4.7.</b>	<b>ANALYSE DE LA MESURABILITE.....</b>	<b>63</b>
4.7.1.	Seuils de décision .....	63
4.7.2.	Valeurs minimales de déclaration.....	63
<b>4.8.</b>	<b>LIMITES DE REJET DEMANDEES POUR LES EFFLUENTS RADIOACTIFS ATMOSPHERIQUES .....</b>	<b>64</b>
4.8.1.	Démarche de définition des limites de rejet.....	64
4.8.2.	Limites en activités annuelles .....	66
4.8.3.	Limites en activités volumiques .....	66
4.8.4.	Limites en débits d'activité.....	67
<b>5.</b>	<b>RESULTATS DE L'ESTIMATION DES REJETS RADIOACTIFS LIQUIDES.....</b>	<b>68</b>
<b>5.1.</b>	<b>RESULTATS DES REJETS TOTAUX PAR ANNEE ET PAR CATEGORIE DE RADIONUCLEIDES.....</b>	<b>68</b>
<b>5.2.</b>	<b>HISTOGRAMMES DES REJETS .....</b>	<b>69</b>
<b>5.3.</b>	<b>TRI DES RADIONUCLEIDES.....</b>	<b>71</b>
<b>5.4.</b>	<b>RESULTATS CONSOLIDES D'ESTIMATION DES REJETS PAR RADIONUCLEIDE PREPONDERANT .....</b>	<b>72</b>
<b>5.5.</b>	<b>PERIODES DE REJET .....</b>	<b>72</b>
<b>5.6.</b>	<b>REJETS ANNUELS MAXIMAUX PAR PERIODE .....</b>	<b>75</b>
<b>5.7.</b>	<b>ANALYSE DE LA MESURABILITE.....</b>	<b>76</b>
<b>5.8.</b>	<b>LIMITES DE REJET DEMANDEES POUR LES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES.....</b>	<b>76</b>
5.8.1.	Démarche de définition des limites de rejet.....	76
5.8.2.	Limites en activités annuelles .....	77
5.8.3.	Limites dans le milieu récepteur .....	77

## TABLEAUX

Tableau a	Planning de fonctionnement des émissaires de rejets radioactifs atmosphériques.....	16
Tableau b	Circuits considérés pour l'estimation des rejets.....	19
Tableau c	Coefficients de mise en suspension dans l'air utilisés pour les opérations de découpes en air.....	20
Tableau d	Estimation des masses et surfaces découpées (pour chaque unité de production – cuve et circuit primaire).....	21
Tableau e	Estimation des masses et surfaces découpées (pour chaque unité de production– circuits RCV et RRA).....	22
Tableau f	Estimation des masses et surfaces découpées (pour chaque unité de production– circuits REN, REA, RIS, EAS).....	23
Tableau g	Estimation des masses et surfaces découpées (pour chaque unité de production – circuits PTR, RPE, TEP).....	24
Tableau h	Estimation des masses et surfaces découpées (circuits commun aux deux unités de production).....	26
Tableau i	Activités surfaciques estimées en Co60 des circuits à la date du début du démantèlement (par hypothèse 5 ans après l'arrêt définitif de production).....	28
Tableau j	Ratios estimés par rapport au Co60 pour la contamination des circuits à la date du début du démantèlement (par hypothèse 5 ans après l'arrêt définitif de production).....	29
Tableau k	Activités massiques en Co60 des éléments métalliques activés découpés en air, 3 ans après le début du démantèlement.....	30
Tableau l	Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour le démantèlement électromécanique en air.....	31
Tableau m	Coefficients de mise en suspension dans l'eau utilisés pour les opérations de découpes sous eau.....	33
Tableau n	Coefficients de mise en suspension dans l'air utilisés pour les opérations de découpes sous eau.....	33
Tableau o	Calcul de l'évaporation pour chacune des piscines BR.....	34
Tableau p	Caractéristiques des pièces découpées (internes de cuve et cuve) pour une unité de production.....	35
Tableau q	Activités massiques en Co60 des internes de la cuve et de la cuve à 3 ans après le début du démantèlement.....	36
Tableau r	Ratios par rapport au Co60 pour l'activation des internes de la cuve et de la cuve, 3 ans après le début du démantèlement.....	36
Tableau s	Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour le démantèlement électromécanique sous eau.....	37
Tableau t	Rejets radioactifs liquides estimés par catégorie pour le démantèlement électromécanique sous eau.....	39
Tableau u	Coefficients de mise en suspension dans l'air utilisés pour les opérations d'assainissement.....	40
Tableau v	Ratios considérés par rapport au Co60 pour l'activation du béton du puits de cuve, 3 ans après le début du démantèlement.....	42
Tableau w	Ordre de grandeur des surfaces à assainir par bâtiment.....	42
Tableau x	Contaminations surfaciques retenues en Co60 par type de surface à assainir.....	42

Tableau y	Profondeurs de traitement à appliquer correspondant aux différentes catégories ...	43
Tableau z	Quantités de pulvérulents générées par l'assainissement par bâtiment .....	43
Tableau aa	Activités massiques en Co60 considérées par catégorie de béton pour l'assainissement .....	43
Tableau bb	Ratios par rapport au Co60 pour l'assainissement .....	44
Tableau cc	Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour l'assainissement ....	45
Tableau dd	Calcul de l'évaporation pour chacune des piscines BK .....	47
Tableau ee	Rejets annuels radioactifs atmosphériques liés à l'évaporation d'une piscine BK, tant que les piscines BK sont en eau .....	47
Tableau ff	Rejets radioactifs liquides liés à la vidange d'une piscine BK, l'année de la vidange .....	47
Tableau gg	Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour les opérations d'exploitation .....	49
Tableau hh	Rejets radioactifs liquides estimés par catégorie pour les opérations d'exploitation .....	50
Tableau ii	Rejets radioactifs atmosphériques totaux estimés par catégorie pour toute la période de démantèlement .....	51
Tableau jj	Liste des radionucléides prépondérants pour les rejets atmosphériques et répartition au sein de leur catégorie .....	54
Tableau kk	Rejets radioactifs atmosphériques totaux estimés par radioélément et par année pour toute la période de démantèlement (toutes cheminées confondues)....	55
Tableau ll	Rejets radioactifs atmosphériques totaux estimés par radioélément et par année à la cheminée du BAN .....	56
Tableau mm	Rejets radioactifs atmosphériques totaux estimés par radioélément et par année à la cheminée de la ventilation modulaire unité de production 1 .....	56
Tableau nn	Rejets radioactifs atmosphériques totaux estimés par radioélément et par année à la cheminée de la ventilation modulaire unité de production 2 .....	57
Tableau oo	Rejets radioactifs atmosphériques totaux estimés par radioélément et par année à la cheminée de la ventilation modulaire 3 utilisée pour le démantèlement des réservoirs extérieurs puis du BES .....	57
Tableau pp	Activités annuelles estimées maximales en tritium par cheminée et par période de rejet (rejets atmosphériques) .....	61
Tableau qq	Activités annuelles estimées maximales en carbone 14 par cheminée et par période de rejet (rejets atmosphériques) .....	61
Tableau rr	Activités annuelles estimées maximales en autres émetteurs beta gamma par cheminée et par période de rejet (rejets atmosphériques) .....	62
Tableau ss	Seuils de décision de la mesure pour les rejets atmosphériques (Bq/m <sup>3</sup> ) .....	63
Tableau tt	Valeurs minimales de déclaration (VMD) par type de cheminée (Bq/an) .....	64
Tableau uu	Démarche de demande de limites : exemple du tritium .....	65
Tableau vv	Somme pour toutes les cheminées des activités annuelles retenues par catégorie .....	65
Tableau ww	Limites demandées en activités annuelles pour les rejets atmosphériques .....	66
Tableau xx	Limites en activités volumiques .....	67
Tableau yy	Limites en débits d'activité aux cheminées .....	67
Tableau zz	Rejets radioactifs liquides totaux estimés par année pour toute la période de démantèlement pendant laquelle des rejets radioactifs liquides sont prévus .....	68

---

Tableau aaa	Liste des radionucléides prépondérants pour les rejets liquides et répartition au sein de leur catégorie .....	71
Tableau bbb	Rejets radioactifs liquides totaux estimés par radioélément pour toute la période de démantèlement pendant laquelle des rejets radioactifs liquides sont prévus.....	72
Tableau ccc	Activités annuelles estimées maximales rejets liquides par période de rejet .....	75
Tableau ddd	Activités annuelles estimées maximales rejets liquides par période de rejet .....	75
Tableau eee	Seuils de décision de la mesure pour les rejets liquides (Bq/L) .....	76
Tableau fff	Limites en activités annuelles .....	77

## FIGURES

Figure a	Démarche d'estimation des rejets de démantèlement.....	10
Figure b	Principe d'enchaînement des 4 étapes du projet de démantèlement de l'INB n°75.....	13
Figure c	Enchaînement des opérations de démantèlement électromécanique et d'assainissement.....	14
Figure d	Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour le démantèlement électromécanique en air.....	31
Figure e	Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour le démantèlement électromécanique sous eau.....	38
Figure f	Rejets radioactifs liquides estimés par catégorie pour le démantèlement électromécanique sous eau.....	39
Figure g	Vue en coupe du puits de cuve réacteur.....	41
Figure h	Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour l'assainissement ....	45
Figure i	Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour les opérations d'exploitation.....	49
Figure j	Rejets radioactifs liquides estimés par catégorie pour les opérations d'exploitation.....	50
Figure k	Activités estimées par année des rejets radioactifs atmosphériques en tritium.....	52
Figure l	Activités estimées par année des rejets radioactifs atmosphériques en carbone 14.....	52
Figure m	Activités estimées par année des rejets radioactifs atmosphériques en autres émetteurs $\beta/\gamma$ .....	53
Figure n	Activités estimées par année des rejets radioactifs atmosphériques en émetteurs $\alpha$ .....	53
Figure o	Périodes de rejet pour le tritium (rejets atmosphériques).....	58
Figure p	Périodes de rejet pour le Carbone 14 (rejets atmosphériques).....	59
Figure q	Période de rejet pour les autres émetteurs bêta-gamma (rejets atmosphériques).....	59
Figure r	Définition des phases de rejet (rejets atmosphériques).....	60
Figure s	Activités estimées par année des rejets radioactifs liquides en tritium.....	69
Figure t	Activités estimées par année des rejets radioactifs liquides en carbone 14.....	69
Figure u	Activités estimées par année des rejets radioactifs liquides en autres émetteurs $\beta/\gamma$ .....	70
Figure v	Activités estimées par année des rejets radioactifs atmosphériques en émetteurs $\alpha$ .....	70
Figure w	Périodes de rejet pour le tritium (rejets liquides).....	73
Figure x	Périodes de rejet pour le Carbone 14 (rejets liquides).....	73
Figure y	Définition des années type de rejet (rejets liquides).....	74



# P RESENTATION DE L'ANNEXE 1

L'objet de cette annexe est de fournir l'estimation des rejets radioactifs atmosphériques et liquides générés par l'ensemble des opérations de démantèlement de l'INB n°75. Les éléments de cette annexe sont utilisés dans le [Chapitre 2, Paragraphe 2.6.2](#), et dans le [Chapitre 6, Paragraphe 6.3](#).

La méthodologie retenue pour l'évaluation des rejets radioactifs, le périmètre et les hypothèses sont d'abord présentés ([Paragraphe 1](#) et [Paragraphe 2](#)).

Ensuite, une évaluation des rejets radioactifs atmosphériques et liquides par opération est réalisée ([Paragraphe 3](#)).

Enfin, les résultats de l'estimation des rejets radioactifs atmosphériques ([Paragraphe 4](#)) et des rejets radioactifs liquides ([Paragraphe 5](#)) sont présentés : activités estimées par année, définition des périodes de rejet, listes des radionucléides prépondérants, analyse de la mesurabilité et limites demandées par période de rejet.

# 1. METHODOLOGIE RETENUE POUR L'ÉVALUATION DES REJETS RADIOACTIFS

La présente évaluation couvre l'ensemble des opérations de démantèlement de l'INB n°75 susceptibles d'émettre des rejets radioactifs, du démantèlement électromécanique à l'assainissement des locaux.

L'estimation des rejets liés au démantèlement repose sur les étapes suivantes :

- inventaire des masses et surfaces des composants concernés par le démantèlement ;
- inventaire radiologique des composants concernés par le démantèlement ;
- examen des opérations susceptibles de libérer de l'activité (opérations de découpe, de grattage, évaporation, etc.) et application de coefficients de mise en suspension liés à ces opérations ;
- application de facteurs d'épuration (filtration de l'air et traitement de l'eau).

La démarche d'estimation des rejets est schématisée sur la [Figure a](#).

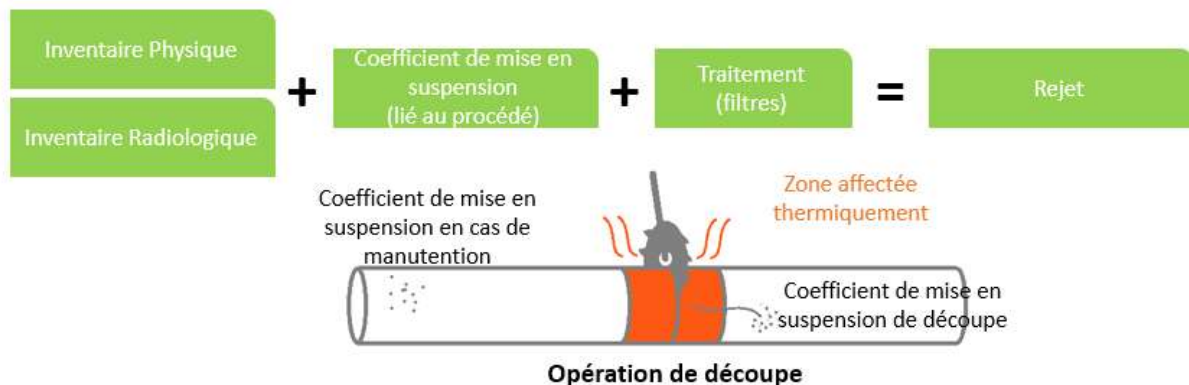


Figure a Démarche d'estimation des rejets de démantèlement

La mise en suspension dans l'air issue du déplacement des éléments démantelés est prise en compte mais est négligeable devant celle issue des découpes et de l'assainissement (facteur de mise en suspension considéré 1 000 à 100 000 fois plus faible que pour les découpes selon la nature de la contamination, Cf. [Tableau c](#)).

Les rejets issus de l'exploitation courante du site en démantèlement (c'est-à-dire les opérations non directement liées au démantèlement : lavage des tenues et des locaux, décontaminations, etc., Cf. [Paragraphe 3.4](#)) sont également évalués et ajoutés aux rejets de démantèlement à proprement parler.

Les activités rejetées sont ensuite estimées et analysées. L'analyse permet :

- la définition, le cas échéant, des périodes de rejet au regard des opérations dimensionnantes ;
- la sélection des catégories de radionucléides devant faire l'objet d'une demande de rejet et la détermination de la liste des radionucléides prépondérants ;

- l'analyse de la mesurabilité des rejets.

Ceci permet d'aboutir aux limites annuelles demandées par catégorie de radionucléides et par période de rejet.

Les rejets prévus sont aussi faibles que raisonnablement possible, en raison des choix effectués pour le projet : découpes mécaniques privilégiées par rapport aux découpes thermiques, choix d'un démantèlement sous eau pour la cuve et les internes, mise en place de moyens de traitement pour limiter les rejets (Cf. [Chapitre 2, Paragraphe 2.7](#)).

# 2.

## PERIMETRE DE L'ESTIMATION DES REJETS RADIOACTIFS ET HYPOTHESES RETENUES

### ↳ ETAPES DU DEMANTELEMENT SUSCEPTIBLES DE PRODUIRE DES EFFLUENTS RADIOACTIFS

Le démantèlement de l'INB n°75 est mené en plusieurs étapes : le démantèlement électromécanique et l'assainissement visent à supprimer le risque radiologique, la démolition conventionnelle et la réhabilitation du site aboutissent à l'état final du site. Seules les deux premières étapes sont susceptibles de produire des effluents radioactifs.

### 2.1. ETAPES DE DEMANTELEMENT

Comme cela a été présenté au [Chapitre 2, Paragraphe 2.3.3](#), les étapes de démantèlement s'articulent de la manière suivante :

- étape 1 : les travaux de démantèlement électromécanique :
  - démantèlement électromécanique en air ;
  - démantèlement électromécanique sous eau ;
- étape 2 : l'assainissement des structures (uniquement pour les bâtiments nucléaires) ;
- étape 3 : la démolition conventionnelle des structures ;
- étape 4 : la réhabilitation du site en vue de l'usage futur.

Ces différentes étapes sont successives à l'échelle de chaque bâtiment, mais se chevauchent à l'échelle globale du site. Il est par exemple prévu de débiter l'assainissement d'un des BK (Bâtiment Combustible) avant que le démantèlement électromécanique des autres bâtiments ne soit achevé.

Le principe d'enchaînement de ces 4 étapes est présenté à la [Figure b](#).

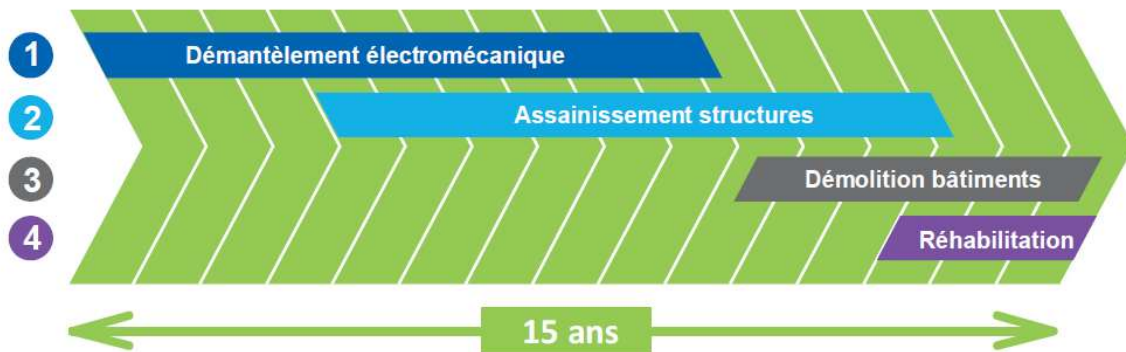


Figure b Principe d'enchaînement des 4 étapes du projet de démantèlement de l'INB n°75

## 2.2. OPERATIONS RETENUES POUR L'ESTIMATION DES REJETS ET PLANNING

Les opérations retenues pour l'estimation des rejets radioactifs sont :

- les travaux de démantèlement électromécanique :
  - démantèlement électromécanique en air ;
  - démantèlement électromécanique sous eau ;
- l'assainissement des structures.

En effet, les autres opérations ne génèrent pas de rejets radioactifs.

Par ailleurs, des rejets liés à l'exploitation courante du site sont à considérer dans l'estimation des rejets : fonctionnement de la laverie, opérations de lavage de sols, décontaminations ponctuelles, évaporation et vidange de capacités issues du fonctionnement du CNPE encore présentes en démantèlement.

L'estimation des rejets du démantèlement de l'INB n°75 est menée en considérant une durée de démantèlement et d'assainissement de douze ans pour les deux unités (années 1 à 12), conformément au planning prévisionnel du projet de démantèlement.

L'enchaînement des opérations considéré pour l'estimation des rejets radioactifs est le planning présenté en [Figure c](#). L'ordre précis des opérations et leur date de programmation sont susceptibles d'être modifiés, sans conséquence sur la quantité totale des rejets effectués sur l'ensemble du démantèlement. Ainsi, d'éventuels chevauchements d'opérations pourraient impacter la répartition annuelle des prévisions de rejets. Pour prendre en compte les augmentations de rejets qui en résulteraient certaines années, un coefficient d'incertitude de 50% (correspondant à un décalage d'opérations de 6 mois sur une des unités) est appliqué aux rejets annuels estimés pour aboutir aux limites demandées au [Paragraphe 4.8](#) et au [Paragraphe 5.8](#) de la présente Annexe (Cf. [Paragraphe 4.8.1](#) et [5.8.1](#)). De plus les périodes associées aux limites sont formulées en termes de jalons physiques : vidange des piscines, opérations de découpe sous eau, etc., et ne sont pas liées à une année de réalisation.

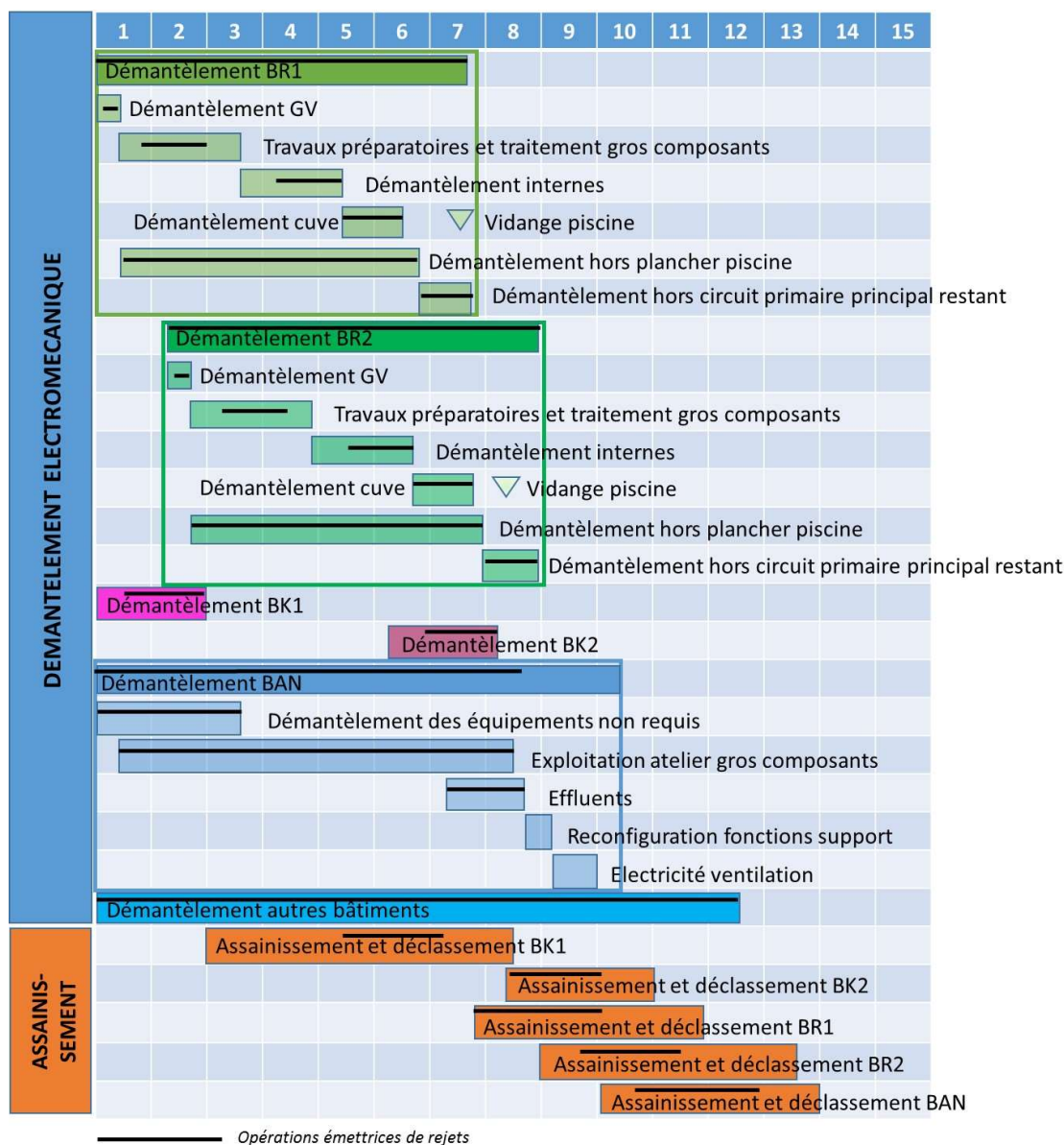


Figure c Enchaînement des opérations de démantèlement électromécanique et d'assainissement

## 2.3. EMISSAIRES DE REJET

### 2.3.1. EMISSAIRE DE REJETS RADIOACTIFS LIQUIDES

Les rejets radioactifs liquides sont effectués à l'**ouvrage de rejet principal** comme présenté au [Chapitre 2, Paragraphe 2.4.2.](#)

Le débit maximum de rejet à l'ouvrage de rejet principal est au maximum de **50 m<sup>3</sup>/h**.

Il est prévu de réaliser des rejets radioactifs liquides jusqu'à la mise à l'arrêt du circuit TEU, prévue après la vidange des dernières piscines : des rejets liquides sont envisagés jusqu'à l'année 8 suivant le début du démantèlement.

### 2.3.2. EMISSAIRES DE REJETS RADIOACTIFS A L'ATMOSPHERE

Les émissaires de rejets radioactifs à l'atmosphère sont présentés au [Chapitre 2, Paragraphe 2.4.4.1.](#)

Les émissaires associés aux rejets radioactifs à l'atmosphère évoluent au cours du projet :

- au début du projet, les bâtiments principaux sont ventilés par le système DVN, reconfiguré pour les besoins du démantèlement. Les rejets sont effectués à la **cheminée du BAN** (hauteur minimale de 56 m par rapport au niveau du sol). En période de travaux à risque de dispersion, le débit d'extraction nominal moyen prévu est de **231 000 m<sup>3</sup>/h**, le débit pouvant varier entre 100 000 m<sup>3</sup>/h et 257 200 m<sup>3</sup>/h ;
- pour effectuer des travaux sur des éléments contaminés non raccordés à la ventilation générale (démantèlement des réservoirs extérieurs de stockage des effluents avant rejet, du BES), ou afin de permettre le démantèlement électromécanique complet avant d'enclencher les phases d'assainissement des bétons des bâtiments (ce qui inclut le démantèlement du système de ventilation DVN), il est prévu d'utiliser des **unités de ventilation modulaire** (ventilation modulaire Unité 1, ventilation modulaire Unité 2, ventilation modulaire 3 (réservoirs extérieurs puis BES)). La hauteur minimum de cheminée par rapport au niveau du sol sera de 10 m. Le débit d'extraction nominal par unité est de **90 000 m<sup>3</sup>/h**, le débit pouvant varier entre 5 000 m<sup>3</sup>/h et 90 000 m<sup>3</sup>/h selon les besoins.

Le planning de fonctionnement de chacun de ces émissaires est présenté dans le [Tableau a](#).

Emissaire	Période de fonctionnement
Cheminée historique du BAN	années 1 à 9
Ventilation modulaire réservoirs extérieurs	année 8
Ventilation modulaire BES (réutilisation de la ventilation modulaire réservoirs extérieurs)	années 11 et 12
Ventilation modulaire Unité 1	années 9 jusqu'à la fin de l'assainissement
Ventilation modulaire Unité 2	

Tableau a *Planning de fonctionnement des émissaires de rejets radioactifs atmosphériques*

Quelques bâtiments et locaux possèdent des ventilations avec des émissaires non raccordés à la ventilation générale du site : le bâtiment d'entretien de site (BES) qui abrite la laverie, l'extension de la verrerie BR, le bâtiment RRI et son extension. Pendant le fonctionnement du CNPE, les effluents atmosphériques susceptibles d'être présents dans ces installations étaient filtrés avant rejet et une mesure d'absence était mise en place pour s'assurer du caractère négligeable des rejets associés. Pendant le démantèlement de l'INB n°75, les effluents atmosphériques susceptibles d'être présents dans ces installations seront du même type et du même niveau d'activité que ceux émis pendant le fonctionnement du CNPE (à l'exception des effluents atmosphériques émis pendant la phase de démantèlement du BES, pour lesquels une unité de ventilation modulaire sera mise en place (Cf. [Tableau a](#))). Ces effluents atmosphériques sont préalablement filtrés. La surveillance effectuée est présentée au [Chapitre 6, Paragraphe 6.3](#). Les rejets associés à ces émissaires ne sont pas pris en compte dans la suite de l'estimation des rejets, du fait de leur caractère négligeable confirmé par les mesures d'absence de rejet.

### 2.3.3. REJETS DIFFUS

Outre les rejets effectués par les émissaires présentés dans les paragraphes précédents, des rejets radioactifs atmosphériques peuvent se produire par les événements des réservoirs de stockage des effluents avant rejet (réservoirs T).

Ces rejets peuvent être également issus d'opérations de découpe spécifiques.

L'ensemble de ces rejets atmosphériques constitue les rejets diffus.

Les rejets diffus éventuels seront déclarés sur la base d'un calcul préalable.



# 3.

## EVALUATION DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS PAR OPERATION

Les hypothèses considérées pour l'évaluation des rejets pour chacune des opérations sont détaillées dans les paragraphes ci-après :

- au [Paragraphe 3.1](#) pour le démantèlement électromécanique des circuits en air ;
- au [Paragraphe 3.2](#) pour les découpes réalisées sous eau ;
- au [Paragraphe 3.3](#) pour l'assainissement des structures ;
- au [Paragraphe 3.4](#) pour les rejets d'exploitation courante.

Chaque opération génère des rejets radioactifs liquides et/ou atmosphériques.

### 3.1. DEMANTELEMENT ELECTROMECHANIQUE EN AIR

Le démantèlement électromécanique en air génère essentiellement des rejets radioactifs atmosphériques. Les rejets radioactifs liquides associés (opérations de lavage et décontamination des outils) sont estimés au [Paragraphe 3.4](#).

#### 3.1.1. DESCRIPTION DES OPERATIONS ET PLANNING

Les travaux de démantèlement électromécanique en air consistent à déposer (démontage ou découpe) et à conditionner en déchet les équipements électromécaniques présents dans les différents locaux. Ne sont laissés en place à l'issue de cette phase que le génie civil et les éléments de structure du bâtiment, ainsi que les matériels nécessaires au déroulement des travaux d'assainissement (moyens d'accès, fonctions support de type ventilation et éclairage éventuellement après reconfiguration).

Dans chaque bâtiment, les travaux de démantèlement électromécanique se décomposent en grandes opérations.

##### **Pour chacun des 2 bâtiments réacteurs (BR) :**

- l'évacuation des générateurs de vapeur ;
- l'aménagement d'un atelier « gros composants » pour la découpe ou la préparation d'équipements de grandes dimensions ne pouvant directement être conditionnés en colis de déchets standards ;
- le démantèlement des circuits hors circuit primaire principal ;
- le démantèlement des boucles du circuit primaire (hors cuve) ;

- la réalisation des aménagements préalables au démantèlement des internes et de la cuve (cellule de conditionnement des déchets et cinématique des déchets) ;
- le démantèlement des derniers équipements présents, dont les fonctions support, en vue de l'assainissement.

**Pour chacun des 2 bâtiments combustible (BK) :**

- le démantèlement des équipements présents au plancher piscine et des compartiments de la piscine BK (poursuite du retrait des racks d'entreposage éventuellement commencé en phase de préparation au démantèlement puis retrait du liner) ;
- le démantèlement des locaux situés aux niveaux inférieurs au plancher piscine ;
- le démantèlement des derniers équipements présents, dont les fonctions support, en vue de l'assainissement.

**Pour le bâtiment des auxiliaires nucléaires (BAN) et pour chacun des 2 bâtiments périphériques (BW) :**

- l'aménagement d'un atelier « gros composants » pour la découpe ou la préparation d'équipements de grandes dimensions ne pouvant directement être conditionnés en colis de déchets standards ;
- une première phase de démantèlement des équipements qui ne sont pas requis pour le démantèlement ;
- une seconde phase de démantèlement des fonctions supports situées dans le BAN et communes aux bâtiments nucléaires, lorsque le fonctionnement de celles-ci n'est plus requis pour le démantèlement (comme la gestion des effluents et la ventilation). Cette seconde phase des travaux du BAN entraînera la reconfiguration de la ventilation d'origine. Cette ventilation, dont la majeure partie des réseaux de soufflage et d'extraction est contenue dans le BAN, sera remplacée par des unités de ventilation modulaire dédiées aux différents bâtiments concernés (BR, BK, BW, etc.), pour permettre le solde des travaux qui y sont prévus ;
- une troisième phase de démantèlement des derniers équipements présents en vue de l'assainissement.

**Pour le bâtiment d'entretien de site (BES) :** le démantèlement de l'ensemble des équipements présents en vue de l'assainissement ;

**Pour les réservoirs extérieurs de stockage des effluents avant rejet :** ces réservoirs seront démantelés en adaptant le procédé à la typologie de chacun des réservoirs (métallique, béton peint, béton revêtu d'un liner métallique). Par analogie avec ce qui est prévu pour les bâtiments nucléaires, une unité de ventilation modulaire pourra être mise en œuvre pour les travaux liés à ces réservoirs extérieurs.

Les opérations considérées pour l'estimation des rejets sont celles effectuées sur les circuits véhiculant du fluide contaminé, présentés dans le [Tableau b](#).

Circuits considérés pour l'estimation des rejets	
EAS	Aspersion-Recirculation de l'Aspersion
PTR	Traitement et Refroidissement de l'Eau des Piscines
RCP	Circuit de Refroidissement Primaire
RCV	Contrôle Chimique et Volumétrique
REA	Appoint Eau et Bore
REN	Circuit d'Echantillonnage Nucléaire
RIS	Injection de Sécurité
RPE	Purges, Events, Exhaures Nucléaires
RRA	Refroidissement du Réacteur à l'Arrêt
TEP	Traitement des Effluents Primaires
TES	Traitement des Effluents Solides
TEU	Traitement des Effluents Liquides Usés

Tableau b Circuits considérés pour l'estimation des rejets

Les autres circuits sont non fonctionnellement contaminés et sont classés TFA (Très Faible Activité). Leur contamination éventuelle est de plusieurs ordres de grandeur inférieure à la contamination des circuits précédents, les rejets associés sont donc négligeables devant ceux liés aux opérations de démantèlement sur les circuits fonctionnellement contaminés.

Le démantèlement électromécanique en air de composants susceptibles d'engendrer des effluents radioactifs est prévu des années 1 à 9 à compter du début du démantèlement (Cf. [Figure c](#)) pour les 2 bâtiments BR, les 2 bâtiments BK, les 2 bâtiments BW et le bâtiment BAN. Le démantèlement électromécanique du bâtiment BES est prévu les années 11 et 12.

### 3.1.2. MISE EN SUSPENSION DANS L'AIR

Les effluents radioactifs atmosphériques issus des opérations de démantèlement électromécanique en air proviennent :

- de la mise en suspension dans l'air de la contamination surfacique labile lors de la manutention des éléments ;
- de la mise en suspension dans l'air de l'activité présente à l'endroit où est réalisée la découpe ;
- de la mise en suspension dans l'air, lors de coupes thermiques, des radionucléides volatils présents sur la surface et dans la masse affectées thermiquement qui bordent le trait de coupe.

Les modes de coupes envisagés peuvent être des procédés mécaniques ou thermiques en air :

- la découpe mécanique est privilégiée dans un but de réduction des rejets ;
- la découpe thermique est envisagée pour certains composants pour lesquels les coupes mécaniques ne peuvent être utilisées, en particulier pour des composants d'épaisseur importante.

Les coefficients de mise en suspension dans l'air considérés sont présentés dans le [Tableau c](#).

Nature de l'intervention	Nature du terme source mobilisé	Surface, masse ou volume affecté	RN (radionucléide) concerné	Coefficient de mise en suspension
Déplacement / manutention des éléments avant découpe	Contamination surfacique labile	Surface totale contaminée externe	Tous RN	$1.10^{-5}$
Découpe (mécanique et thermique) à l'air ambiant	Contamination surfacique labile	Surface découpée	Tous RN	1
		Surface affectée thermiquement	RN Gazeux	1
	Contamination surfacique fixée	Surface découpée	RN Gazeux	1
			RN ≠ Gazeux	$1.10^{-1}$
	Activité massique	Masse découpée	RN Gazeux	1
			RN ≠ Gazeux	$1.10^{-2}$
		Masse affectée thermiquement	RN Gazeux	1

Tableau c Coefficients de mise en suspension dans l'air utilisés pour les opérations de découpes en air

### 3.1.3. DONNEES PHYSIQUES

Pour la plupart des éléments, les hypothèses suivantes ont été utilisées :

- une proportion de découpe égale à 1 % (soit 0,01) pour les tuyauteries et éléments linéaires (découpe selon une dimension – correspondant à une découpe d'un centimètre tous les mètres) ;
- une proportion de découpe égale à 2 % (soit 0,02) pour les composants de type réservoir/échangeurs (découpe selon deux dimensions).

Pour certains éléments (en particulier ceux découpés en atelier), les scénarios de démantèlement permettent d'estimer le nombre de découpes nécessaires, ce qui permet de calculer précisément la proportion de découpe par rapport à la surface du composant.

Pour la plupart des composants découpés en air, une découpe mécanique est prévue, ce qui permet de réduire les rejets atmosphériques associés aux découpes.

Pour quelques composants, une découpe mécanique peut difficilement être envisagée, par exemple en raison de l'épaisseur importante du composant à découper. Dans ce cas, une découpe thermique pourra être mise en œuvre. Les masses et surfaces affectées thermiquement sont considérées égales à 4 fois les masses et surfaces découpées.

Les masses et surfaces considérées pour les composants découpés en air pour chaque unité de production (ou tranche) sont présentées dans les [Tableau d](#) à [Tableau g](#) ci-après (les valeurs sont considérées identiques pour les deux unités de production). Le [Tableau h](#) présente les masses et surfaces pour les composants découpés en air communs aux deux unités.

Composant à découper	Bâtiment	Circuit	Surface contaminée estimée (m <sup>2</sup> )	Masse estimée (kg)	Proportion découpée estimée	Mode de découpe
Anneau Support de Cuve - Découpe thermique en air	BR	-	0	15039	0,01	Thermique
Casing métallique Calorifuge de Cuve	BR	-	0	4800	0,01	Mécanique
Couvercle de cuve	BR (découpe dans le BAN)	RCP	162	55500	0,00174	Thermique
RCP Branche Chaude (BC)	BR	RCP	46	29039	0,0055	Mécanique
RCP Branche Chaude redécoupe en atelier gros composant	BR	RCP	46	29039	0,0074	Mécanique
RCP Morceaux Branche Chaude proche Tubulures cuve (Atelier BAN)	BR	RCP	46	29039	0,00589	Thermique
RCP Désolidarisation BF, BU, volute PP avant transfert vers atelier gros composant	BR	RCP	105	63175	0,0060	Mécanique
RCP Branche froide (BF), Branche en U (BU)	BR	RCP	105	63175	0,0060	Mécanique
RCP Morceaux Branche Froide proche Tubulures cuve (Atelier BAN)	BR	RCP	49	29705	0,0054	Thermique
RCP Pressuriseur	BR	RCP	76	79000	0,019	Mécanique
RCP Volute pompe primaire	BR	RCP	141	129000	0,01	Mécanique
RCP Mécanismes Barres de Commande	BR	RCP	55	29760	0,0018	Mécanique
RCP Petites tuyauteries (Branche froide)	BR	RCP	83	13824	0,01	Mécanique
RCP Tuyauteries pressuriseur	BR	RCP	114	12662	0,01	Mécanique
RCP Réservoir de décharge du pressuriseur	BR	RCP	79	9000	0,02	Thermique

Tableau d Estimation des masses et surfaces découpées (pour chaque unité de production – cuve et circuit primaire)

Composant à découper	Bâtiment	Circuit	Surface contaminée estimée (m <sup>2</sup> )	Masse estimée (kg)	Proportion découpée estimée	Mode de découpe
RCV Echangeur Régénérateur (ER) - Trois bouteilles échangeur	BR	RCV	288	4120	0,0019	Mécanique
RCV Echangeur de Soutirage	BR	RCV	6	500	0,0030	Mécanique
RCV Tuyauteries amont ER - BR	BR	RCV	152	7515	0,01	Mécanique
RCV Tuyauteries amont ENR - BR	BR	RCV	152	7515	0,01	Mécanique
RCV ENR (Echangeur non régénérateur)	BAN	RCV	42	2790	0,02	Mécanique
RCV Tuyauteries aval ENR - BAN	BAN	RCV	94	3046	0,01	Mécanique
RCV Tuyauteries amont Déminéraliseurs - BW	BW	RCV	72	2188	0,01	Mécanique
RCV Echangeurs GMPP (échangeur CEPP) + 2 REI lits mélangés et + REI cationique	BAN	RCV	35	3590	0,02	Mécanique
RCV Ballon	BAN	RCV	16	1800	0,02	Thermique
RRA 2 Echangeurs	BR	RRA	908	21640	0,0049	Mécanique
RRA Tuyauteries amont Echangeurs	BR	RRA	67	5544	0,01	Mécanique
RRA Tuyauteries aval Echangeurs	BR	RRA	44	3640	0,01	Mécanique

Tableau e Estimation des masses et surfaces découpées (pour chaque unité de production – circuits RCV et RRA)

Composant à découper	Bâtiment	Circuit	Surface contaminée estimée (m <sup>2</sup> )	Masse estimée (kg)	Proportion découpée estimée	Mode de découpe
REN Tuyauteries Amont échangeurs	BR	REN	96	2368	0,01	Mécanique
REN 10 Echangeurs	BW	REN	10	810	0,02	Mécanique
REN Tuyauteries Aval échangeurs	BW	REN	32	694	0,01	Mécanique
REA Tuyauteries de tranche – BAN	BAN	REA	14	467	0,01	Mécanique
REA Tuyauteries de tranche - BR (+BK)	BR	REA	27	564	0,01	Mécanique
REA Réservoir acide borique	BAN	REA	74	4500	0,02	Thermique
RIS Tuyauteries - BR	BR	RIS	300	44907	0,01	Mécanique
RIS Tuyauteries - BW	BW	RIS	116	10156	0,01	Mécanique
RIS 3 accus injection	BR	RIS	204	93000	0,02	Thermique
RIS Réservoir bore concentré	BW	RIS	13	10798	0,02	Thermique
RIS Réservoir expansion bore	BAN	RIS	4	190	0,02	Mécanique
EAS Tuyauteries BK	BK	EAS	167	8250	0,01	Mécanique
EAS Tuyauteries BW	BW	EAS	176	10863	0,01	Mécanique
EAS 2 Echangeurs	BK	EAS	2206	58900	0,02	Thermique
EAS Echangeur n°5	BK	EAS	123	3670	0,02	Mécanique

Tableau f Estimation des masses et surfaces découpées  
(pour chaque unité de production– circuits REN, REA, RIS, EAS)

Composant à découper	Bâtiment	Circuit	Surface contaminée estimée (m <sup>2</sup> )	Masse estimée (kg)	Proportion découpée estimée	Mode de découpe
PTR Batardeau + Machine de chargement	BR	PTR	173	3508	0,01	Thermique
PTR Tuyauteries - BR	BR	PTR	103	2891	0,01	Mécanique
PTR Tuyauteries - BK	BK	PTR	160	3799	0,01	Mécanique
PTR Tuyauteries - BW	BW	PTR	85	1974	0,01	Mécanique
PTR Réservoir n°1	BW	PTR	701	42563	0,02	Thermique
PTR 2 Echangeurs	BK	PTR	446	11600	0,02	Thermique
PTR Déminéraliseurs	BAN	PTR	13	900	0,02	Mécanique
Tube transfert	BK	PTR	8,5	683	0,0071	Mécanique
PTR liner des compartiments Piscine BK (stockage, cercueil, transfert)	BK	PTR	1078	25225	0,014	Mécanique
PTR liner des compartiments piscines BR	BR	PTR	800	19200	0,012	Mécanique
RPE Tuyauteries - BR	BR	RPE	478	11732	0,01	Mécanique
RPE Tuyauteries - BK	BK	RPE	20	610	0,01	Mécanique
RPE Tuyauteries - BW	BW	RPE	6	152	0,01	Mécanique
RPE réservoirs effluent primaire et drain RPE	BR	RPE	21	1280	0,02	Mécanique
RPE réservoirs n°10 et n°11	BK	RPE	28	855	0,02	Mécanique
RPE réservoir n°4	BAN	RPE	47	2280	0,02	Mécanique
RPE réservoir n°5 servitudes RIS	BW	RPE	31	2280	0,02	Mécanique
TEP Tuyauteries BR	BR	TEP	5	109	0,01	Mécanique

Tableau g Estimation des masses et surfaces découpées (pour chaque unité de production – circuits PTR, RPE, TEP)



Composant à découper	Bâtiment	Circuit	Surface contaminée estimée (m <sup>2</sup> )	Masse estimée (kg)	Proportion découpée estimée	Mode de découpe
RCV Tuyauteries amont Déminéraliseur - BAN (communes et de tranche)	BAN	RCV	502	17838	0,01	Mécanique
REA Tuyauteries communes	BAN	REA	94	3113	0,01	Mécanique
REA Réservoir bore commun n°3	BAN	REA	74	4500	0,02	Thermique
REA 2 Réservoirs eau appoint réactifs	BAN	REA	490	40000	0,02	Thermique
RIS Tuyauteries communes BAN	BAN	RIS	38	1977	0,01	Mécanique
PTR Tuyauteries - BAN (communes et de tranche)	BAN	PTR	94	1816	0,01	Mécanique
PTR Filtres communs n°3 et n°4	BAN	PTR	8	710	0,02	Mécanique
RPE Tuyauteries communes +2 unités BAN	BAN	RPE	476	18026	0,01	Mécanique
RPE Puisard général n°3 et effluents primaires n°4	BAN	RPE	45	3980	0,02	Mécanique
TEP Tuyauteries BAN (communes + 2 unités)	BAN	TEP	303	9131	0,01	Mécanique
TEP Réservoirs (réservoir de tête, stockage intermédiaire 2-3-4, réservoirs 5-6-7)	BAN	TEP	612	57850	0,02	Thermique
TEP Evaporateur	BAN	TEP	30	1600	0,02	Mécanique
TEP Echangeurs, condenseurs atelier	BAN	TEP	360	10600	0,02	Mécanique
TEP Echangeurs, condenseurs	BAN	TEP	35	1200	0,02	Mécanique
TEP 7 Déminéraliseurs	BAN	TEP	66	5300	0,02	Mécanique
TEU - Tuyauteries (communes + 2 unités)	BAN	TEU	198	5888	0,01	Mécanique
TEU - Réservoirs (stockage drain résiduels 1-2-3-4 et stockage servitudes 5-6)	BAN	TEU	318	21000	0,02	Thermique
TEU 2 Déminéraliseurs	BAN	TEU	23	1510	0,02	Mécanique

Composant à découper	Bâtiment	Circuit	Surface contaminée estimée (m <sup>2</sup> )	Masse estimée (kg)	Proportion découpée estimée	Mode de découpe
TEU Chauffage évaporateur	BAN	TEU	54	1300	0,02	Mécanique
TEU Evaporateur	BAN	TEU	150	1600	0,02	Mécanique
TEU Condenseur	BAN	TEU	26	750	0,02	Mécanique
TEU Refroidisseur	BAN	TEU	5	200	0,02	Mécanique
TES - Réservoirs 2, 7	BAN	TES	49	1720	0,02	Thermique
TES - Réservoirs 1, 3, 4, 5	BAN	TES	32	1938	0,02	Mécanique
TES - Tuyauteries	BAN	TES	46	1423	0,01	Mécanique
TEU - Réservoirs extérieurs	Ext	TEU	1939	1796000	0,02	Mécanique
TEU - Tuyauteries Extérieures	Ext	TEU	52	1731	0,01	Mécanique
Démantèlement électromécanique du BES	BES	-	100000	37000	0,02	Mécanique

Tableau h Estimation des masses et surfaces découpées (circuits commun aux deux unités de production)

### 3.1.4. DONNEES RADIOLOGIQUES

L'activité radiologique des structures à démanteler lors du démantèlement électromécanique en air provient essentiellement de la contamination.

Quelques éléments démantelés en air sont activés (représentant moins de 2 % en masse des éléments à découper lors du démantèlement électromécanique).

Les inventaires radiologiques des structures à démanteler en air sont considérés à la date du début du démantèlement (soit par hypothèse 5 ans après la mise à l'arrêt définitif du CNPE pour les calculs de décroissance) et sont détaillés dans les paragraphes ci-après.

#### 3.1.4.1. Contamination des circuits

La contamination surfacique des circuits résulte de dépôts :

- de particules arrachées aux structures par la corrosion et l'usure mécanique, activées sous flux neutronique ;
- de produits de fission et actinides libérés en cas de défaut d'étanchéité d'une gaine combustible apparaissant au cours du fonctionnement.

Les niveaux de contamination dépendent de facteurs multiples, dont les principaux sont :

- les conditions de fonctionnement (pression, température et débit du fluide) ;
- le type matériau (composition, état de surface) ;
- la géométrie de la structure au contact du fluide vecteur.

Les radionucléides présents dans la contamination sont tous originaires du cœur du réacteur. Ainsi, pour être vecteur de contamination, un fluide doit être au contact du cœur du réacteur. Pour l'INB n°75, centrale de technologie REP, le fluide vecteur de contamination est l'eau primaire. Lors du fonctionnement d'un REP, les circuits concernés par la contamination sont donc le circuit primaire ainsi que l'ensemble des circuits auxiliaires ayant pour fonction de véhiculer, traiter ou recycler l'eau primaire.

#### **PRODUITS DE FISSION, PRODUITS D'ACTIVATION**

Les produits d'activation sont des radionucléides issus du phénomène d'activation des fluides et structures soumis au flux de neutrons généré lors du fonctionnement du réacteur.

Les produits de fission sont des radionucléides issus des éléments combustibles et générés lors du fonctionnement du réacteur.

Les inventaires radiologiques sont estimés sur la base :

- de mesures d'exploitation ;
- de prélèvements de tubes réalisés sur les générateurs de vapeur ;
- de la capitalisation des analyses réalisées sur les déchets d'exploitation des centrales nucléaires en fonctionnement.

En outre, pendant la période suivant l'arrêt du fonctionnement et avant le début de la période de démantèlement, une opération de décontamination de plusieurs circuits est prévue, afin notamment de réduire la dosimétrie du personnel intervenant. Les circuits qui auront été décontaminés sont le circuit RCP (circuit primaire), le circuit RRA (circuit de refroidissement du réacteur à l'arrêt) et une partie du circuit RCV (contrôle chimique et volumétrique) (jusqu'à l'échangeur régénérateur inclus). Pour ces circuits, l'objectif est de retirer plus de 95 % de la contamination initiale. De manière conservatrice, il est pris l'hypothèse que les opérations de décontamination suppriment 90 % de la contamination initiale.

Les contaminations surfaciques par circuit peuvent être différentes pour chaque unité de production. De manière pénalisante, les contaminations surfaciques sont considérées identiques pour les deux unités de production, la contamination surfacique la plus pénalisante étant retenue.

Les niveaux de contamination en cobalt 60 sont présentés dans le [Tableau i](#), pour chacun(e) des circuits ou des portions de circuits considérés, à la date du début du démantèlement (soit par hypothèse 5 ans après l'arrêt définitif de production du CNPE). On rappelle comme indiqué au [Paragraphe 3.1.1](#) que les circuits non fonctionnellement contaminés ne sont pas considérés dans l'estimation de rejets.

Circuit considéré	Portion de circuit	Activité surfacique Co60 (GBq/m <sup>2</sup> )
Circuit primaire	Sous flux	0,1
	Branche chaude	0,06
	Branche froide	0,1
	Pressuriseur et RDP (Réservoir de Décharge du Pressuriseur)	0,1
	GV (Générateurs de vapeur)	0,02
RCV	Amont ER (Echangeur Régénérateur) et ER	0,04
	Amont ENR (Echangeur Non Régénérateur)	0,02
	ENR	0,001
	Aval ENR	0,04
	RCV aval filtre n°1	0,09
RRA	Amont échangeurs	0,06
	Echangeurs	0,1
	Aval échangeurs	0,004
REN	Amont échangeurs	0,6
	Echangeurs	0,03
	Aval échangeurs.	0,008
REA	REA	0,07
RIS	RIS	0,6
EAS	EAS	1
PTR	PTR	1
RPE	RPE	0,4
Circuits Communs	TEP	0,1
	TEU (Partie Avant traitement)	0,2
	TES	0,04

*Tableau i Activités surfaciques estimées en Co60 des circuits à la date du début du démantèlement (par hypothèse 5 ans après l'arrêt définitif de production)*

Le spectre (répartition des radionucléides) à la date du début du démantèlement est présenté dans le [Tableau j](#), il est identique pour tous les circuits considérés.

Radioélément	Ratio /Co60	Radioélément	Ratio /Co60
<sup>14</sup> C	7,14.10 <sup>-02</sup>	<sup>41</sup> Ca	9,63.10 <sup>-06</sup>
<sup>36</sup> Cl	1,93.10 <sup>-08</sup>	<sup>55</sup> Fe	1,14
<sup>129</sup> I	9,89.10 <sup>-08</sup>	<sup>59</sup> Ni	1,02.10 <sup>-03</sup>
<sup>58</sup> Co	3,29.10 <sup>-08</sup>	<sup>63</sup> Ni	1,36
<sup>60</sup> Co	1	<sup>90</sup> Sr	4,43.10 <sup>-02</sup>
<sup>54</sup> Mn	3,18.10 <sup>-03</sup>	<sup>93</sup> Mo	1,87.10 <sup>-06</sup>
<sup>65</sup> Zn	2,58.10 <sup>-04</sup>	<sup>93</sup> Zr	9,63.10 <sup>-05</sup>
<sup>125</sup> Sb	1,31.10 <sup>-02</sup>	<sup>94</sup> Nb	5,79.10 <sup>-04</sup>
<sup>110m</sup> Ag	3,18.10 <sup>-03</sup>	<sup>108m</sup> Ag	1,34.10 <sup>-02</sup>
<sup>137</sup> Cs	8,61.10 <sup>-03</sup>	<sup>121m</sup> Sn	3,62.10 <sup>-05</sup>
<sup>134</sup> Cs	9,01.10 <sup>-04</sup>	<sup>241</sup> Pu	1,61.10 <sup>-03</sup>
<sup>79</sup> Se	3,96.10 <sup>-07</sup>	<sup>238</sup> Pu	1,44.10 <sup>-04</sup>
<sup>99</sup> Tc	4,14.10 <sup>-05</sup>	<sup>239</sup> Pu	5,49.10 <sup>-05</sup>
<sup>107</sup> Pd	9,89.10 <sup>-07</sup>	<sup>240</sup> Pu	5,09.10 <sup>-05</sup>
<sup>126</sup> Sn	8,90.10 <sup>-07</sup>	<sup>241</sup> Am	2,03.10 <sup>-04</sup>
<sup>135</sup> Cs	2,97.10 <sup>-07</sup>	<sup>242</sup> Cm	9,52.10 <sup>-08</sup>
<sup>151</sup> Sm	3,81.10 <sup>-04</sup>	<sup>244</sup> Cm	9,89.10 <sup>-05</sup>
<sup>10</sup> Be	3,85.10 <sup>-07</sup>		

Tableau j Ratios estimés par rapport au Co60 pour la contamination des circuits à la date du début du démantèlement (par hypothèse 5 ans après l'arrêt définitif de production)

Pour les circuits ayant été décontaminés à l'issue de l'arrêt, la contamination restante à l'issue de l'opération de décontamination est considérée intégralement fixée.

Pour les autres circuits, l'analyse du retour d'expérience permet de considérer que la part de la contamination fixée dans la contamination surfacique est égale à 50 %.

Pour le tritium, la contamination considérée est de type massique, et est prise égale à 0,1 Bq/g pour tous les circuits fonctionnellement contaminés, à la date du début du démantèlement.

### 3.1.4.2. Activation des structures

L'activation des matériaux résulte du fonctionnement du cœur du réacteur. Durant cette période, les équipements environnant le cœur (structures métalliques et béton) ont été soumis au flux neutronique. Certains atomes constituant ces matériaux sont devenus par capture neutronique des atomes radioactifs.

L'activation des matériaux est évaluée par calcul.

Les structures concernées par le démantèlement en air qui sont uniquement activées sont les suivantes :

- l'anneau support de cuve ;
- le casing du calorifuge de cuve.

Les activités massiques en Co60 de ces structures sont présentées dans le [Tableau k](#). Le début du démantèlement des internes de cuve et de la cuve étant planifié 3 ans après le début du démantèlement, les spectres d'activation sont considérés 3 ans après le début du démantèlement (soit 8 ans après l'arrêt définitif de production).

Élément considéré	Activités Co60 (Bq/g)
Anneau support de cuve	1,0.10 <sup>+04</sup>
Casing du calorifuge de cuve	4,0.10 <sup>+04</sup>

Tableau k Activités massiques en Co60 des éléments métalliques activés découpés en air, 3 ans après le début du démantèlement

Les ratios des autres radioéléments par rapport au Co60 sont présentés dans le [Tableau r](#) (colonne « Ratio /Co60 Cuve »).

### 3.1.5. TRAITEMENT DES REJETS

Avant rejet dans l'environnement par une des cheminées de rejet, les effluents atmosphériques issus du démantèlement électromécanique en air sont filtrés par un filtre THE (Très Haute Efficacité).

Le coefficient de traitement retenu est de 1 000 pour tous les radionucléides sauf ceux considérés gazeux (tritium, carbone 14, chlore 36) pour lesquels les filtres sont considérés inefficaces (Cf. [Chapitre 2, Paragraphe 2.5.2](#)).

### 3.1.6. RESULTAT DE L'ESTIMATION DES REJETS LIES AU DEMANTELEMENT ELECTROMECHANIQUE EN AIR

Les activités estimées des rejets radioactifs atmosphériques par année et par catégorie de radionucléides, toutes cheminées confondues, liées au démantèlement électromécanique en air sont présentées dans le [Tableau l](#) et sur la [Figure d](#). Aucun rejet liquide n'est associé aux opérations de démantèlement électromécanique en air.

Rejets atmosphériques	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6
	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an
Tritium	5,5.10 <sup>+05</sup>	2,0.10 <sup>+06</sup>	1,3.10 <sup>+06</sup>	5,7.10 <sup>+05</sup>	5,4.10 <sup>+05</sup>	6,7.10 <sup>+05</sup>
Carbone 14	6,5.10 <sup>+08</sup>	1,9.10 <sup>+09</sup>	1,6.10 <sup>+09</sup>	8,6.10 <sup>+08</sup>	1,3.10 <sup>+08</sup>	3,6.10 <sup>+09</sup>
Beta gamma	9,4.10 <sup>+06</sup>	2,5.10 <sup>+07</sup>	1,3.10 <sup>+07</sup>	5,2.10 <sup>+06</sup>	6,8.10 <sup>+05</sup>	2,3.10 <sup>+07</sup>
Alpha	1,5.10 <sup>+03</sup>	3,9.10 <sup>+03</sup>	2,0.10 <sup>+03</sup>	8,0.10 <sup>+02</sup>	9,6.10 <sup>+01</sup>	3,5E.10 <sup>+03</sup>

Rejets atmosphériques	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	Année 11	Année 12
	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an
Tritium	2,6.10 <sup>+06</sup>	5,1.10 <sup>+06</sup>	1,6.10 <sup>+06</sup>	-	3,7.10 <sup>+04</sup>	3,7.10 <sup>+04</sup>
Carbone 14	5,7.10 <sup>+09</sup>	3,5.10 <sup>+09</sup>	6,0.10 <sup>+06</sup>	-	7,1.10 <sup>+05</sup>	7,1.10 <sup>+05</sup>
Beta gamma	5,3.10 <sup>+07</sup>	3,1.10 <sup>+07</sup>	6,5.10 <sup>+04</sup>	-	3,6.10 <sup>+04</sup>	3,6.10 <sup>+04</sup>
Alpha	8,2.10 <sup>+03</sup>	4,8E10 <sup>+03</sup>	-	-	5,5	5,5

Tableau I Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour le démantèlement électromécanique en air



Figure d Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour le démantèlement électromécanique en air

## 3.2. DEMANTELEMENT ELECTROMECHANIQUE SOUS EAU

Le démantèlement électromécanique sous eau génère des rejets radioactifs liquides (liés à la mise sous eau et aux découpes sous eau) et des rejets radioactifs atmosphériques (en particulier liés à l'évaporation).

### 3.2.1. DESCRIPTION DE L'OPERATION ET PLANNING

L'opération est présentée au [Chapitre 2, Paragraphe 2.3.4.](#)

Cette opération consiste à démanteler sous eau les internes de cuve puis la cuve au sein de chacun des deux bâtiments réacteur (BR).

Après mise en eau de la piscine de chacun des bâtiments réacteurs, la découpe des internes est réalisée, en commençant par les internes supérieurs, puis par les internes inférieurs.

Un procédé de découpe mécanique est préféré à un procédé de découpe thermique afin de minimiser les rejets.

À la fin de la découpe des internes pour chaque bâtiment BR, la piscine BR est vidangée, une manutention de la cuve est effectuée, un bouchon de puits de cuve est mis en place. Puis la piscine BR du bâtiment est remise en eau, et la découpe de la cuve est réalisée par un moyen de découpe approprié. De manière pénalisante, une découpe thermique de la cuve est prise en compte pour l'estimation des rejets.

Le démantèlement sous eau de la cuve et des internes de cuve est prévu des années 4 à 7 à compter du début du démantèlement (4 à 6 pour le démantèlement de la première unité de production, 5 à 7 pour le démantèlement de la deuxième unité de production). Les vidanges des piscines BR sont prévues les années 7 et 8.

### 3.2.2. MISE EN SUSPENSION

Les effluents radioactifs liquides issus des opérations de démantèlement électromécanique sous eau proviennent :

- de la mise en suspension dans l'eau de la contamination surfacique présente sur la surface des éléments qui sont immergés ;
- de la découpe sous eau et de la mise en suspension dans l'eau de l'activité présente au niveau du trait de coupe ;
- de la découpe sous eau et de la mise en suspension dans l'eau, lors de découpes thermiques, des radionucléides « volatils » présents sur la surface et dans la masse affectée thermiquement qui bordent le trait de coupe.



Les coefficients de mise en suspension dans l'eau considérés sont présentés dans le [Tableau m](#).

Nature de l'intervention	Nature du terme source mobilisé	Surface, masse ou volume affecté	RN (radionucléide) concerné	Coefficient de mise en suspension
Mise en eau : lessivage	Contamination surfacique labile	Surface totale contaminée	Tous RN	1,0
Découpe (mécanique et thermique) sous eau	Contamination surfacique fixée	Surface découpée	Tous RN	1,0
		Surface affectée thermiquement	RN Gazeux	1,0
	Activité massique	Masse découpée	Tous RN	1,0
		Masse affectée thermiquement	RN Gazeux	1,0

Tableau m Coefficients de mise en suspension dans l'eau utilisés pour les opérations de coupes sous eau

Les effluents radioactifs atmosphériques issus des opérations de démantèlement électromécanique sous eau proviennent :

- de la mise en suspension dans l'air de l'activité présente à l'endroit où est réalisée la découpe ;
- de la mise en suspension dans l'air, lors de coupes thermiques, des radionucléides volatils présents sur la surface et dans la masse affectée thermiquement qui bordent le trait de coupe ;
- de l'évaporation de l'eau contaminée (en particulier par les opérations de découpe).

Les coefficients de mise en suspension dans l'air considérés sont présentés dans le [Tableau n](#).

Nature de l'intervention	Nature du terme source mobilisé	Surface, masse ou volume affecté	RN (radionucléide) concerné	Coefficient de mise en suspension
Evaporation en cas de démantèlement sous eau	Activité volumique de l'eau	Surface d'échange	Tous RN	Cf. <a href="#">Paragraphe 3.2.3</a>
Découpe (mécanique et thermique) sous eau	Contamination surfacique fixée	Surface découpée	RN Gazeux	$1,0 \cdot 10^{-02}$
			RN ≠ Gazeux	$1,0 \cdot 10^{-03}$
		Surface affectée thermiquement	RN Gazeux	$1,0 \cdot 10^{-02}$
	Activité massique	Masse découpée	RN Gazeux	$1,0 \cdot 10^{-02}$
			RN ≠ Gazeux	$1,0 \cdot 10^{-04}$
		Masse affectée thermiquement	RN Gazeux	$1,0 \cdot 10^{-02}$

Tableau n Coefficients de mise en suspension dans l'air utilisés pour les opérations de coupes sous eau

### 3.2.3. EVALUATION DE L'EVAPORATION

Le débit d'évaporation associé est calculé à l'aide des formules suivantes :

$$Q_{\text{évap}} = S \cdot \sigma \cdot (X'' - X_{\text{éq}}) \quad \text{et} \quad X_{\text{éq}} = X_{\text{soufflé}} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{Q_{\text{évap}}}{Q_{\text{ventil}}}$$

Avec

- $Q_{\text{évap}}$  kg/h débit d'évaporation ;
- $S$  m<sup>2</sup> surface de la nappe d'eau ;
- $\sigma$  kg/m<sup>2</sup>/h coefficient d'évaporation ;

La valeur de  $\sigma$  dépend des mouvements de l'eau à la surface :

- 30 kg/m<sup>2</sup>/h correspond à une eau très agitée (valeur la plus pénalisante) ;
- 20 kg/m<sup>2</sup>/h correspond à une eau moyennement agitée ;
- 10 kg/m<sup>2</sup>/h correspond à une eau peu agitée ;

- $X''$  kg/kg teneur massique en eau de l'air saturé à la température de la surface de l'eau ;
- $X_{\text{éq}}$  kg/kg teneur massique en eau de l'air à proximité de l'interface ;
- $X_{\text{soufflé}}$  kg/kg teneur massique en eau de l'air soufflé sur la nappe d'eau ;

Elle est à évaluer en fonction de la teneur massique en eau de l'air extérieur et des traitements d'air (refroidissement, chauffage, déshumidification, etc.) éventuellement réalisés sur l'air soufflé par la ventilation. Il convient de prendre la valeur la plus pénalisante (teneur en eau la plus faible) selon les variations de température de l'air ambiant.

- $\rho$  kg/m<sup>3</sup> masse volumique de l'air humide ;
- $Q_{\text{ventil}}$  m<sup>3</sup>/h débit de ventilation du volume air au-dessus de la nappe.

Les teneurs massiques sont données par le diagramme de l'air humide en fonction de la température de l'eau (à titre d'exemple  $X'' = 0.0145$  kg d'eau/kg d'air à 20°C).

Chacune des piscines BR sera en eau pour les découpes de la cuve et des internes sous eau : on retiendra pour  $\sigma$  une valeur pénalisante de 30 kg/m<sup>2</sup>/h (l'eau étant agitée pendant les découpes). Le débit de ventilation est pris égal à 35 000 m<sup>3</sup>/h, ce qui correspond au débit d'air extrait au niveau du plancher piscine en considérant la ventilation maximum pour 1 seule unité de production.

Différents calculs sont réalisés et synthétisés dans le [Tableau o](#).

Piscine BR	Surface nappe d'eau (m <sup>2</sup> )	Coeff évap (kg/m <sup>2</sup> /h)	X'' (kgeau/kgair)	Q <sub>ventil</sub> (m <sup>3</sup> /h)	X <sub>soufflé</sub>	rho	X <sub>eq</sub> (kgeau/kgair)	Q <sub>évap</sub> (kg/h)
hiver (T=-28°C / taux d'humidité=90%)	162	30	0,01469	35000	0,00034	1,2	0,00182564	62,54
hiver (T=-15°C / taux d'humidité =90%)	162	30	0,01469	35000	0,00106	1,2	0,00247015	59,41
été (T=30°C / taux d'humidité =30%)	162	30	0,01469	35000	0,00792	1,2	0,00862235	29,51
Cas enveloppe (taux d'humidité =0%)	162	30	0,01469	35000	0	1,2	0,00152393	64,01

Tableau o Calcul de l'évaporation pour chacune des piscines BR

La valeur de 64,01 kg/h, raisonnablement enveloppe, est retenue.

### 3.2.4. DONNEES PHYSIQUES

Les caractéristiques des pièces découpées sous eau sont présentées dans le [Tableau p](#), elles sont identiques pour chacune des unités de production.

Type de composant	Pièce découpée	Surface totale estimée (m <sup>2</sup> )	Masse totale estimée(kg)	Type de découpe considéré	Masse de copeaux estimée considérée (kg)	Proportion de masse et de surface découpée, calculées à partir du plan de découpe
Internes	Ecran thermique	112	26187	Mécanique	470	0,0179478
Internes	Partie haute écran thermique solidaire de l'enveloppe cœur	74,7	4042	Mécanique	160	0,0395844
Internes	Cloisonnement + enveloppe de cœur	204,3	32998	Mécanique	560	0,0169707
Internes	Plaque supérieure de cœur	16,3	3240	Mécanique	120	0,037037
Internes	Plaque inférieure de cœur	19,5	3410	Mécanique	140	0,0410557
Cuve	Découpe thermique sous eau	141,42	260200	Thermique	5068	0,0194773

Tableau p Caractéristiques des pièces découpées (internes de cuve et cuve) pour une unité de production

Pour la découpe de la cuve, la masse affectée thermiquement est considérée égale à quatre fois la masse découpée.

### 3.2.5. DONNEES RADIOLOGIQUES

L'activité radiologique à considérer pour le démantèlement des internes de cuve et de la cuve est due à :

- l'activation radiologique, ces composants étant situés à proximité immédiate du cœur ;
- la contamination déposée sur les structures par l'eau du circuit primaire.

#### 3.2.5.1. Activation des structures

L'activation des matériaux résulte du fonctionnement du cœur du réacteur. Durant cette période, les structures métalliques proches du cœur actif ont été soumises au flux neutronique. Certains atomes constituant ces matériaux sont devenus par capture neutronique des atomes radioactifs. Ces structures métalliques sont les constituants de la cuve et des internes fixes de la cuve. Les structures ou parties de structures les plus activées sont celles situées au niveau du cœur actif du réacteur, à savoir : l'enveloppe de cœur, le cloisonnement, l'écran thermique, ainsi que les plaques inférieures et supérieures de cœur. La majorité de l'activité radiologique de la cuve et des internes vient du phénomène d'activation.

L'activation des matériaux est évaluée par modélisation.

Le début du démantèlement des internes de cuve et de la cuve étant planifié 3 ans après le début du démantèlement, les spectres d'activation sont considérés 3 ans après le début du démantèlement (soit 8 ans après l'arrêt définitif de production, la date de début du démantèlement intervenant par hypothèse 5 ans après l'arrêt).

Les activités massiques en Co60 des différents éléments considérés sont présentées dans le [Tableau q](#).

Élément considéré	Activités Co60 (Bq/g)
Ecran thermique	$1,2 \cdot 10^{+07}$
Partie haute écran thermique	$1,5 \cdot 10^{+07}$
Enveloppe / Cloisonnement	$2,4 \cdot 10^{+08}$
Plaque supérieure	$1,7 \cdot 10^{+07}$
Plaque inférieure	$1,8 \cdot 10^{+08}$
Cuve	$4,6 \cdot 10^{+05}$

Tableau q Activités massiques en Co60 des internes de la cuve et de la cuve à 3 ans après le début du démantèlement

Les ratios des autres radioéléments par rapport au Co60 sont présentés dans le [Tableau r](#).

Radioélément	Ratio /Co60 Cuve	Ratio /Co60 Internes	Radioélément	Ratio /Co60 Cuve	Ratio /Co60 Internes
<sup>14</sup> C	$7,98 \cdot 10^{-04}$	$3,13 \cdot 10^{-03}$	<sup>54</sup> Mn	$2,05 \cdot 10^{-03}$	$1,57 \cdot 10^{-03}$
<sup>3</sup> H	$2,07 \cdot 10^{-04}$	$1,17 \cdot 10^{-03}$	<sup>93</sup> Mo	$3,41 \cdot 10^{-04}$	$1,70 \cdot 10^{-04}$
<sup>49</sup> V	$3,95 \cdot 10^{-08}$	$3,14 \cdot 10^{-07}$	<sup>91</sup> Nb	$8,22 \cdot 10^{-06}$	$2,77 \cdot 10^{-06}$
<sup>118m</sup> Ag	$4,18 \cdot 10^{-07}$	$3,11 \cdot 10^{-07}$	<sup>93m</sup> Nb	$3,30 \cdot 10^{-04}$	$4,21 \cdot 10^{-03}$
<sup>110m</sup> Ag	$5,68 \cdot 10^{-08}$	$2,65 \cdot 10^{-08}$	<sup>94</sup> Nb	$4,49 \cdot 10^{-06}$	$7,20 \cdot 10^{-05}$
<sup>39</sup> Ar	$7,65 \cdot 10^{-07}$	$2,67 \cdot 10^{-07}$	<sup>59</sup> Ni	$2,13 \cdot 10^{-03}$	$9,59 \cdot 10^{-03}$
<sup>133</sup> Ba	$9,57 \cdot 10^{-08}$	$5,36 \cdot 10^{-08}$	<sup>63</sup> Ni	$2,14 \cdot 10^{-01}$	1,26
<sup>41</sup> Ca	$1,01 \cdot 10^{-07}$	$1,02 \cdot 10^{-07}$	<sup>145</sup> Pm	$5,04 \cdot 10^{-08}$	$1,38 \cdot 10^{-08}$
<sup>109</sup> Cd	$6,18 \cdot 10^{-09}$	$6,68 \cdot 10^{-07}$	<sup>147</sup> Pm	$3,24 \cdot 10^{-07}$	$4,48 \cdot 10^{-08}$
<sup>113m</sup> Cd	$7,93 \cdot 10^{-07}$	$1,48 \cdot 10^{-08}$	<sup>193</sup> Pt	$1,63 \cdot 10^{-07}$	$1,94 \cdot 10^{-05}$
<sup>144</sup> Ce	$1,22 \cdot 10^{-10}$	$1,76 \cdot 10^{-10}$	<sup>238</sup> Pu	$2,60 \cdot 10^{-12}$	$1,58 \cdot 10^{-08}$
<sup>36</sup> Cl	$2,35 \cdot 10^{-08}$	$2,41 \cdot 10^{-08}$	<sup>241</sup> Pu	$4,76 \cdot 10^{-11}$	$1,50 \cdot 10^{-07}$
<sup>57</sup> Co	$7,12 \cdot 10^{-07}$	$2,61 \cdot 10^{-06}$	<sup>106</sup> Ru	$9,14 \cdot 10^{-11}$	$7,23 \cdot 10^{-10}$
<sup>60</sup> Co	1	1	<sup>125</sup> Sb	$8,53 \cdot 10^{-05}$	$1,02 \cdot 10^{-04}$
<sup>134</sup> Cs	$5,60 \cdot 10^{-07}$	$1,53 \cdot 10^{-07}$	<sup>79</sup> Se	$1,25 \cdot 10^{-09}$	$2,88 \cdot 10^{-08}$
<sup>137</sup> Cs	$5,35 \cdot 10^{-08}$	$1,10 \cdot 10^{-07}$	<sup>151</sup> Sm	$5,75 \cdot 10^{-06}$	$3,70 \cdot 10^{-07}$
<sup>152</sup> Eu	$1,30 \cdot 10^{-04}$	$7,54 \cdot 10^{-07}$	<sup>119m</sup> Sn	$2,31 \cdot 10^{-07}$	$3,33 \cdot 10^{-07}$
<sup>154</sup> Eu	$2,52 \cdot 10^{-05}$	$3,57 \cdot 10^{-06}$	<sup>121m</sup> Sn	$4,46 \cdot 10^{-06}$	$4,22 \cdot 10^{-06}$
<sup>155</sup> Eu	$8,99 \cdot 10^{-07}$	$3,08 \cdot 10^{-07}$	<sup>90</sup> Sr	$8,22 \cdot 10^{-08}$	$9,52 \cdot 10^{-08}$
<sup>55</sup> Fe	3,08	1,38	<sup>99</sup> Tc	$5,94 \cdot 10^{-05}$	$2,35 \cdot 10^{-05}$
<sup>153</sup> Gd	$5,94 \cdot 10^{-10}$	$2,00 \cdot 10^{-10}$	<sup>204</sup> Tl	$4,68 \cdot 10^{-07}$	$3,61 \cdot 10^{-07}$
<sup>178n</sup> HF	$1,80 \cdot 10^{-06}$	$7,46 \cdot 10^{-08}$	<sup>171</sup> Tm	$9,73 \cdot 10^{-08}$	$7,78 \cdot 10^{-09}$
<sup>85</sup> Kr	$6,42 \cdot 10^{-09}$	$1,63 \cdot 10^{-08}$	<sup>65</sup> Zn	$1,06 \cdot 10^{-07}$	$4,58 \cdot 10^{-07}$

Tableau r Ratios par rapport au Co60 pour l'activation des internes de la cuve et de la cuve, 3 ans après le début du démantèlement

### 3.2.5.2. Contamination des circuits

Les éléments découpés font partie du circuit primaire, le niveau de contamination considéré est présenté au [Paragraphe 3.1.4.1.](#)

On rappelle que le circuit primaire (y compris la cuve et les internes de cuve) aura été décontaminé après la mise à l'arrêt, l'objectif est de retirer plus de 95 % de la contamination initiale. De manière conservatrice, il est pris l'hypothèse que les opérations de décontamination suppriment 90 % de la contamination initiale. La contamination restante est considérée intégralement fixée.

### 3.2.6. TRAITEMENT DES REJETS

Avant rejet dans l'environnement par une des cheminées de rejet, les effluents atmosphériques issus du démantèlement électromécanique sous eau sont filtrés par un filtre THE (Très Haute Efficacité). Le coefficient de traitement retenu est de 1 000 (un THE) pour tous les radionucléides sauf ceux considérés gazeux (tritium, carbone 14, chlore 36) pour lesquels les filtres sont considérés inefficaces (Cf. [Chapitre 2, Paragraphe 2.5.2.](#))

Pour les effluents liquides, le traitement de l'eau contaminée est un compromis entre quantité de déchets produits (filtres et résines) et activité de l'effluent. L'eau des piscines, dans laquelle ont été réalisées les découpes, est traitée de manière à viser une activité rejetée de l'ordre de 2 000 Bq/L en activité beta gamma (de manière similaire à l'objectif d'épuration visé en phase de fonctionnement du CNPE). Pour le tritium et le carbone 14, l'efficacité des filtres et résines de traitement de l'eau est considérée comme nulle (Cf. [Chapitre 2, Paragraphe 2.5.1.](#))

### 3.2.7. RESULTAT DE L'ESTIMATION DES REJETS LIES AU DEMANTELEMENT ELECTROMECHANIQUE SOUS EAU

#### 3.2.7.1. Rejets radioactifs atmosphériques liés au démantèlement électromécanique sous eau

Les activités estimées des rejets radioactifs atmosphériques par année et par catégorie de radionucléides, toutes cheminées confondues, liées au démantèlement électromécanique sous eau sont présentées dans le [Tableau s](#) et sur la [Figure e](#).

Les valeurs inférieures à 1 Bq/an ne sont pas présentées.

Rejets atmosphériques	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7
	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an
Tritium	4,2.10 <sup>+10</sup>	8,8.10 <sup>+10</sup>	1,5.10 <sup>+11</sup>	7,5.10 <sup>+10</sup>
Carbone 14	1,1.10 <sup>+11</sup>	2,4.10 <sup>+11</sup>	4,1.10 <sup>+11</sup>	2,0.10 <sup>+11</sup>
Beta gamma	3,6.10 <sup>+07</sup>	4,1.10 <sup>+07</sup>	5,7.10 <sup>+07</sup>	3,0.10 <sup>+06</sup>
Alpha	-	-	-	-

Tableau s Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour le démantèlement électromécanique sous eau

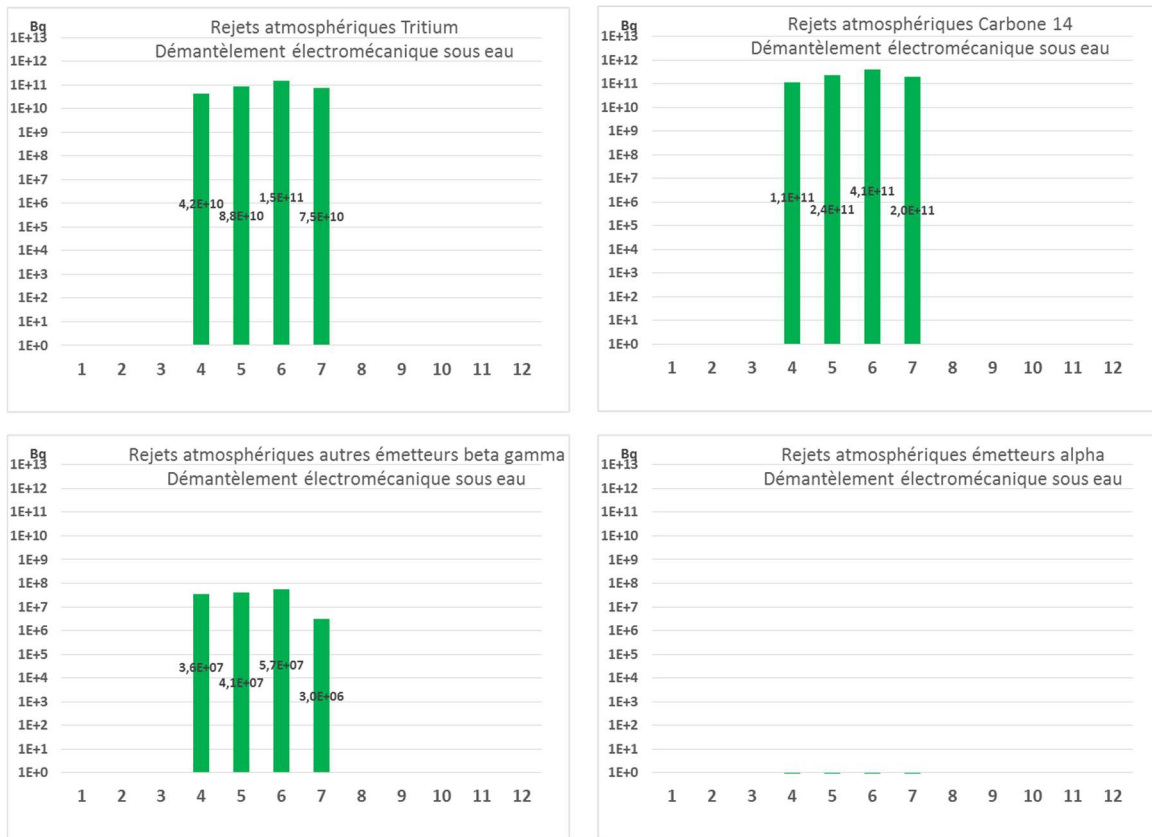


Figure e Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour le démantèlement électromécanique sous eau

### 3.2.7.3. Rejets radioactifs liquides liés au démantèlement électromécanique sous eau

Les activités estimées des rejets radioactifs liquides par année et par catégorie de radionucléides liés au démantèlement électromécanique sous eau sont présentées dans le [Tableau t](#) et sur la [Figure f](#). Les valeurs inférieures à 1 Bq/an ne sont pas présentées.

Rejets liquides	Année 7	Année 8
	Bq/an	Bq/an
Tritium	$2,0 \cdot 10^{+11}$	$2,0 \cdot 10^{+11}$
Carbone 14	$5,4 \cdot 10^{+11}$	$5,4 \cdot 10^{+11}$
Beta gamma	$3,1 \cdot 10^{+09}$	$3,1 \cdot 10^{+09}$
Alpha	$1,7 \cdot 10^{+01}$	$1,7 \cdot 10^{+01}$

Tableau t Rejets radioactifs liquides estimés par catégorie pour le démantèlement électromécanique sous eau

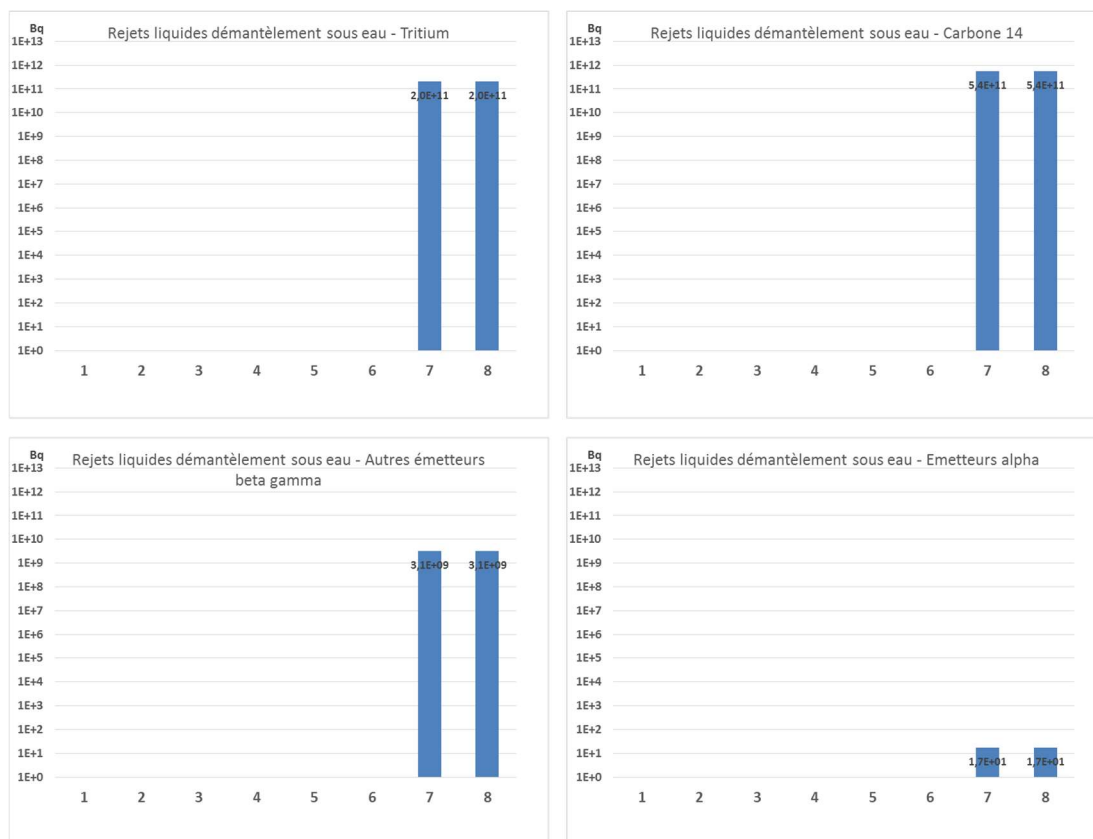


Figure f Rejets radioactifs liquides estimés par catégorie pour le démantèlement électromécanique sous eau

## 3.3. ASSAINISSEMENT

Les opérations d'assainissement génèrent essentiellement des rejets radioactifs atmosphériques. Les rejets radioactifs liquides associés (opérations de lavage et décontamination des outils) sont estimés au [Paragraphe 3.4.](#)

### 3.3.1. DESCRIPTION DE L'OPERATION ET PLANNING

L'assainissement des structures concerne les bâtiments nucléaires, pour lesquels la radioactivité (activation, dépôt ou migration de contamination) susceptible d'être présente au niveau de la structure du bâtiment va être retirée, à l'aide de moyens mécaniques (ponçage, bouchardage, etc.).

Les opérations d'assainissement sont similaires dans tous les bâtiments nucléaires (deux bâtiments réacteurs BR, deux bâtiments combustibles BK, deux bâtiments BW, bâtiment des auxiliaires nucléaires BAN, bâtiment d'entretien de site BES), sauf pour une opération spécifique qui consiste à retirer la partie activée du béton armé constituant le puits de cuve réacteur situé dans les deux BR, lequel est activé, en effectuant des découpes de blocs de béton.

Les travaux d'assainissement d'un bâtiment peuvent débuter dès la fin de l'étape de démantèlement électromécanique de ce même bâtiment.

L'assainissement est prévu des années 5 à 12 à compter du début du démantèlement.

### 3.3.2. MISE EN SUSPENSION DANS L'AIR

Les effluents radioactifs atmosphériques issus des opérations d'assainissement proviennent :

- de la mise en suspension dans l'air de l'activité massique (activation) présente dans les blocs de béton du puits de cuve à l'endroit où est réalisée leur découpe ;
- de la mise en suspension dans l'air de l'activité présente (contamination surfacique et activité massique) dans le béton lors de l'assainissement mécanique (grattage) de surfaces de béton.

Les coefficients de mise en suspension dans l'air considérés sont présentés dans le [Tableau u.](#)

Nature de l'intervention	Nature du terme source mobilisé	Surface, masse ou volume affecté	RN (radionucléide) concerné	Coefficient de mise en suspension
Assainissement	Contamination surfacique labile	Surface assainie	Tous RN	1
	Contamination surfacique fixée	Surface assainie	Tous RN	1.10 <sup>-02</sup>
	Activité massique	Masse assainie	Tous RN	1.10 <sup>-02</sup>

Tableau u Coefficients de mise en suspension dans l'air utilisés pour les opérations d'assainissement



### 3.3.3. DONNEES PHYSIQUES ET RADIOLOGIQUES

#### 3.3.3.1. Béton du puits de cuve

Lors du fonctionnement du réacteur, le béton du puits de cuve situé dans un environnement proche de la cuve a été soumis à un flux neutronique issu du réacteur. Ce béton est activé en conséquence sur les premiers centimètres d'épaisseur, bien qu'à des niveaux très inférieurs à ceux de la cuve et des internes, en raison de la décroissance exponentielle du flux de neutron avec la distance au cœur.

La partie bétonnée concernée est constituée du béton du puits de cuve situé au droit du cœur actif du réacteur. Il est prévu de découper le béton du puits de cuve par blocs. La [Figure g](#) ci-après présente les blocs de béton activés considérés (blocs de la couronne supérieure et inférieure).

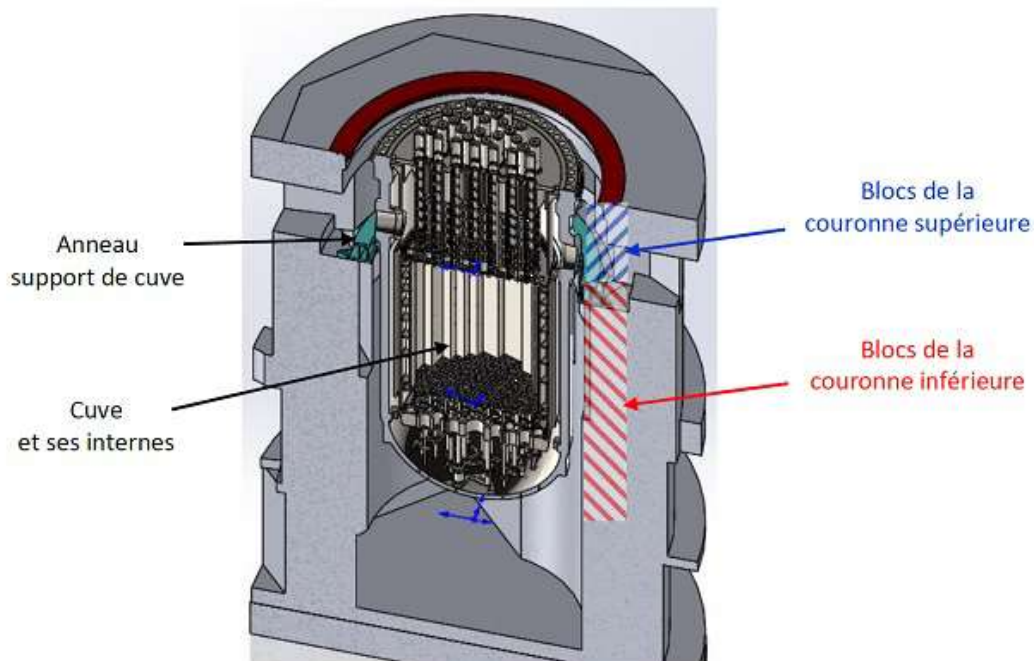


Figure g Vue en coupe du puits de cuve réacteur

La découpe du béton du puits de cuve génère des fines de découpe. La masse des fines de découpe des blocs activés est estimée à 3 600 kg par unité de production.

L'activité massique moyenne d'activation du béton du puits de cuve (ferraillage compris) dans les 15 premiers centimètres au droit du cœur actif est évaluée à  $2,35 \cdot 10^4$  Bq/g en Co60, 3 ans après le début du démantèlement (soit 8 ans après l'arrêt définitif de production), les ratios des principaux radionucléides par rapport au Co60 sont présentés dans le [Tableau v](#).

RN	Ratio /Co60
<sup>3</sup> H	1,09.10 <sup>+01</sup>
<sup>14</sup> C	7,74.10 <sup>-03</sup>
<sup>60</sup> Co	1
<sup>55</sup> Fe	5,58
<sup>63</sup> Ni	1,37.10 <sup>-01</sup>
<sup>152</sup> Eu	1,09
<sup>154</sup> Eu	7,24.10 <sup>-02</sup>

Tableau v Ratios considérés par rapport au Co60 pour l'activation du béton du puits de cuve, 3 ans après le début du démantèlement

### 3.3.3.2. Caractéristiques des locaux à assainir

La contamination des locaux à assainir peut être caractérisée de deux manières :

- une contamination surfacique, liée à l'état de propreté radiologique des locaux ;
- une contamination massique du béton, liée aux activités passées dans le local.

#### 3.3.3.2.1. Contamination surfacique

Pour le zonage déchets, les locaux sont classés K (conventionnel) ou N (nucléaire). Au sein du classement N, trois niveaux de contamination sont définis : NP (Nucléaire Propre), avec une activité surfacique inférieure à 0,4 Bq/cm<sup>2</sup>, N1 avec une activité surfacique inférieure à 4 Bq/cm<sup>2</sup>, et N2 avec une activité surfacique supérieure à 4 Bq/cm<sup>2</sup>.

Les surfaces considérées pour chacun des bâtiments sont présentées dans le [Tableau w](#).

Surfaces (m <sup>2</sup> )	NP	N1	N2
BR	140	410	1100
BK	1700	20	0
BW	1100	0	60
BAN	6010	100	830
galeries BAN	1230	0	220

Tableau w Ordre de grandeur des surfaces à assainir par bâtiment

Les contaminations surfaciques retenues pour chaque type de surface sont présentées au [Tableau x](#) (contamination surfacique en Co60 à la date de début du démantèlement (soit par hypothèse 5 ans après l'arrêt définitif de production)) :

Niveau de contamination	NP	N1	N2
Activité surfacique (Bq/cm <sup>2</sup> )	0,4	4	40

Tableau x Contaminations surfaciques retenues en Co60 par type de surface à assainir

Pour le bâtiment BES, il est considéré une surface de 3 500 m<sup>2</sup> avec une contamination surfacique de 0,24 Bq/cm<sup>2</sup> en Co60.

Le spectre de contamination surfacique des locaux est considéré identique à celui des circuits et est présenté dans le [Tableau j](#).

### 3.3.3.2.2. Contamination massique

La contamination massique du béton est liée aux activités passées dans le local. L'analyse de l'historique permet de déterminer différentes catégories de surface (de 0 à 3), avec pour chacune des épaisseurs à enlever.

Le [Tableau y](#) présente les traitements à appliquer et les profondeurs sur lesquelles les appliquer pour les différentes catégories.

Catégorie pour les bétons	Traitement
Catégorie 0	Dépoussiérage
Catégorie 1	Retrait de 2 mm
Catégorie 2	Retrait de 25 mm sur les planchers et 10 mm sur les voiles
Catégorie 3	Retrait au cas par cas avec un minimum de 50 mm

Tableau y Profondeurs de traitement à appliquer correspondant aux différentes catégories

Les quantités de déchets pulvérulents générées par les traitements par bâtiment sont données au [Tableau z](#).

Pulvérulents (kg)	catégorie 1	catégorie 2	catégorie 3
BR	46200	81400	15400
BK	8800	33000	8800
BW	8800	8800	2200
BAN	55000	59400	4400
galeries du BAN	13200	0	13200
BES	80000	0	1000

Tableau z Quantités de pulvérulents générées par l'assainissement par bâtiment

Les activités en Co60 à la date de début du démantèlement (soit par hypothèse 5 ans après l'arrêt définitif de production) considérées pour les catégories de béton sont données au [Tableau aa](#).

	catégorie 0	catégorie 1	catégorie 2	catégorie 3
Bq/g	0	10	100	5000

Tableau aa Activités massiques en Co60 considérées par catégorie de béton pour l'assainissement

Le spectre associé est présenté au [Tableau bb](#) (le spectre considéré est un spectre vieilli 20 ans à la date de début du démantèlement pour représenter le caractère ancien de la contamination massique).

Radionucléide	Ratio / Co60
$^{14}\text{C}$	$9,88.10^{-01}$
$^{129}\text{I}$	$1,37.10^{-06}$
$^{36}\text{Cl}$	$2,67.10^{-07}$
$^{60}\text{Co}$	1,00
$^{63}\text{Ni}$	$1,65.10^{+01}$
$^{90}\text{Sr}$	$3,81.10^{-01}$
$^{137}\text{Cs}$	$7,52.10^{-02}$
$^{108\text{m}}\text{Ag}$	$1,80.10^{-01}$
$^{238}\text{Pu}$	$1,71.10^{-03}$
$^{239}\text{Pu}$	$7,60.10^{-04}$
$^{240}\text{Pu}$	$7,08.10^{-04}$
$^{241}\text{Am}$	$3,17.10^{-03}$
$^{244}\text{Cm}$	$6,37.10^{-04}$

Tableau bb Ratios par rapport au Co60 pour l'assainissement

L'activité en tritium est considérée égale à 0,02 Bq/g, quelle que soit la catégorie.

### 3.3.4. TRAITEMENT DES REJETS

Avant rejet dans l'environnement par une des cheminées de rejet, les effluents atmosphériques issus de l'assainissement sont filtrés par un filtre THE (Très Haute Efficacité).

Le coefficient de traitement retenu est de 1 000 (1 THE) pour tous les radionucléides sauf ceux considérés gazeux (tritium, carbone 14, chlore 36) pour lesquels les filtres sont considérés inefficaces (Cf. [Chapitre 2, Paragraphe 2.5.2](#)).

### 3.3.5. RESULTAT DE L'ESTIMATION DES REJETS LIES A L'ASSAINISSEMENT

Les activités estimées des rejets radioactifs atmosphériques par année et par catégorie de radionucléides, toutes cheminées confondues, liées à l'assainissement sont présentées dans le [Tableau cc](#) et sur la [Figure h](#).

Rejets atmosphériques	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8	Année 9	Année 10	Année 11	Année 12
	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an
Tritium	1,5.10 <sup>+04</sup>	3,3.10 <sup>+04</sup>	9,4.10 <sup>+08</sup>	4,2.10 <sup>+09</sup>	8,4.10 <sup>+09</sup>	4,2.10 <sup>+09</sup>	9,4.10 <sup>+08</sup>	1,4.10 <sup>+05</sup>
Carbone 14	1,4.10 <sup>+08</sup>	3,0.10 <sup>+08</sup>	1,1.10 <sup>+08</sup>	4,3.10 <sup>+08</sup>	9,4.10 <sup>+08</sup>	7,7.10 <sup>+08</sup>	1,1.10 <sup>+09</sup>	2,5.10 <sup>+08</sup>
Beta gamma	2,6.10 <sup>+06</sup>	5,6.10 <sup>+06</sup>	2,9.10 <sup>+06</sup>	1,1.10 <sup>+07</sup>	2,4.10 <sup>+07</sup>	1,8.10 <sup>+07</sup>	2,1.10 <sup>+07</sup>	4,9.10 <sup>+06</sup>
Alpha	9,9.10 <sup>+02</sup>	2,2.10 <sup>+03</sup>	8,0.10 <sup>+02</sup>	3,1.10 <sup>+03</sup>	6,6.10 <sup>+03</sup>	5,5.10 <sup>+03</sup>	7,4.10 <sup>+03</sup>	1,7.10 <sup>+03</sup>

Tableau cc Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour l'assainissement

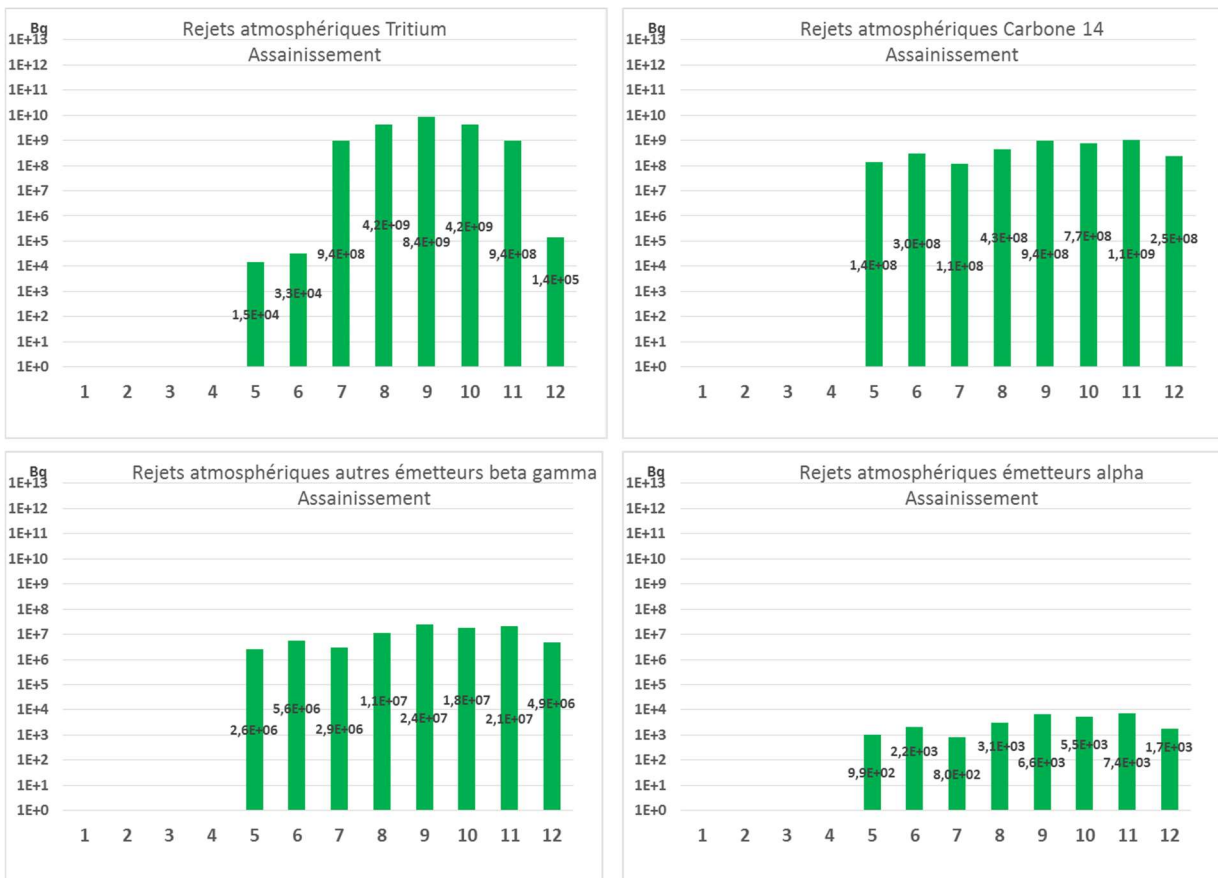


Figure h Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour l'assainissement

Une partie de l'assainissement des bâtiments est réalisée après la mise en place des unités de ventilation modulaire, prévue au cours de l'année 8. Une unité de ventilation modulaire sera installée pour chaque unité de production. Les bâtiments de l'unité de production n°1 sont affectés à l'unité de ventilation modulaire 1, ceux de l'unité de production n°2 sont affectés à l'unité de ventilation modulaire 2. De manière conservatrice, l'assainissement du BAN et des galeries du BAN est considéré affecté aux deux unités de ventilation modulaire, ce qui signifie qu'il est comptabilisé 2 fois.

## 3.4. REJETS RADIOACTIFS LIÉS AUX ACTIVITÉS D'EXPLOITATION

Outre les rejets directement liés aux opérations de démantèlement (estimés aux [Paragraphe 3.1](#), [3.2](#) et [3.3](#)), des rejets non liés directement au démantèlement sont à considérer dans l'estimation des rejets : il s'agit des rejets liés au fonctionnement courant du site (fonctionnement de la laverie, opérations de lavage de sols, décontaminations ponctuelles (outillages, piscines, etc.)) et des rejets liés aux opérations de fin d'exploitation non réalisées en phase de pré-démantèlement (évaporation et vidange de capacités issues du fonctionnement du CNPE encore présentes en démantèlement, etc.).

L'estimation de ces rejets radioactifs atmosphériques et liquides, dits rejets liés aux activités d'exploitation, est présentée ci-après.

### 3.4.1. REJETS LIÉS À L'ÉVAPORATION ET À LA VIDANGE DES PISCINES BK

En période de fonctionnement du CNPE, en présence de combustible, la piscine de désactivation de chacun des bâtiments combustible (BK) doit être maintenue en eau borée afin de contribuer à maîtriser la réaction nucléaire et de garantir la sûreté. Des appoints sont réalisés afin de compenser l'évaporation. Une fois le combustible évacué, la présence de bore n'est plus requise. L'objectif est de traiter l'ensemble du bore avant le début du démantèlement. Cependant, étant donné l'inventaire important d'acide borique présent sur l'installation, notamment dans ces piscines combustibles, il n'est pas garanti que la totalité du bore soit traitée avant le début du démantèlement, et donc que les piscines aient pu être totalement vidangées. Par conséquent, il sera considéré à titre conservatif que les piscines des deux bâtiments BK sont en eau borée au début du démantèlement.

Des effluents radioactifs associés seraient dans ce cas potentiellement rejetés pendant la phase de démantèlement :

- effluents radioactifs atmosphériques liés à l'évaporation de l'eau contenue dans les piscines BK, tant qu'elles ne sont pas vidangées ;
- effluents radioactifs liquides liés à la vidange de ces piscines.

#### 3.4.1.1. Données physiques et radiologiques

Afin d'évaluer les rejets associés, il est considéré que l'activité contenue dans les piscines BK est égale à l'activité maximum constatée lors de la période de fonctionnement du CNPE, à savoir :

- au maximum 841 MBq/T en tritium (sur la période 2016-2017), valeur arrondie à 900 MBq/T ;
- au maximum 0,69 MBq/T en émetteurs beta gamma (sur la période 2016-2017), valeur arrondie à 1 MBq/T. Le spectre considéré pour les « autres émetteurs bêta gamma » est le spectre PTR (Cf. [Paragraphe 3.1.4.1](#), [Tableau i](#)).

Le volume associé est de 1 560 m<sup>3</sup> par piscine.

#### 3.4.1.2. Évaluation de l'évaporation

Le débit d'évaporation est calculé de manière identique à l'évaporation des piscines des bâtiments BR (Cf. [Paragraphe 3.2.3](#)).

La valeur de  $\sigma$  utilisée pour le calcul de l'évaporation dépend des mouvements de l'eau à la surface. Étant donné l'absence de travaux dans les piscines BK la plupart du temps, une valeur de 10 kg/m<sup>2</sup>/h est retenue pour  $\sigma$ . Le débit de ventilation est pris égal à 20 000 m<sup>3</sup>/h.

Différents calculs sont réalisés et présentés dans le [Tableau dd](#).

Piscine BK	Surface nappe d'eau (m <sup>2</sup> )	Coeff évap (kg/m <sup>2</sup> /h)	X'' (kgeau/kgair)	Qventil (m <sup>3</sup> /h)	Xsoufflé	rho	Xeq (kgeau/kgair)	Qévap (kg/h)
hiver (T=-28°C / taux d'humidité=90 %)	123	10	0,01469	20000	0,00034	1,2	0,00103655	16,80
hiver (T=-15°C / taux d'humidité =90 %)	123	10	0,01469	20000	0,00106	1,2	0,00172059	15,96
été (T=30°C / taux d'humidité =30 %)	123	10	0,01469	20000	0,00792	1,2	0,00825005	7,93
Cas enveloppe (taux d'humidité =0 %)	123	10	0,01469	20000	0	1,2	0,00071634	17,19

Tableau dd Calcul de l'évaporation pour chacune des piscines BK

La valeur de 17,19 kg/h, raisonnablement enveloppe, est retenue.

### 3.4.1.3. Traitement des rejets

Avant rejet dans l'environnement par une des cheminées de rejet, les effluents atmosphériques issus de l'évaporation sont filtrés par un filtre THE (Très Haute Efficacité). Le coefficient de traitement retenu est de 1 000 (1 filtre THE) pour tous les radionucléides hors tritium, carbone 14 pour lesquels l'efficacité des filtres est considérée comme nulle (Cf. [Chapitre 2, Paragraphe 2.5.2](#)).

Le coefficient de traitement retenu pour les effluents liquides est de 10<sup>4</sup> (correspondant à un traitement sur résines) pour tous les radionucléides hors tritium et carbone 14 pour lesquels l'efficacité est considérée comme nulle (Cf. [Chapitre 2, Paragraphe 2.5.1](#)).

### 3.4.1.4. Résultat de l'estimation des rejets liés à l'exploitation et à la vidange des piscines BK

Les rejets associés sont présentés dans le [Tableau ee](#) (rejets atmosphériques) et dans le [Tableau ff](#) (rejets liquides).

Rejets gazeux annuels	Bq/an
Tritium	1,4.10 <sup>+11</sup>
Carbone 14	1,1.10 <sup>+07</sup>
Autres émetteurs bêta/gamma	5,4.10 <sup>+03</sup>
Alpha	< 1

Tableau ee Rejets annuels radioactifs atmosphériques liés à l'évaporation d'une piscine BK, tant que les piscines BK sont en eau

Rejets liquides l'année de la vidange	Bq/an
Tritium	1,4.10 <sup>+12</sup>
Carbone 14	1,1.10 <sup>+08</sup>
Autres émetteurs bêta/gamma	5,6.10 <sup>+05</sup>
Alpha	8,6.10 <sup>+01</sup>

Tableau ff Rejets radioactifs liquides liés à la vidange d'une piscine BK, l'année de la vidange

### 3.4.2. REJETS RADIOACTIFS LIÉS AU FONCTIONNEMENT DE LA LAVERIE, AUX OPERATIONS DE LAVAGE DES SOLS ET AUX DECONTAMINATIONS PONCTUELLES

En période de fonctionnement du CNPE, les rejets radioactifs liquides liés à l'exploitation de la laverie, aux opérations de lavage des sols et aux décontaminations ponctuelles ne faisaient pas l'objet d'une évaluation spécifique, car ils étaient négligeables devant les rejets liés au fonctionnement du CNPE.

En période de démantèlement, mises à part les opérations de démantèlement sous eau, la plupart des opérations est réalisée à sec, et ne génère aucun rejet liquide.

Ces effluents liquides d'exploitation deviennent donc prépondérants.

Une estimation de l'activité annuelle des rejets radioactifs sous forme liquide est réalisée. Les rejets atmosphériques associés aux opérations d'exploitation courante comme le lavage du linge et des locaux sont considérés comme négligeables devant ceux liés aux opérations de démantèlement, ce qui est confirmé pour le lavage du linge par la vérification d'absence de rejets à l'émissaire du BES constatée en phase de fonctionnement du CNPE.

Il est retenu que l'activité de l'eau de lavage représente 0,1% de l'activité mise en suspension dans le local lors des opérations de démantèlement (cette activité n'étant pas reprise par la ventilation et se retrouvant sur le sol et les outils).

L'activité des effluents atmosphériques de tritium et de carbone 14 représente respectivement au maximum de l'ordre de  $3 \cdot 10^{11}$  et  $4 \cdot 10^{11}$  Bq/an (Cf. [Tableau ii](#)), soit une activité totale pour les effluents liquides de respectivement  $3 \cdot 10^8$  et  $4 \cdot 10^8$  Bq/an pour le tritium et le carbone 14.

Etant donné l'absence de retour d'expérience sur l'activité des effluents liquides liés à ces opérations (en particulier il n'existe pas de retour d'expérience concernant le lavage des tenues de zone contrôlée pour les sites en démantèlement car celui-ci est effectué par les laveries de CNPE en fonctionnement), il sera appliqué pour les demandes de limites un coefficient d'incertitude de 100 % pour les effluents liés à ces opérations.

Pour les autres émetteurs beta-gamma, étant donnés les traitements effectués sur les effluents liquides avant rejet, il est retenu une estimation basée sur :

- l'estimation du volume des effluents d'exploitation réalisée en [Annexe 2, Paragraphe 2.3.1](#) : l'estimation des effluents de laverie pour la période de démantèlement est de l'ordre de  $1\ 100\ \text{m}^3$ . Pour prendre en compte l'ensemble des effluents susceptibles d'être produits (lavage des locaux, lavage des outils, décontaminations ponctuelles...), cette valeur est arrondie à  $2\ 000\ \text{m}^3$ . À noter que ce volume ne comprend pas les vidanges des piscines BR prises en compte dans les opérations de démantèlement, ni les vidanges des piscines BK prises en compte au [Paragraphe 3.4.1](#) ;
- une estimation de l'activité volumique en autres émetteurs beta-gamma de ces effluents, sur la base du retour d'expérience actuel d'activité dans les réservoirs de rejet, soit au maximum 200 Bq/L, répartis au spectre des effluents atmosphériques.

L'activité annuelle en autres émetteurs beta-gamma est donc estimée à  $2\ 000 \times 1\ 000 \times 200 = 4 \cdot 10^8$  Bq.

L'activité volumique en émetteurs alpha est considérée inférieure au seuil de détection.



### 3.4.3. ESTIMATION DES REJETS D'EXPLOITATION

#### 3.4.3.1. Rejets radioactifs atmosphériques liés aux rejets d'exploitation

Les activités estimées des rejets radioactifs atmosphériques d'exploitation par année et par catégorie de radionucléides, toutes cheminées confondues, sont présentées dans le [Tableau gg](#) et sur la [Figure i](#).

Les valeurs inférieures à 1 Bq/an ne sont pas présentées.

Rejets atmosphériques	Année 1 Bq/an	Année 2 Bq/an	Année 3 Bq/an	Année 4 Bq/an	Année 5 Bq/an	Année 6 Bq/an	Année 7 Bq/an
Tritium	$2,7 \cdot 10^{11}$	$2,7 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{11}$
Carbone 14	$2,2 \cdot 10^{07}$	$2,2 \cdot 10^{07}$	$1,1 \cdot 10^{07}$	$1,1 \cdot 10^{07}$	$1,1 \cdot 10^{07}$	$1,1 \cdot 10^{07}$	$1,1 \cdot 10^{07}$
Beta gamma	$1,1 \cdot 10^{04}$	$1,1 \cdot 10^{04}$	$5,4 \cdot 10^{03}$	$5,4 \cdot 10^{03}$	$5,4 \cdot 10^{03}$	$5,4 \cdot 10^{03}$	$5,4 \cdot 10^{03}$
Alpha	1,7	1,7	-	-	-	-	-

Tableau gg Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour les opérations d'exploitation

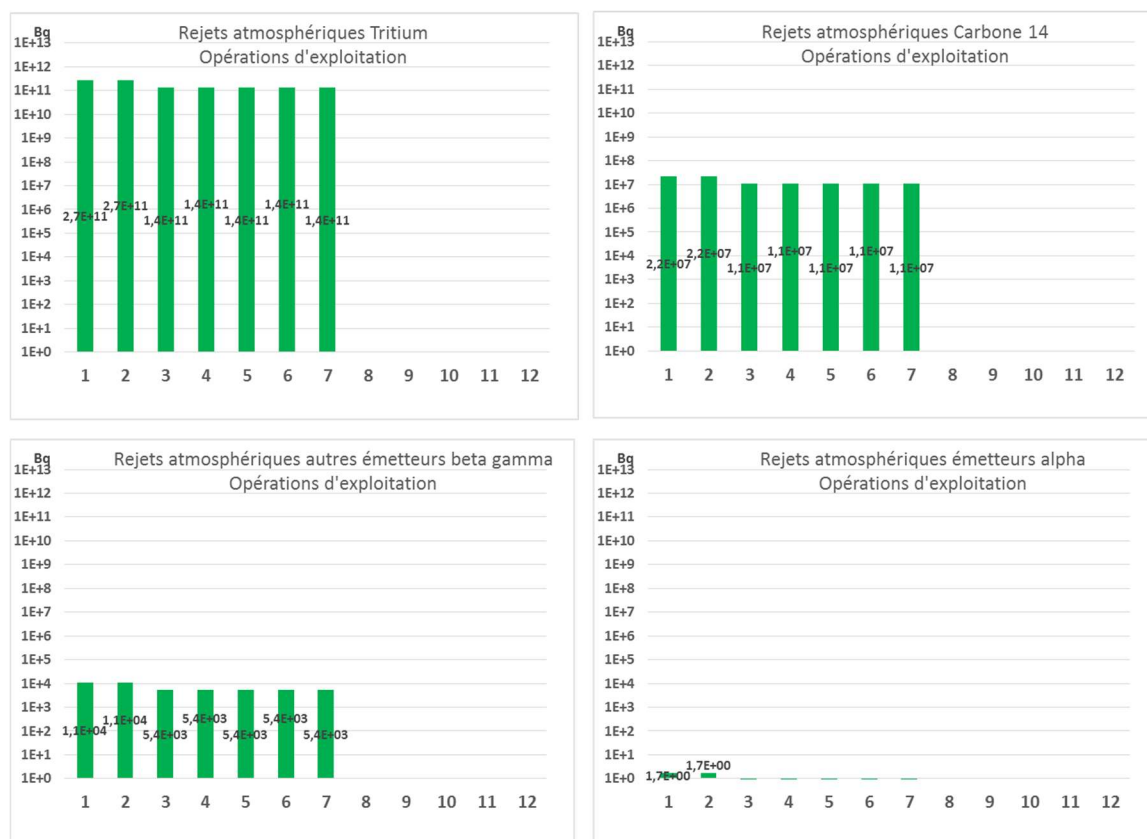


Figure i Rejets radioactifs atmosphériques estimés par catégorie pour les opérations d'exploitation

### 3.4.3.2. Rejets radioactifs liquides liés aux rejets d'exploitation

Les activités estimées des rejets radioactifs liquides d'exploitation par année et par catégorie de radionucléides sont présentées dans le [Tableau hh](#) et sur la [Figure j](#).

Les valeurs inférieures à 1 Bq/an ne sont pas présentées.

Rejets liquides	Année 1 Bq/an	Année 2 Bq/an	Année 3 Bq/an	Année 4 Bq/an	Année 5 Bq/an	Année 6 Bq/an	Année 7 Bq/an	Année 8 Bq/an
Tritium	$3,0 \cdot 10^{+08}$	$3,0 \cdot 10^{+08}$	$1,4 \cdot 10^{+12}$	$3,0 \cdot 10^{+08}$	$3,0 \cdot 10^{+08}$	$3,0 \cdot 10^{+08}$	$3,0 \cdot 10^{+08}$	$1,4 \cdot 10^{+12}$
Carbone 14	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$5,1 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$5,1 \cdot 10^{+08}$
Beta gamma	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$
Alpha	-	-	$8,6 \cdot 10^{+01}$	-	-	-	-	$8,6 \cdot 10^{+01}$

Tableau hh Rejets radioactifs liquides estimés par catégorie pour les opérations d'exploitation

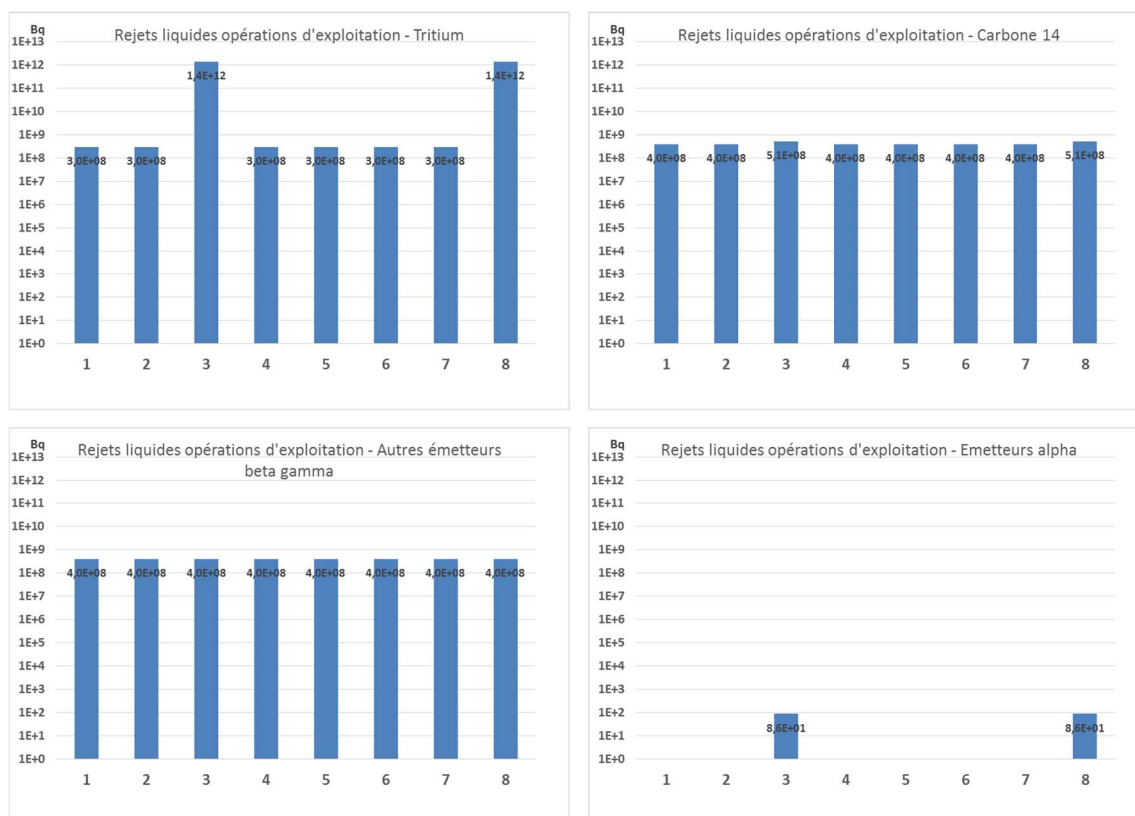


Figure j Rejets radioactifs liquides estimés par catégorie pour les opérations d'exploitation

# 4. RESULTATS DE L'ESTIMATION DES REJETS RADIOACTIFS ATMOSPHERIQUES

## 4.1. RESULTATS DES REJETS TOTAUX PAR ANNEE ET PAR CATEGORIE DE RADIONUCLEIDES

Les activités estimées des rejets radioactifs atmosphériques par année et par catégorie de radionucléides, toutes cheminées confondues, incluant les rejets liés au démantèlement électromécanique ([Paragraphe 3.1 et 3.2](#)), les rejets liés à l'assainissement ([Paragraphe 3.3](#)) et les rejets d'exploitation ([Paragraphe 3.4](#)) sont présentées dans le [Tableau ii](#).

Rejets atmosphériques	Année 1 Bq/an	Année 2 Bq/an	Année 3 Bq/an	Année 4 Bq/an	Année 5 Bq/an	Année 6 Bq/an
Tritium	$2,7 \cdot 10^{+11}$	$2,7 \cdot 10^{+11}$	$1,4 \cdot 10^{+11}$	$1,8 \cdot 10^{+11}$	$2,2 \cdot 10^{+11}$	$2,9 \cdot 10^{+11}$
Carbone 14	$6,7 \cdot 10^{+11}$	$1,9 \cdot 10^{+09}$	$1,6 \cdot 10^{+09}$	$1,1 \cdot 10^{+11}$	$2,4 \cdot 10^{+11}$	$4,1 \cdot 10^{+11}$
Beta gamma	$9,4 \cdot 10^{+06}$	$2,5 \cdot 10^{+07}$	$1,3 \cdot 10^{+07}$	$4,1 \cdot 10^{+07}$	$4,4 \cdot 10^{+07}$	$8,5 \cdot 10^{+07}$
Alpha	$1,5 \cdot 10^{+03}$	$3,9 \cdot 10^{+03}$	$2,0 \cdot 10^{+03}$	$8,0 \cdot 10^{+02}$	$1,1 \cdot 10^{+03}$	$5,7 \cdot 10^{+03}$

Rejets atmosphériques	Année 7 Bq/an	Année 8 Bq/an	Année 9 Bq/an	Année 10 Bq/an	Année 11 Bq/an	Année 12 Bq/an
Tritium	$2,1 \cdot 10^{+11}$	$4,2 \cdot 10^{+09}$	$8,4 \cdot 10^{+09}$	$4,2 \cdot 10^{+09}$	$9,4 \cdot 10^{+08}$	$1,8 \cdot 10^{+05}$
Carbone 14	$2,1 \cdot 10^{+11}$	$4,0 \cdot 10^{+09}$	$9,5 \cdot 10^{+08}$	$7,7 \cdot 10^{+08}$	$1,1 \cdot 10^{+09}$	$2,5 \cdot 10^{+08}$
Beta gamma	$5,9 \cdot 10^{+07}$	$4,2 \cdot 10^{+07}$	$2,4 \cdot 10^{+07}$	$1,8 \cdot 10^{+07}$	$2,1 \cdot 10^{+07}$	$4,9 \cdot 10^{+06}$
Alpha	$9,0 \cdot 10^{+03}$	$7,8 \cdot 10^{+03}$	$6,6 \cdot 10^{+03}$	$5,5 \cdot 10^{+03}$	$7,4 \cdot 10^{+03}$	$1,8 \cdot 10^{+03}$

Tableau ii Rejets radioactifs atmosphériques totaux estimés par catégorie pour toute la période de démantèlement

## 4.2. HISTOGRAMMES DES REJETS

Les figures ci-après présentent l'évolution prévisionnelle des activités estimées des effluents radioactifs atmosphériques en tritium, en carbone 14, en autres émetteurs  $\beta/\gamma$  et en émetteurs  $\alpha$  pour toutes les années du démantèlement au cours desquelles des opérations génératrices d'effluents radioactifs atmosphériques sont prévues, toutes cheminées confondues.

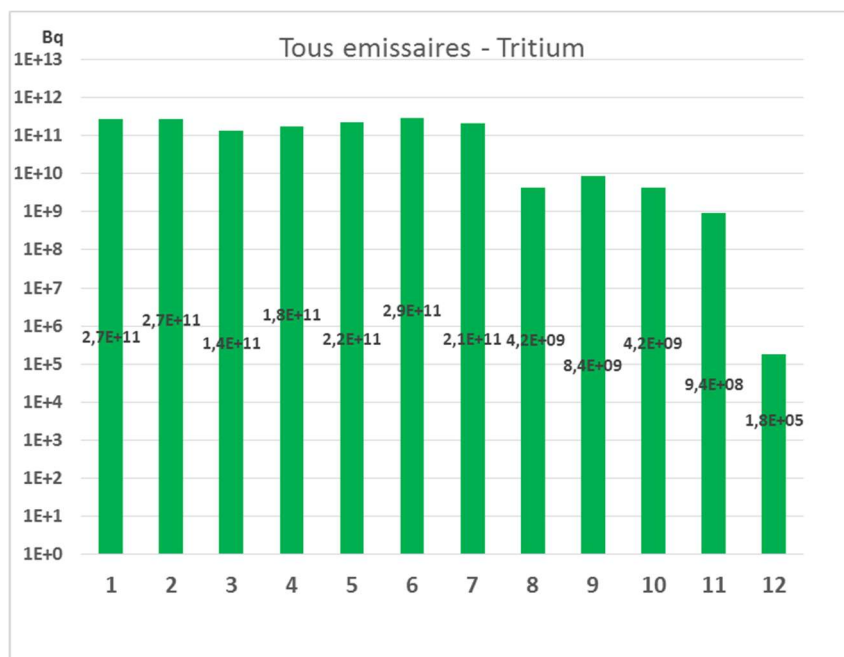


Figure k Activités estimées par année des rejets radioactifs atmosphériques en tritium

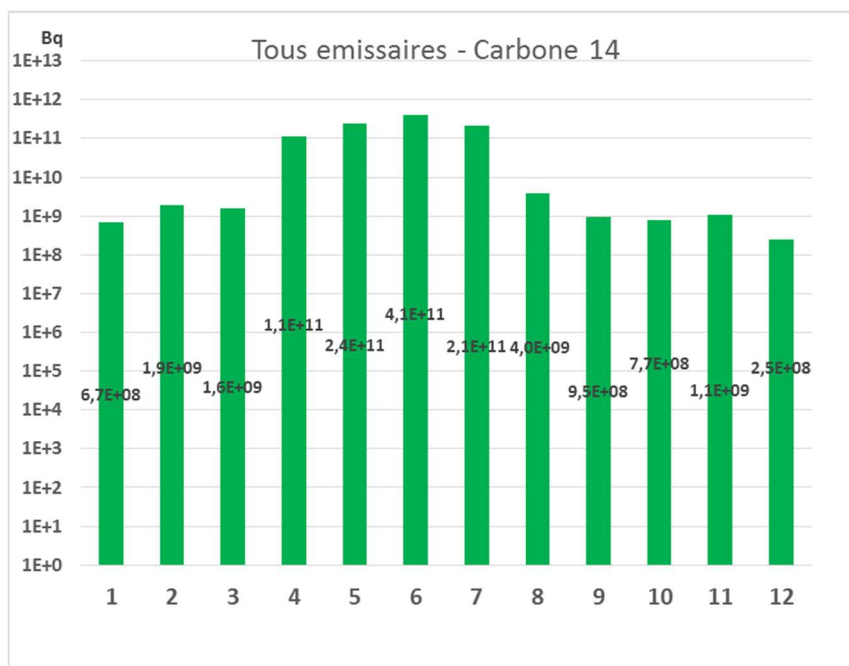


Figure l Activités estimées par année des rejets radioactifs atmosphériques en carbone 14

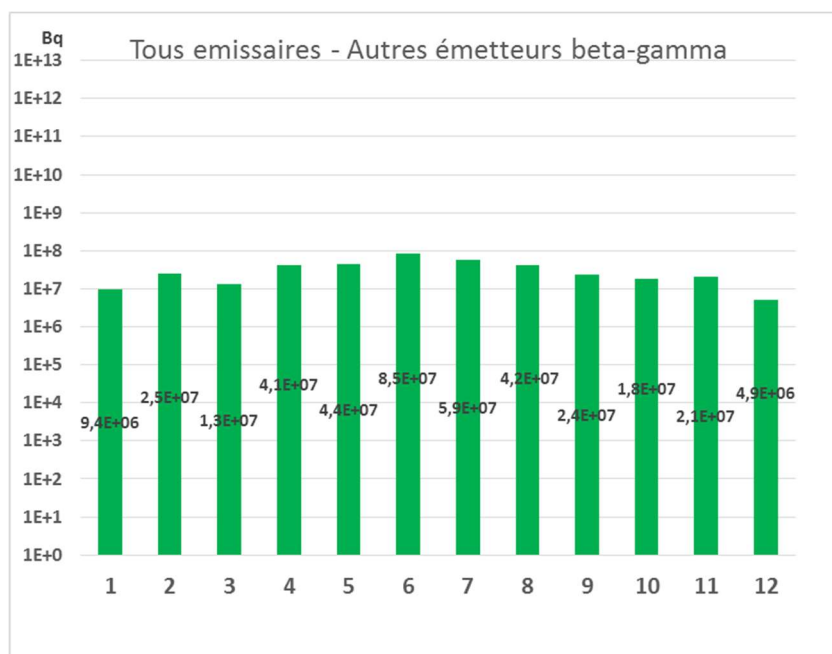


Figure m Activités estimées par année des rejets radioactifs atmosphériques en autres émetteurs  $\beta/\gamma$

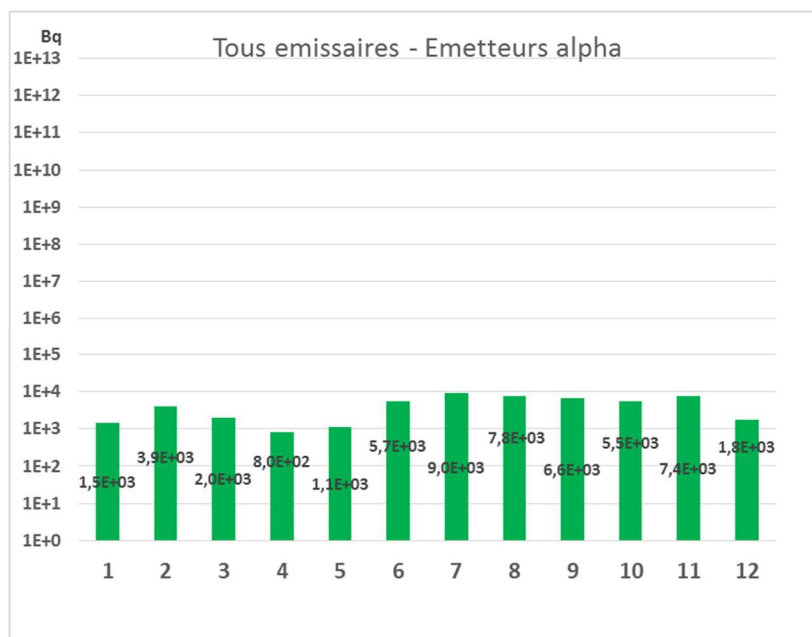


Figure n Activités estimées par année des rejets radioactifs atmosphériques en émetteurs  $\alpha$

Les émetteurs alpha atteignent au maximum 9 000 Bq/an (Cf. Figure n). Considérant une répartition homogène des rejets d'émetteurs alpha sur les années de démantèlement et un débit de ventilation moyen de 231 000 m<sup>3</sup>/h, l'activité volumique moyenne annuelle sera de 4,4.10<sup>-6</sup> Bq/m<sup>3</sup>. Ainsi, les aérosols prélevés ne présentent pas d'activité volumique alpha globale d'origine artificielle supérieure au seuil de décision de la mesure (~ 10<sup>-3</sup> Bq/m<sup>3</sup>). Ils ne sont pas présentés dans la suite de l'évaluation des rejets.

L'évolution des rejets couplée au planning des grandes étapes du projet de démantèlement conduit à distinguer plusieurs phases de rejet :

- pour le tritium, une première période de l'année 1 à l'année 7 correspondant à la phase pendant laquelle les piscines BR ou BK sont en eau (contribution importante due à l'évaporation des piscines, Cf. [Paragraphe 3.4.1.4](#)) et une deuxième période de l'année 8 à l'année 12 démarrant après la vidange de toutes les piscines ;
- pour le carbone 14, trois périodes : de l'année 1 à l'année 3, puis de l'année 8 à l'année 12 avec un niveau de rejet de base et une période de rejet plus importante de l'année 4 à l'année 7 correspondant au démantèlement de la cuve et des internes sous eau dans les piscines BR (Cf. [Paragraphe 3.2.7](#)) ;
- pour les autres émetteurs bêta/gamma, les rejets restent du même ordre de grandeur tout au long du démantèlement, aucune période de rejet n'est distinguée.

### 4.3. TRI DES RADIONUCLÉIDES

À l'exception des catégories «  $^3\text{H}$  » et «  $^{14}\text{C}$  », les catégories susceptibles de faire l'objet d'une demande d'autorisation de rejets peuvent potentiellement être composées de plusieurs radionucléides. Un tri de ces catégories « multi-élémentaires » doit être effectué afin de conserver uniquement les radionucléides prépondérants représentatifs de chacune d'elles.

Sont considérés comme radionucléides prépondérants, les radionucléides qui représentent plus de 1 % de l'activité annuelle rejetée de leur catégorie d'appartenance OU dont la contribution potentielle à la dose efficace annuelle, calculée sur la base des rejets estimés (toutes catégories confondues), dépasse 1 %, toutes cheminées confondues.

Sont définitivement écartés les radionucléides qui représentent moins de 1 % de l'activité annuelle rejetée de leur catégorie d'appartenance ET dont la contribution à la dose efficace annuelle, calculée sur la base des rejets estimés (toutes catégories confondues), est inférieure à 1 %.

Les radionucléides prépondérants pour les rejets atmosphériques et leur répartition au sein de leur catégorie d'appartenance sont donnés dans le [Tableau jj](#).

Aux radionucléides prépondérants de la catégorie autres émetteurs  $\beta/\gamma$  s'ajoutent le tritium et le carbone 14 représentant tous deux, à eux seuls, une catégorie à part entière.

Catégorie	Tritium	Carbone 14	Autres émetteurs bêta/gamma						
			$^{60}\text{Co}$	$^{55}\text{Fe}$	$^{63}\text{Ni}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{152}\text{Eu}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{108\text{m}}\text{Ag}$
Radionucléide	$^3\text{H}$	$^{14}\text{C}$	$^{60}\text{Co}$	$^{55}\text{Fe}$	$^{63}\text{Ni}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{152}\text{Eu}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{108\text{m}}\text{Ag}$
Répartition au sein de la catégorie (%)	100	100	23	30	45	0,9	0,5	0,2	0,4

Tableau jj Liste des radionucléides prépondérants pour les rejets atmosphériques et répartition au sein de leur catégorie

Nota : Les radionucléides retenus présentés dans le [Tableau jj](#) ci-dessus sont utilisés dans le [Chapitre 6, Paragraphe 6.3](#) pour la comptabilisation des rejets radioactifs atmosphériques.

## 4.4. RESULTATS CONSOLIDES D'ESTIMATION DE REJETS PAR RADIONUCLEIDE PREPONDÉRANT

### 4.4.1. RESULTATS CONSOLIDES DE L'ESTIMATION DE REJETS TOUTES CHEMINEES CONFONDUES

Les activités estimées des rejets radioactifs atmosphériques par année et par radionucléide prépondérant, **toutes cheminées confondues**, incluant les rejets liés au démantèlement électromécanique, les rejets liés à l'assainissement et les rejets d'exploitation, sont détaillées dans le [Tableau kk](#). Ce détail est nécessaire pour évaluer la mesurabilité des radionucléides et déterminer ensuite les demandes de limites associées.

Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rejets atmosphériques	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an
<sup>3</sup> H	2,7.10 <sup>+11</sup>	2,7.10 <sup>+11</sup>	1,4.10 <sup>+11</sup>	1,8.10 <sup>+11</sup>	2,2.10 <sup>+11</sup>	2,9.10 <sup>+11</sup>	2,1.10 <sup>+11</sup>	4,2.10 <sup>+09</sup>	8,4.10 <sup>+09</sup>	4,2.10 <sup>+09</sup>	9,4.10 <sup>+08</sup>	1,8.10 <sup>+05</sup>
<sup>14</sup> C	6,7.10 <sup>+08</sup>	1,9.10 <sup>+09</sup>	1,6.10 <sup>+09</sup>	1,1.10 <sup>+11</sup>	2,4.10 <sup>+11</sup>	4,1.10 <sup>+11</sup>	2,1.10 <sup>+11</sup>	4,0.10 <sup>+09</sup>	9,5.10 <sup>+08</sup>	7,7.10 <sup>+08</sup>	1,1.10 <sup>+09</sup>	2,5.10 <sup>+08</sup>
<sup>60</sup> Co	2,6.10 <sup>+06</sup>	7,2.10 <sup>+06</sup>	3,7.10 <sup>+06</sup>	1,1.10 <sup>+07</sup>	1,2.10 <sup>+07</sup>	2,2.10 <sup>+07</sup>	1,6.10 <sup>+07</sup>	9,6.10 <sup>+06</sup>	2,1.10 <sup>+06</sup>	1,6.10 <sup>+06</sup>	1,5.10 <sup>+06</sup>	4,2.10 <sup>+05</sup>
<sup>55</sup> Fe	3,0.10 <sup>+06</sup>	8,1.10 <sup>+06</sup>	4,2.10 <sup>+06</sup>	1,5.10 <sup>+07</sup>	1,6.10 <sup>+07</sup>	2,9.10 <sup>+07</sup>	1,9.10 <sup>+07</sup>	1,2.10 <sup>+07</sup>	4,8.10 <sup>+06</sup>	2,7.10 <sup>+06</sup>	9,7.10 <sup>+05</sup>	2,1.10 <sup>+05</sup>
<sup>63</sup> Ni	3,6.10 <sup>+06</sup>	9,7.10 <sup>+06</sup>	5,0.10 <sup>+06</sup>	1,4.10 <sup>+07</sup>	1,6.10 <sup>+07</sup>	3,3.10 <sup>+07</sup>	2,3.10 <sup>+07</sup>	1,9.10 <sup>+07</sup>	1,6.10 <sup>+07</sup>	1,3.10 <sup>+07</sup>	1,8.10 <sup>+07</sup>	4,1.10 <sup>+06</sup>
<sup>90</sup> Sr	1,2.10 <sup>+05</sup>	3,2.10 <sup>+05</sup>	1,6.10 <sup>+05</sup>	6,5.10 <sup>+04</sup>	6,2.10 <sup>+04</sup>	4,0.10 <sup>+05</sup>	7,0.10 <sup>+05</sup>	5,5.10 <sup>+05</sup>	3,7.10 <sup>+05</sup>	3,1.10 <sup>+05</sup>	4,1.10 <sup>+05</sup>	9,8.10 <sup>+04</sup>
<sup>152</sup> Eu	0	0	0	0	0	0	9,4.10 <sup>+04</sup>	4,2.10 <sup>+05</sup>	8,4.10 <sup>+05</sup>	4,2.10 <sup>+05</sup>	9,4.10 <sup>+04</sup>	0
<sup>137</sup> Cs	2,3.10 <sup>+04</sup>	6,2.10 <sup>+04</sup>	3,2.10 <sup>+04</sup>	1,3.10 <sup>+04</sup>	1,2.10 <sup>+04</sup>	7,8.10 <sup>+04</sup>	1,4.10 <sup>+05</sup>	1,1.10 <sup>+05</sup>	7,2.10 <sup>+04</sup>	6,0.10 <sup>+04</sup>	8,1.10 <sup>+04</sup>	1,9.10 <sup>+04</sup>
<sup>108m</sup> Ag	3,5.10 <sup>+04</sup>	9,6.10 <sup>+04</sup>	4,9.10 <sup>+04</sup>	1,9.10 <sup>+04</sup>	2,8.10 <sup>+04</sup>	1,4.10 <sup>+05</sup>	2,2.10 <sup>+05</sup>	1,9.10 <sup>+05</sup>	1,7.10 <sup>+05</sup>	1,4.10 <sup>+05</sup>	1,9.10 <sup>+05</sup>	4,5.10 <sup>+04</sup>
Tritium	2,7.10 <sup>+11</sup>	2,7.10 <sup>+11</sup>	1,4.10 <sup>+11</sup>	1,8.10 <sup>+11</sup>	2,2.10 <sup>+11</sup>	2,9.10 <sup>+11</sup>	2,1.10 <sup>+11</sup>	4,2.10 <sup>+09</sup>	8,4.10 <sup>+09</sup>	4,2.10 <sup>+09</sup>	9,4.10 <sup>+08</sup>	1,8.10 <sup>+05</sup>
Carbone14	6,7.10 <sup>+08</sup>	1,9.10 <sup>+09</sup>	1,6.10 <sup>+09</sup>	1,1.10 <sup>+11</sup>	2,4.10 <sup>+11</sup>	4,1.10 <sup>+11</sup>	2,1.10 <sup>+11</sup>	4,0.10 <sup>+09</sup>	9,5.10 <sup>+08</sup>	7,7.10 <sup>+08</sup>	1,1.10 <sup>+09</sup>	2,5.10 <sup>+08</sup>
Autres beta/gamma	9,4.10 <sup>+06</sup>	2,5.10 <sup>+07</sup>	1,3.10 <sup>+07</sup>	4,1.10 <sup>+07</sup>	4,4.10 <sup>+07</sup>	8,5.10 <sup>+07</sup>	5,9.10 <sup>+07</sup>	4,2.10 <sup>+07</sup>	2,4.10 <sup>+07</sup>	1,8.10 <sup>+07</sup>	2,1.10 <sup>+07</sup>	4,9.10 <sup>+06</sup>

Tableau kk Rejets radioactifs atmosphériques totaux estimés par radioélément et par année pour toute la période de démantèlement (toutes cheminées confondues)

Le détail **par cheminée** des activités estimées des rejets radioactifs atmosphériques par année et par radionucléide prépondérant, incluant les rejets liés au démantèlement électromécanique, les rejets liés à l'assainissement et les rejets d'exploitation, est présenté du [Tableau ll](#) au [Tableau oo](#). À noter que pour les années 10 à 12 du démantèlement, la somme des rejets par cheminée est légèrement supérieure aux rejets totaux estimés précédemment : cet écart est dû à la double comptabilisation des opérations d'assainissement du BAN et des galeries du BAN qui sont affectées à chacune des unités de ventilation modulaires (Cf. [Paragraphe 3.3.5](#)), cela ne modifie pas les conclusions de l'estimation.

#### 4.4.2. ESTIMATION DE REJETS A LA CHEMINEE DU BAN

Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cheminée du BAN	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an
<sup>3</sup> H	2,7.10 <sup>+11</sup>	2,7.10 <sup>+11</sup>	1,4.10 <sup>+11</sup>	1,8.10 <sup>+11</sup>	2,2.10 <sup>+11</sup>	2,9.10 <sup>+11</sup>	2,1.10 <sup>+11</sup>	4,2.10 <sup>+09</sup>	1,3.10 <sup>+09</sup>
<sup>14</sup> C	6,7.10 <sup>+08</sup>	1,9.10 <sup>+09</sup>	1,6.10 <sup>+09</sup>	1,1.10 <sup>+11</sup>	2,4.10 <sup>+11</sup>	4,1.10 <sup>+11</sup>	2,1.10 <sup>+11</sup>	4,0.10 <sup>+09</sup>	1,1.10 <sup>+08</sup>
<sup>60</sup> Co	2,6.10 <sup>+06</sup>	7,2.10 <sup>+06</sup>	3,7.10 <sup>+06</sup>	1,1.10 <sup>+07</sup>	1,2.10 <sup>+07</sup>	2,2.10 <sup>+07</sup>	1,6.10 <sup>+07</sup>	9,6.10 <sup>+06</sup>	2,7.10 <sup>+05</sup>
<sup>55</sup> Fe	3,0.10 <sup>+06</sup>	8,1.10 <sup>+06</sup>	4,2.10 <sup>+06</sup>	1,5.10 <sup>+07</sup>	1,6.10 <sup>+07</sup>	2,9.10 <sup>+07</sup>	1,9.10 <sup>+07</sup>	1,2.10 <sup>+07</sup>	7,0.10 <sup>+05</sup>
<sup>63</sup> Ni	3,6.10 <sup>+06</sup>	9,7.10 <sup>+06</sup>	5,0.10 <sup>+06</sup>	1,4.10 <sup>+07</sup>	1,6.10 <sup>+07</sup>	3,3.10 <sup>+07</sup>	2,3.10 <sup>+07</sup>	1,9.10 <sup>+07</sup>	1,9.10 <sup>+06</sup>
<sup>90</sup> Sr	1,2.10 <sup>+05</sup>	3,2.10 <sup>+05</sup>	1,6.10 <sup>+05</sup>	6,5.10 <sup>+04</sup>	6,2.10 <sup>+04</sup>	4,0.10 <sup>+05</sup>	7,0.10 <sup>+05</sup>	5,5.10 <sup>+05</sup>	4,4.10 <sup>+04</sup>
<sup>152</sup> Eu	0	0	0	0	0	0	9,4.10 <sup>+04</sup>	4,2.10 <sup>+05</sup>	1,3.10 <sup>+05</sup>
<sup>137</sup> Cs	2,3.10 <sup>+04</sup>	6,2.10 <sup>+04</sup>	3,2.10 <sup>+04</sup>	1,3.10 <sup>+04</sup>	1,2.10 <sup>+04</sup>	7,8.10 <sup>+04</sup>	1,4.10 <sup>+05</sup>	1,1.10 <sup>+05</sup>	8,7.10 <sup>+03</sup>
<sup>108m</sup> Ag	3,5.10 <sup>+04</sup>	9,6.10 <sup>+04</sup>	4,9.10 <sup>+04</sup>	1,9.10 <sup>+04</sup>	2,8.10 <sup>+04</sup>	1,4.10 <sup>+05</sup>	2,2.10 <sup>+05</sup>	1,9.10 <sup>+05</sup>	2,0.10 <sup>+04</sup>
Tritium	2,7.10 <sup>+11</sup>	2,7.10 <sup>+11</sup>	1,4.10 <sup>+11</sup>	1,8.10 <sup>+11</sup>	2,2.10 <sup>+11</sup>	2,9.10 <sup>+11</sup>	2,1.10 <sup>+11</sup>	4,2.10 <sup>+09</sup>	1,3.10 <sup>+09</sup>
Carbone14	6,7.10 <sup>+08</sup>	1,9.10 <sup>+09</sup>	1,6.10 <sup>+09</sup>	1,1.10 <sup>+11</sup>	2,4.10 <sup>+11</sup>	4,1.10 <sup>+11</sup>	2,1.10 <sup>+11</sup>	4,0.10 <sup>+09</sup>	1,1.10 <sup>+08</sup>
Autres beta/gamma	9,4.10 <sup>+06</sup>	2,5.10 <sup>+07</sup>	1,3.10 <sup>+07</sup>	4,1.10 <sup>+07</sup>	4,4.10 <sup>+07</sup>	8,5.10 <sup>+07</sup>	5,9.10 <sup>+07</sup>	4,2.10 <sup>+07</sup>	3,1.10 <sup>+06</sup>

Tableau II Rejets radioactifs atmosphériques totaux estimés par radioélément et par année à la cheminée du BAN

#### 4.4.3. ESTIMATION DE REJETS A LA CHEMINEE DE LA VENTILATION MODULAIRE 1

Année	9	10	11	12
Ventilation modulaire 1	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an
<sup>3</sup> H	3,4.10 <sup>+09</sup>	9,0.10 <sup>+04</sup>	7,4.10 <sup>+04</sup>	3,6.10 <sup>+04</sup>
<sup>14</sup> C	2,8.10 <sup>+08</sup>	4,3.10 <sup>+08</sup>	7,8.10 <sup>+08</sup>	9,2.10 <sup>+07</sup>
<sup>60</sup> Co	7,4.10 <sup>+05</sup>	7,2.10 <sup>+05</sup>	1,0.10 <sup>+06</sup>	1,9.10 <sup>+05</sup>
<sup>55</sup> Fe	1,9.10 <sup>+06</sup>	3,5.10 <sup>+05</sup>	2,7.10 <sup>+05</sup>	1,2.10 <sup>+05</sup>
<sup>63</sup> Ni	4,6.10 <sup>+06</sup>	7,2.10 <sup>+06</sup>	1,3.10 <sup>+07</sup>	1,6.10 <sup>+06</sup>
<sup>90</sup> Sr	1,1.10 <sup>+05</sup>	1,7.10 <sup>+05</sup>	3,1.10 <sup>+05</sup>	3,7.10 <sup>+04</sup>
<sup>152</sup> Eu	3,4.10 <sup>+05</sup>	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	2,1.10 <sup>+04</sup>	3,4.10 <sup>+04</sup>	6,0.10 <sup>+04</sup>	7,4.10 <sup>+03</sup>
<sup>108m</sup> Ag	5,0.10 <sup>+04</sup>	7,9.10 <sup>+04</sup>	1,4.10 <sup>+05</sup>	1,7.10 <sup>+04</sup>
Tritium	3,4.10 <sup>+09</sup>	9,0.10 <sup>+04</sup>	7,4.10 <sup>+04</sup>	3,6.10 <sup>+04</sup>
Carbone14	2,8.10 <sup>+08</sup>	4,3.10 <sup>+08</sup>	7,8.10 <sup>+08</sup>	9,2.10 <sup>+07</sup>
Autres beta/gamma	7,8.10 <sup>+06</sup>	8,6.10 <sup>+06</sup>	1,5.10 <sup>+07</sup>	1,9.10 <sup>+06</sup>

Tableau mm Rejets radioactifs atmosphériques totaux estimés par radioélément et par année à la cheminée de la ventilation modulaire unité de production 1



#### 4.4.4. ESTIMATION DE REJETS A LA CHEMINEE DE LA VENTILATION MODULAIRE 2

Année	9	10	11	12
Ventilation modulaire 2	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an
<sup>3</sup> H	3,8.10 <sup>+09</sup>	4,2.10 <sup>+09</sup>	9,4.10 <sup>+08</sup>	5,0.10 <sup>+04</sup>
<sup>14</sup> C	5,6.10 <sup>+08</sup>	4,3.10 <sup>+08</sup>	1,1.10 <sup>+09</sup>	1,8.10 <sup>+08</sup>
<sup>60</sup> Co	1,1.10 <sup>+06</sup>	1,1.10 <sup>+06</sup>	1,5.10 <sup>+06</sup>	3,4.10 <sup>+05</sup>
<sup>55</sup> Fe	2,2.10 <sup>+06</sup>	2,5.10 <sup>+06</sup>	9,6.10 <sup>+05</sup>	1,9.10 <sup>+05</sup>
<sup>63</sup> Ni	9,2.10 <sup>+06</sup>	7,3.10 <sup>+06</sup>	1,8.10 <sup>+07</sup>	3,0.10 <sup>+06</sup>
<sup>90</sup> Sr	2,1.10 <sup>+05</sup>	1,7.10 <sup>+05</sup>	4,1.10 <sup>+05</sup>	7,3.10 <sup>+04</sup>
<sup>152</sup> Eu	3,8.10 <sup>+05</sup>	4,2.10 <sup>+05</sup>	9,4.10 <sup>+04</sup>	-
<sup>137</sup> Cs	4,2.10 <sup>+04</sup>	3,4.10 <sup>+04</sup>	8,1.10 <sup>+04</sup>	1,4.10 <sup>+04</sup>
<sup>108m</sup> Ag	1,0.10 <sup>+05</sup>	7,9.10 <sup>+04</sup>	1,9.10 <sup>+05</sup>	3,3.10 <sup>+04</sup>
Tritium	3,8.10 <sup>+09</sup>	4,2.10 <sup>+09</sup>	9,4.10 <sup>+08</sup>	5,0.10 <sup>+04</sup>
Carbone14	5,6.10 <sup>+08</sup>	4,3.10 <sup>+08</sup>	1,1.10 <sup>+09</sup>	1,8.10 <sup>+08</sup>
Autres beta/gamma	1,3.10 <sup>+07</sup>	1,2.10 <sup>+07</sup>	2,1.10 <sup>+07</sup>	3,7.10 <sup>+06</sup>

Tableau nn Rejets radioactifs atmosphériques totaux estimés par radioélément et par année à la cheminée de la ventilation modulaire unité de production 2

#### 4.4.5. ESTIMATION DE REJETS A LA CHEMINEE DE LA VENTILATION MODULAIRE 3

Année	Démantèlement des réservoirs extérieurs	Démantèlement du BES	
	8	11	12
Ventilation modulaire 3	Bq/an	Bq/an	Bq/an
<sup>3</sup> H	3,6.10 <sup>+06</sup>	3,7.10 <sup>+04</sup>	1,3.10 <sup>+05</sup>
<sup>14</sup> C	5,6.10 <sup>+04</sup>	7,1.10 <sup>+05</sup>	6,5.10 <sup>+07</sup>
<sup>60</sup> Co	7,9.10 <sup>+02</sup>	1,0.10 <sup>+04</sup>	8,3.10 <sup>+04</sup>
<sup>55</sup> Fe	9,0.10 <sup>+02</sup>	1,1.10 <sup>+04</sup>	2,1.10 <sup>+04</sup>
<sup>63</sup> Ni	1,1.10 <sup>+03</sup>	1,4.10 <sup>+04</sup>	1,1.10 <sup>+06</sup>
<sup>90</sup> Sr	35	4,4.10 <sup>+02</sup>	2,5.10 <sup>+04</sup>
<sup>152</sup> Eu	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	6,8	86	5,0.10 <sup>+03</sup>
<sup>108m</sup> Ag	11	1,3.10 <sup>+02</sup>	1,2.10 <sup>+04</sup>
Tritium	3,6.10 <sup>+06</sup>	3,7.10 <sup>+04</sup>	1,3.10 <sup>+05</sup>
Carbone14	5,6.10 <sup>+04</sup>	7,1.10 <sup>+05</sup>	6,5.10 <sup>+07</sup>
Autres beta/gamma	2,8.10 <sup>+03</sup>	3,6.10 <sup>+04</sup>	1,2.10 <sup>+06</sup>

Tableau oo Rejets radioactifs atmosphériques totaux estimés par radioélément et par année à la cheminée de la ventilation modulaire 3 utilisée pour le démantèlement des réservoirs extérieurs puis du BES

## 4.5. PERIODES DE REJET

Comme indiqué au [Paragraphe 4.2](#), l'évolution des rejets couplée au planning des grandes étapes du projet de démantèlement conduit à distinguer plusieurs périodes de rejet, illustrées sur les figures ci-après ([Figure o](#) à [Figure q](#)) :

- pour le tritium, une première période correspondant à la phase pendant laquelle les piscines BR ou BK sont en eau (contribution importante due à l'évaporation des piscines) et une deuxième période démarrant après la vidange de toutes les piscines ;
- pour le carbone 14, trois périodes : deux périodes correspondant à un niveau de rejet de base encadrant une période de rejet plus importante correspondant au démantèlement de la cuve et des internes sous eau dans les piscines BR ;
- pour les autres émetteurs bêta/gamma, les rejets restent du même ordre de grandeur tout au long du démantèlement, aucune période de rejet n'est distinguée.



Figure o Périodes de rejet pour le tritium (rejets atmosphériques)

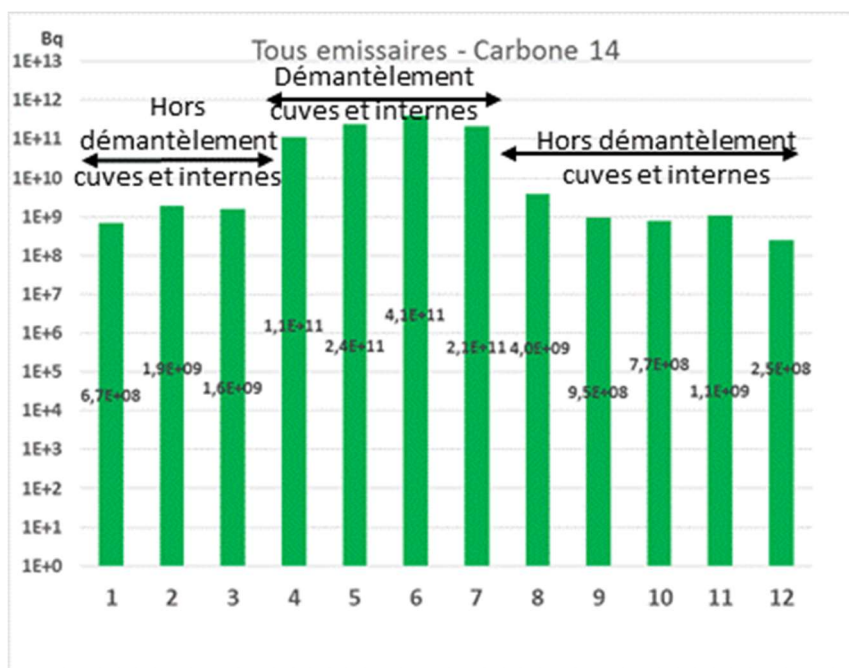


Figure p Périodes de rejet pour le Carbone 14 (rejets atmosphériques)

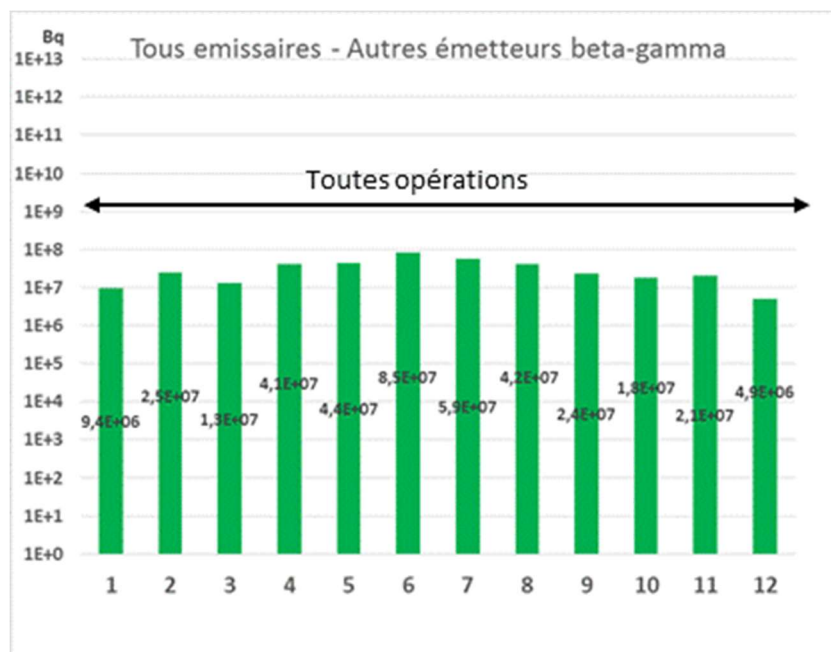


Figure q Période de rejet pour les autres émetteurs bêta-gamma (rejets atmosphériques)

Ainsi, pour l'ensemble des radionucléides, 3 phases de rejet peuvent être déterminées, illustrées sur la [Figure r](#) ci-après :

- phase 1 : piscines BK en eau, piscines BR vides (c'est-à-dire avant le démantèlement de la cuve et des internes) ;

- phase 2 : piscines BK en eau, piscines BR en eau, (c'est-à-dire pendant le démantèlement sous eau de la cuve et des internes) ;
- phase 3 : piscines BK et BR vidangées (la fin de vidange des piscines BR et BK étant prévue la même année).

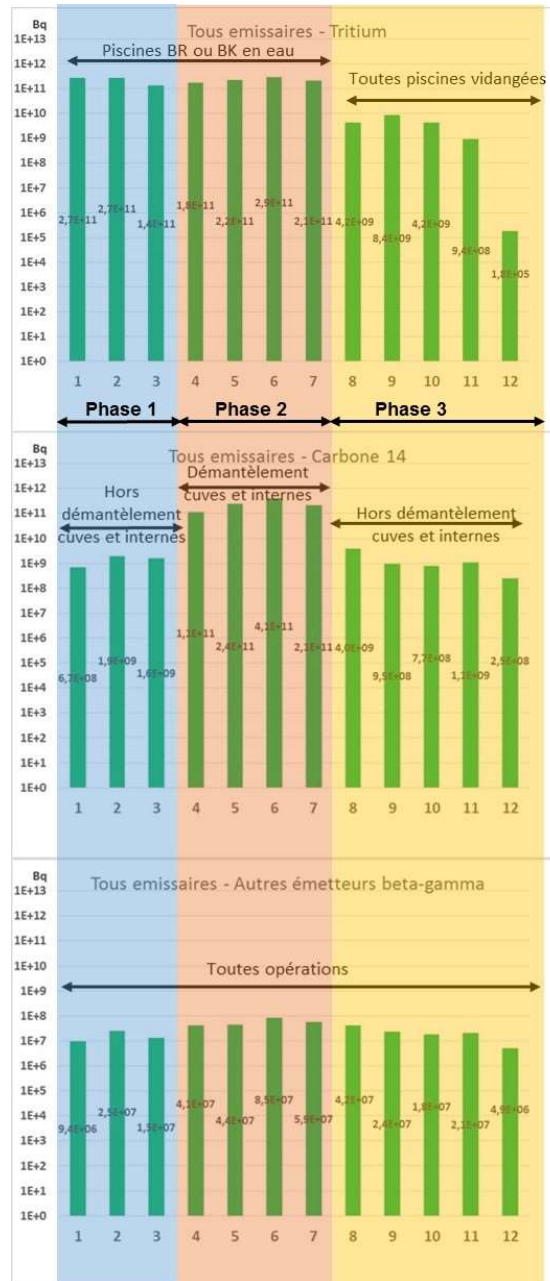


Figure 1 Définition des phases de rejet (rejets atmosphériques)

Afin de déterminer les limites demandées, étant donné le basculement de la ventilation DVN vers plusieurs unités de ventilation modulaire au cours de la phase 3, cette phase est séparée en phase 3a (avant arrêt de la ventilation DVN) et 3b (après basculement sur les unités de ventilation modulaire).

## 4.6. REJETS ANNUELS MAXIMAUX PAR PERIODE

Les activités annuelles estimées maximales, par cheminée, par période de rejet et par catégorie de radionucléides, sont présentées dans les tableaux ci-après.

### 4.6.1. TRITIUM

Activités annuelles maximales en tritium (Bq/an)	Phase 1	Phase 2	Phase 3 a	Phase 3b
Cheminée du BAN	$2,7 \cdot 10^{+11}$	$2,9 \cdot 10^{+11}$	$4,2 \cdot 10^{+09}$	-
Ventilation modulaire Unité 1	-	-	-	$3,4 \cdot 10^{+09}$
Ventilation modulaire Unité 2	-	-	-	$4,2 \cdot 10^{+09}$
Ventilation modulaire 3 Démantèlement des réservoirs extérieurs	-	-	$3,6 \cdot 10^{+06} *$	-
Ventilation modulaire 3 Démantèlement du BES	-	-	-	$1,3 \cdot 10^{+05} *$

(\*) : Cette activité n'est pas mesurable à cette cheminée compte-tenu des performances analytiques des moyens de prélèvement et d'analyse installés.

Tableau pp Activités annuelles estimées maximales en tritium par cheminée et par période de rejet (rejets atmosphériques)

### 4.6.2. CARBONE 14

Activités annuelles maximales en carbone 14 (Bq/an)	Phase 1	Phase 2	Phase 3 a	Phase 3b
Cheminée du BAN	$1,9 \cdot 10^{+09}$	$4,1E \cdot 10^{+11}$	$4,0 \cdot 10^{+09}$	-
Ventilation modulaire Unité 1	-	-	-	$7,8 \cdot 10^{+08}$
Ventilation modulaire Unité 2	-	-	-	$1,1 \cdot 10^{+09}$
Ventilation modulaire 3 Démantèlement des réservoirs extérieurs	-	-	$5,6 \cdot 10^{+04} *$	-
Ventilation modulaire 3 Démantèlement du BES	-	-	-	$6,5 \cdot 10^{+07}$

(\*) : Cette activité n'est pas mesurable à cette cheminée compte-tenu des performances analytiques des moyens de prélèvement et d'analyse installés.

Tableau qq Activités annuelles estimées maximales en carbone 14 par cheminée et par période de rejet (rejets atmosphériques)

### 4.6.3. AUTRES EMETTEURS BETA GAMMA

Activités annuelles maximales en autres émetteurs $\beta/\gamma$ (Bq/an)	Phase 1	Phase 2	Phase 3 a	Phase 3b
Cheminée du BAN	$2,5 \cdot 10^{+07}$	$8,5 \cdot 10^{+07}$	$4,2 \cdot 10^{+07}$	-
Ventilation modulaire Unité 1	-	-	-	$1,5 \cdot 10^{+07}$
Ventilation modulaire Unité 2	-	-	-	$2,0 \cdot 10^{+07}$
Ventilation modulaire 3 Démantèlement des réservoirs extérieurs	-	-	$2,8 \cdot 10^{+03}$ *	-
Ventilation modulaire 3 Démantèlement du BES	-	-	-	$1,2 \cdot 10^{+06}$

(\*) : Cette activité n'est pas mesurable à cette cheminée compte-tenu des performances analytiques des moyens de prélèvement et d'analyse installés.

*Tableau rr Activités annuelles estimées maximales en autres émetteurs beta gamma par cheminée et par période de rejet (rejets atmosphériques)*

L'activité annuelle maximum estimée pour toutes les catégories de radioéléments est obtenue l'année 6 (en phase 2) pendant laquelle il est prévu la réalisation des découpes des internes sous eau pour les deux unités de production.

## 4.7. ANALYSE DE LA MESURABILITE

Le paragraphe précédent a permis de connaître pour chaque cheminée de rejet, chaque période et chaque catégorie de radionucléides l'activité maximale susceptible d'être rejetée. Il est maintenant nécessaire de mettre en évidence dans quelle mesure ces activités susceptibles d'être rejetées nécessitent la demande d'une autorisation de rejets.

Pour ce faire, il est considéré qu'une activité rejetée non détectable (caractérisée avec les meilleurs moyens industriels de prélèvement et d'analyse) ne nécessite pas la demande d'une autorisation de rejets.

La mise en œuvre de cette démarche est effectuée dans le présent paragraphe.

### 4.7.1. SEUILS DE DECISION

À ce stade, il est considéré que tous les radionucléides prépondérants sont comptabilisés de façon systématique, *a minima* au seuil de décision de la mesure.

Les seuils de décision (SD) de mesure réglementaires applicables aux sites en démantèlement sont donnés dans le [Tableau ss.](#)

**Les Seuils de Décision (SD)** des techniques de mesures utilisées représentent des performances analytiques. Les valeurs de Seuil de Décision correspondent à la moitié des valeurs des limites de détection. Pour une même mesure, ces limites de détection varient en fonction des modes opératoires des prélèvements. Selon la nature des rejets, les modes opératoires sont différents, ce qui explique les différences de limites de détection.

Seuils de décision de la mesure (Bq/m <sup>3</sup> )		
Tritium		20
Carbone 14		5
Autres émetteurs β/γ	Eléments mesurés par spectrométrie gamma (Co60, Eu152, Cs137, Ag108m)	0,001
	Ni63	0,001
	Sr90	0,01
	Fe55	0,001

Tableau ss Seuils de décision de la mesure pour les rejets atmosphériques (Bq/m<sup>3</sup>)

### 4.7.2. VALEURS MINIMALES DE DECLARATION

Les valeurs minimales de déclaration (VMD) associées à chacun des radioéléments pour chacune des cheminées sont calculées par la formule suivante :

$$VMD \text{ (Bq/an)} = SD \text{ mesure (Bq/m}^3\text{)} \times \text{Débit ventilation (m}^3\text{/h)} \times \text{Nombre heures par an (h)}$$

Cette VMD représente l'activité en dessous de laquelle l'exploitant ne peut pas quantifier précisément l'activité rejetée et qui sera *a minima* déclarée en l'absence de détection.

Le débit de ventilation est considéré égal à 257 200 m<sup>3</sup>/h pour la cheminée du BAN et 90 000 m<sup>3</sup>/h pour les ventilations modulaires (débits de ventilation maximum, Cf. [Paragraphe 2.3.2](#)). Les valeurs minimales de déclaration (VMD) par type de cheminée et par catégorie sont données dans le [Tableau tt.](#)

Valeur Minimales de Déclaration (Bq/an)	Cheminée du BAN	Cheminée de ventilation modulaire
Tritium	$4,5 \cdot 10^{+10}$	$1,6 \cdot 10^{+10}$
Carbone 14	$1,1 \cdot 10^{+10}$	$3,9 \cdot 10^{+09}$
Sr90	$2,3 \cdot 10^{+07}$	$7,9 \cdot 10^{+06}$
Autres émetteurs $\beta/\gamma$ (Co60, Eu152, Cs137, Ag108m, Ni63, Fe55)	$2,3 \cdot 10^{+06}$	$7,9 \cdot 10^{+05}$

Tableau tt Valeurs minimales de déclaration (VMD) par type de cheminée (Bq/an)

## 4.8. LIMITES DE REJET DEMANDEES POUR LES EFFLUENTS RADIOACTIFS ATMOSPHERIQUES

### 4.8.1. DEMARCHE DE DEFINITION DES LIMITES DE REJET

Les activités annuelles maximales par période du [Paragraphe 4.6](#) sont comparées aux VMD du [Tableau tt](#). Cette analyse permet de définir les limites de rejet pour chaque phase de rejet et chaque catégorie de radionucléides. La valeur retenue pour la limite de rejets, par période et par catégorie, est une valeur basée soit :

- sur la VMD (si l'activité annuelle maximale estimée est inférieure à cette dernière donc non mesurable) ;
- sur l'activité annuelle maximale estimée (si elle dépasse la performance analytique matérialisée par la VMD).

Dans le cas où l'activité n'est pas mesurable au niveau d'un émissaire (compte-tenu des meilleures performances analytiques des appareils de mesure), il est considéré qu'aucun rejet n'est effectué par cet émissaire pour la catégorie de radionucléides et la période de rejet considérées.

L'analyse est effectuée par cheminée, la limite étant définie pour l'ensemble du site en ajoutant les activités retenues par cheminée.

Le [Tableau uu](#) ci-après présente la démarche pour le tritium, la démarche étant similaire pour les autres catégories (pour les autres émetteurs beta-gamma, la somme est réalisée).



Activités retenues en tritium (Bq/an) L'activité retenue pour chaque cheminée est soulignée		Phase 1	Phase 2	Phase 3 a	Phase 3b
Cheminée du BAN	Valeur max	<u>2,7.10<sup>+11</sup></u>	<u>2,9.10<sup>+11</sup></u>	4,2.10 <sup>+09</sup>	-
	VMD	<u>4,5.10<sup>+10</sup></u>	<u>4,5.10<sup>+10</sup></u>	<u>4,5.10<sup>+10</sup></u>	-
Ventilation modulaire Unité 1	Valeur max	-	-	-	3,4.10 <sup>+09</sup>
	VMD	-	-	-	<u>1,6.10<sup>+10</sup></u>
Ventilation modulaire Unité 2	Valeur max	-	-	-	4,2.10 <sup>+09</sup>
	VMD	-	-	-	<u>1,6.10<sup>+10</sup></u>
Ventilation modulaire Démantèlement des réservoirs extérieurs	Valeur max	-	-	3,6.10 <sup>+06</sup> (Non mesurable)	-
	VMD	-	-	1,6.10 <sup>+10</sup>	-
Ventilation modulaire Démantèlement du BES	Valeur max	-	-	-	1,3.10 <sup>+5</sup> (Non mesurable)
	VMD	-	-	-	1,6.10 <sup>+10</sup>

Tableau uu Démarche de demande de limites : exemple du tritium

Suite à cette démarche pour chacune des catégories, la somme des activités retenues par cheminée pour chaque phase est réalisée et présentée dans le [Tableau vv](#) ci-après.

Activités annuelles retenues (Bq/an)	Phase 1	Phase 2	Phase 3 a	Phase 3b	Maximum phase 3
Tritium	2,7.10 <sup>+11</sup>	2,9.10 <sup>+11</sup>	4,5.10 <sup>+10</sup>	3,2.10 <sup>+10</sup>	4,5.10 <sup>+10</sup>
Carbone 14	1,1.10 <sup>+10</sup>	4,1.10 <sup>+11</sup>	1,1.10 <sup>+10</sup>	1,2.10 <sup>+10</sup>	1,2.10 <sup>+10</sup>
Autres émetteurs beta/gamma	5,2.10 <sup>+07</sup>	1,1.10 <sup>+08</sup>	7,2.10 <sup>+07</sup>	7,0.10 <sup>+07</sup>	7,2.10 <sup>+07</sup>

Tableau vv Somme pour toutes les cheminées des activités annuelles retenues par catégorie

Les limites sont ensuite déterminées pour chaque catégorie de radionucléide pour chaque période définie au [Paragraphe 4.5](#) en appliquant à la valeur obtenue un coefficient d'incertitude comme indiqué au [Paragraphe 2.2](#) (« coefficient incertitude planning » dans les paragraphes ci-après).

Pour le carbone 14, les contrôles croisés (comparaison des résultats des mesures effectuées sur deux chaînes de mesure identiques au même point de rejet) réalisés sur les rejets atmosphériques de ce radioélément mettent en évidence une grande incertitude sur cette mesure, c'est pourquoi un coefficient d'incertitude complémentaire de 100 % pour une valeur calculée élevée, ou 150% pour une valeur calculée faible (l'incertitude de mesure étant plus importante lorsque la valeur à mesurer est plus faible) sera appliqué à la valeur obtenue pour le carbone 14 (« coefficient incertitude mesure carbone 14 » dans les paragraphes ci-après). Les résultats obtenus seront ensuite arrondis.

Pour le **tritium**, la première période correspond au moment pendant lequel les piscines BR et BK sont en eau, soit les phases 1 et 2. Le maximum annuel de ces 2 phases est de 2,9.10<sup>11</sup> Bq. En appliquant le « coefficient incertitude planning », on obtient 4,4.10<sup>11</sup> Bq, arrondi à 5.10<sup>11</sup> Bq. La limite demandée est de 5.10<sup>11</sup> Bq/an. La deuxième période démarre après la vidange des piscines, soit la phase 3, pour laquelle le maximum annuel est de 4,5.10<sup>10</sup> Bq. Cette valeur est basée uniquement sur des VMD ou des valeurs non mesurables, il n'y sera pas appliqué de coefficient d'incertitude. La limite demandée est une valeur arrondie de 5.10<sup>10</sup> Bq/an.

Pour le **carbone 14**, la période de rejet la plus importante correspond au démantèlement de la cuve et des internes sous eau, c'est-à-dire la phase 2, avec un maximum annuel égal à  $4,1 \cdot 10^{11}$  Bq. En appliquant le « coefficient incertitude planning » et le « coefficient incertitude mesure carbone 14 » de 100 %, on obtient  $1,2 \cdot 10^{12}$  Bq, arrondi à  $1 \cdot 10^{12}$  Bq. La limite demandée est de  $1 \cdot 10^{12}$  Bq/an. Le rejet de base correspond au maximum annuel des phases 1 et 3 soit  $1,2 \cdot 10^{10}$  Bq. En appliquant le « coefficient incertitude planning » et le « coefficient incertitude mesure carbone 14 » de 150 %, on obtient  $4,5 \cdot 10^{10}$  Bq. La limite demandée est une valeur arrondie de  $5 \cdot 10^{10}$  Bq/an.

Pour les **autres émetteurs bêta/gamma**, aucune période de rejet n'est distinguée, le maximum annuel sur les trois phases est de  $1,1 \cdot 10^8$  Bq. En appliquant le « coefficient incertitude planning », on obtient  $1,7 \cdot 10^8$  Bq. La limite demandée est une valeur arrondie de  $2 \cdot 10^8$  Bq/an.

#### 4.8.2. LIMITES EN ACTIVITES ANNUELLES

Les limites annuelles demandées pour les rejets atmosphériques par période et pour chaque catégorie de radionucléides sont présentées dans le [Tableau ww](#).

Limites demandées pour les rejets radioactifs atmosphériques (Bq/an)		
Tritium	Années pendant lesquelles au moins une piscine BR et/ou BK est/sont en eau (tout ou partie de l'année) (correspondant aux années des phases 1 et 2)	$5 \cdot 10^{11}$
	A partir de l'année suivant la vidange de la totalité des piscines BR et BK (correspondant aux années de la phase 3)	$5 \cdot 10^{10}$
Carbone 14	Années pendant lesquelles au moins une piscine BR est en eau (tout ou partie de l'année) (correspondant aux années de la phase 2)	$1 \cdot 10^{12}$
	Années pendant lesquelles aucune piscine BR n'est en eau (correspondant aux années des phases 1 et 3)	$5 \cdot 10^{10}$
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma		$2 \cdot 10^{08}$

Tableau ww Limites demandées en activités annuelles pour les rejets atmosphériques

L'exploitant s'assure, par la mesure, de l'absence de rejet de radionucléides artificiels émetteurs alpha. La limite annuelle demandée pour la catégorie « autres émetteurs bêta/gamma » concerne les différents radionucléides prépondérants dont la nature et la répartition figurent dans le [Tableau jj](#).

Par ailleurs, les rejets diffus sont constitués des rejets radioactifs au niveau des événements des réservoirs d'entreposage des effluents liquides et d'opérations particulières dont les rejets ne peuvent être orientés vers les cheminées de rejet. Ils font l'objet d'une estimation mensuelle par calcul visant notamment à s'assurer de leur caractère négligeable.

#### 4.8.3. LIMITES EN ACTIVITES VOLUMIQUES

Les limites en activités volumiques mesurées dans l'air au niveau du sol ne doivent pas dépasser les valeurs du [Tableau xx](#).

L'analyse des aérosols prélevés en continu dans l'air sous les vents dominants est réalisée quotidiennement (mesures à J+6). L'analyse du tritium est réalisée une fois par période réglementaire sur un prélèvement effectué en continu sous les vents dominants.

Limites en activités volumiques (Bq/m <sup>3</sup> ) dans l'air sous les vents dominants	
Tritium	50
Autres émetteurs β/γ	0,01

Tableau xx Limites en activités volumiques

#### 4.8.4. LIMITES EN DEBITS D'ACTIVITE

Les limites en débit d'activité aux cheminées de l'INB n°75 sont déterminées à partir des limites en activité volumique dans l'environnement et du Coefficient de Transfert Atmosphérique (CTA), égal à  $4,5 \cdot 10^{-6}$  s/m<sup>3</sup> pour l'INB n°75.

Les limites en débit d'activité de l'INB n°75 sont déterminées en divisant les limites en activités volumiques dans l'environnement (Bq/m<sup>3</sup>) par le CTA (s/m<sup>3</sup>).

Une estimation des limites en débit d'activité pour chaque cheminée a été réalisée. Cependant, du fait de la présence des cheminées des unités de ventilation modulaire pour lesquelles l'activité rejetée est variable chaque année (Cf. [Paragraphe 4.4](#)), la proportion relative de rejet des cheminées les unes par rapport aux autres présente également une grande variabilité. Par conséquent, il ne semble pas pertinent de demander une limite en débit d'activité individuelle pour chaque cheminée. Aussi, il est demandé une limite globale pour les différentes cheminées.

La somme des débits d'activités aux différentes cheminées respecte les valeurs suivantes :

Limites de débit moyen d'activité (Bq/s) (somme des débits d'activité aux différentes cheminées)	
Tritium	$1,1 \cdot 10^{+07}$
Autres émetteurs β/γ	$2,2 \cdot 10^{+03}$

Tableau yy Limites en débits d'activité aux cheminées

Ces limites en débit moyen d'activité sont à respecter sur chaque période.

# 5.

## RESULTATS DE L'ESTIMATION DES REJETS RADIOACTIFS LIQUIDES

### 5.1. RESULTATS DES REJETS TOTAUX PAR ANNEE ET PAR CATEGORIE DE RADIONUCLEIDES

Les activités estimées des rejets radioactifs liquides par année et par catégorie de radionucléides au rejet principal (unique émissaire), incluant les rejets liés au démantèlement électromécanique sous eau ([Paragraphe 3.2](#)) et les rejets d'exploitation ([Paragraphe 3.4](#)) sont présentées dans le [Tableau zz](#).

Rejets liquides	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8
	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an
Tritium	$3,0 \cdot 10^{+08}$	$3,0 \cdot 10^{+08}$	$1,4 \cdot 10^{+12}$	$3,0 \cdot 10^{+08}$	$3,0 \cdot 10^{+08}$	$3,0 \cdot 10^{+08}$	$2,0 \cdot 10^{+11}$	$1,6 \cdot 10^{+12}$
Carbone 14	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$5,1 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$5,4 \cdot 10^{+11}$	$5,4 \cdot 10^{+11}$
Beta gamma	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$3,5 \cdot 10^{+09}$	$3,5 \cdot 10^{+09}$
Alpha	-	-	$8,6 \cdot 10^{+01}$	-	-	-	$1,7 \cdot 10^{+01}$	$1,0 \cdot 10^{+02}$

Tableau zz Rejets radioactifs liquides totaux estimés par année pour toute la période de démantèlement pendant laquelle des rejets radioactifs liquides sont prévus

## 5.2. HISTOGRAMMES DES REJETS

Les figures ci-après présentent l'évolution des activités estimées des effluents radioactifs liquides rejetés à l'émissaire de rejet principal en tritium, en carbone 14, en autres émetteurs  $\beta/\gamma$  et en émetteurs  $\alpha$  pour toutes les années du démantèlement pendant lesquelles des rejets radioactifs liquides sont prévus (Cf. [Paragraphe 2.3.1](#)).

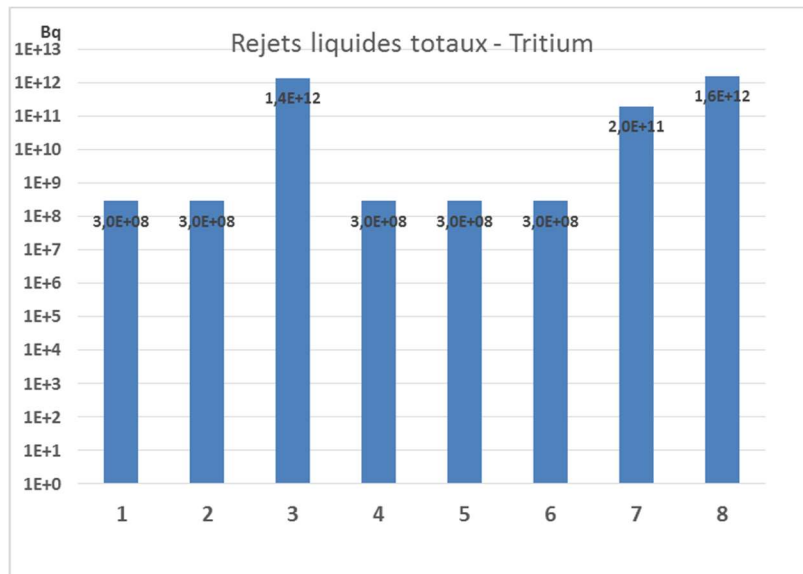


Figure s Activités estimées par année des rejets radioactifs liquides en tritium

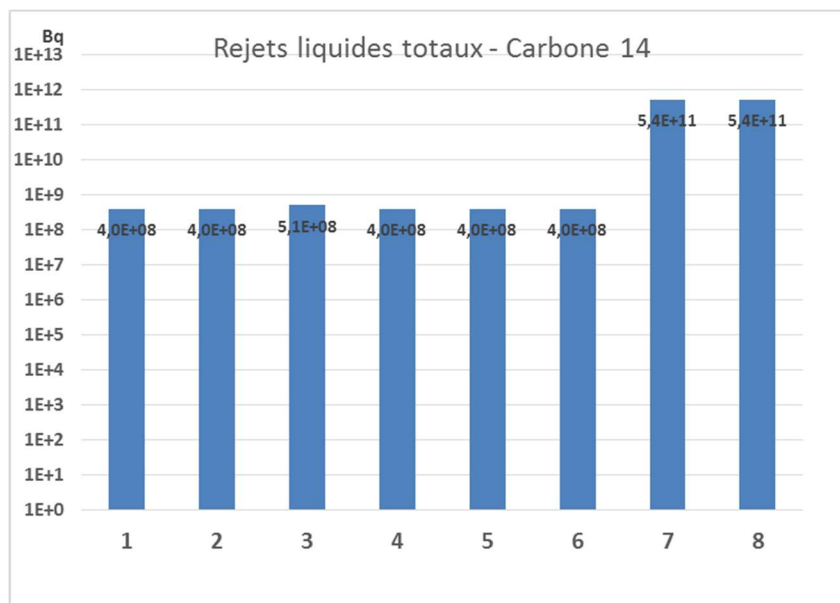


Figure t Activités estimées par année des rejets radioactifs liquides en carbone 14

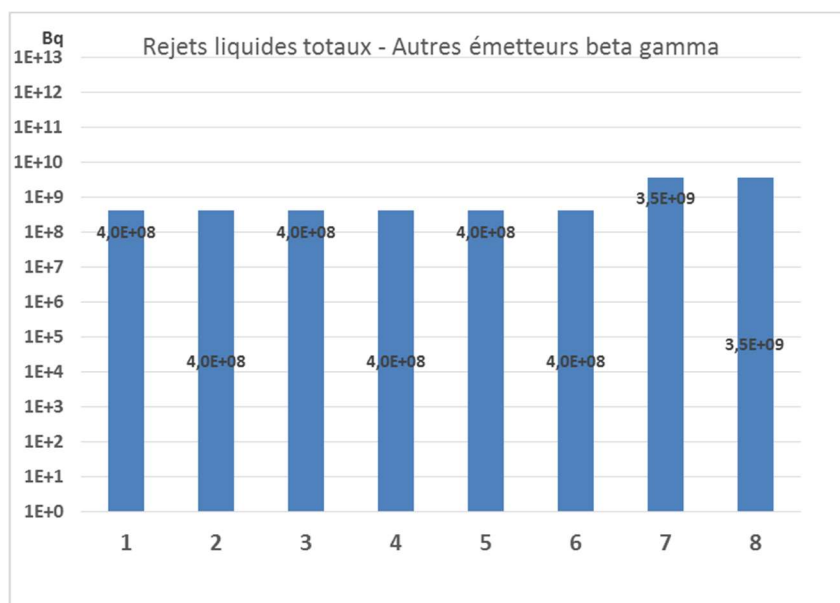


Figure u Activités estimées par année des rejets radioactifs liquides en autres émetteurs  $\beta/\gamma$

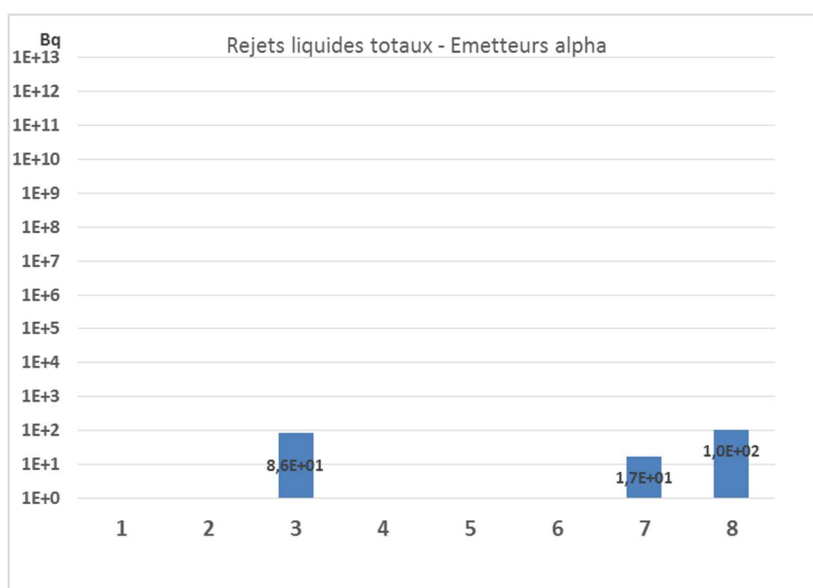


Figure v Activités estimées par année des rejets radioactifs atmosphériques en émetteurs  $\alpha$

Les émetteurs alpha atteignent au maximum de l'ordre de 100 Bq/an (Cf. [Figure v](#)), l'activité volumique associée est de  $7 \cdot 10^{-5}$  Bq/L (le volume rejeté associé étant de l'ordre de 1 500 m<sup>3</sup>, c'est-à-dire le volume d'une piscine). Les effluents rejetés ne présentent donc pas d'activité volumique alpha globale d'origine artificielle supérieure au seuil de décision de la mesure (de l'ordre de 2 à  $5 \cdot 10^{-1}$  Bq/L).

L'évolution des rejets prévisionnels couplée aux principales étapes du projet de démantèlement conduit à distinguer plusieurs années type de rejet :

- pour le tritium, les années de vidange de piscine BR ou BK correspondent à un rejet significativement plus important que pour les années sans vidange de piscine (contribution importante due à l'inventaire initial en tritium de la piscine BK - Cf. [Paragraphe 3.4.1.4](#) - et aux découpes sous eau en piscine BR - Cf. [Paragraphe 3.2.7.2](#)) ;
- pour le carbone 14, les années de vidange de piscine BR correspondent à un rejet significativement plus important que pour les années sans vidange de piscine ou avec vidange de piscine BK uniquement (contribution importante des découpes sous eau des internes de cuve - Cf [Paragraphe 3.2.7.2](#)) ;
- pour les autres émetteurs bêta/gamma, les rejets restent du même ordre de grandeur tout au long du démantèlement, aucune période de rejet n'est distinguée.

### 5.3. TRI DES RADIONUCLÉIDES

À l'exception des catégories «  $^3\text{H}$  » et «  $^{14}\text{C}$  », les catégories susceptibles de faire l'objet d'une demande d'autorisation de rejets peuvent potentiellement être composées de plusieurs radionucléides. Un tri de ces catégories « multi-élémentaires » est effectué afin de conserver uniquement les radionucléides prépondérants représentatifs de chacune d'elles.

Sont considérés comme radionucléides prépondérants, les radionucléides qui représentent plus de 1 % de l'activité annuelle rejetée de leur catégorie d'appartenance OU dont la contribution potentielle à la dose efficace annuelle, calculée sur la base des rejets estimés (toutes catégories confondues), dépasse 1%.

Sont définitivement écartés les radionucléides qui représentent moins de 1 % de l'activité annuelle rejetée de leur catégorie d'appartenance ET dont la contribution à la dose efficace annuelle, calculée sur la base des rejets estimés (toutes catégories confondues), est inférieure à 1 %.

Les radionucléides prépondérants pour les rejets liquides et leur répartition au sein de leur catégorie d'appartenance sont donnés dans le [Tableau aaa](#).

Aux radionucléides prépondérants de la catégorie autres émetteurs  $\beta/\gamma$  s'ajoutent le tritium et le carbone 14 représentant tous deux, à eux seuls, une catégorie à part entière.

Catégorie	Tritium	Carbone 14	Autres émetteurs bêta/gamma			
Radionucléide	$^3\text{H}$	$^{14}\text{C}$	$^{60}\text{Co}$	$^{55}\text{Fe}$	$^{63}\text{Ni}$	$^{90}\text{Sr}$
Répartition au sein de la catégorie (%)	100	100	27,7	36,3	35,6	0,4

*Tableau aaa Liste des radionucléides prépondérants pour les rejets liquides et répartition au sein de leur catégorie*

Nota : Les radionucléides retenus présentés dans le [Tableau aaa](#) ci-dessus sont utilisés dans le [Chapitre 6, Paragraphe 6.3](#) pour la comptabilisation des rejets radioactifs liquides.

## 5.4. RESULTATS CONSOLIDES D'ESTIMATION DES REJETS PAR RADIONUCLEIDE PREPONDERANT

Les activités estimées des rejets radioactifs liquides par année et par radionucléide prépondérant sont détaillées dans le [Tableau bbb](#). Ce détail est nécessaire pour évaluer la mesurabilité des radionucléides et déterminer ensuite les demandes de limites associées.

Rejets	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7	Année 8
liquides	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an	Bq/an
<sup>3</sup> H	3,0.10 <sup>+08</sup>	3,0.10 <sup>+08</sup>	1,4.10 <sup>+12</sup>	3,0.10 <sup>+08</sup>	3,0.10 <sup>+08</sup>	3,0.10 <sup>+08</sup>	2,0.10 <sup>+11</sup>	1,6.10 <sup>+12</sup>
<sup>14</sup> C	4,0.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	5,1.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	5,4.10 <sup>+11</sup>	5,4.10 <sup>+11</sup>
<sup>60</sup> Co	1,1.10 <sup>+08</sup>	1,1.10 <sup>+08</sup>	1,1.10 <sup>+08</sup>	1,1.10 <sup>+08</sup>	1,1.10 <sup>+08</sup>	1,1.10 <sup>+08</sup>	9,7.10 <sup>+08</sup>	9,7.10 <sup>+08</sup>
<sup>55</sup> Fe	1,3.10 <sup>+08</sup>	1,3.10 <sup>+08</sup>	1,3.10 <sup>+08</sup>	1,3.10 <sup>+08</sup>	1,3.10 <sup>+08</sup>	1,3.10 <sup>+08</sup>	1,3.10 <sup>+09</sup>	1,3.10 <sup>+09</sup>
<sup>63</sup> Ni	1,5.10 <sup>+08</sup>	1,5.10 <sup>+08</sup>	1,5.10 <sup>+08</sup>	1,5.10 <sup>+08</sup>	1,5.10 <sup>+08</sup>	1,5.10 <sup>+08</sup>	1,2.10 <sup>+09</sup>	1,2.10 <sup>+09</sup>
<sup>90</sup> Sr	5,0.10 <sup>+06</sup>	5,0.10 <sup>+06</sup>	5,0.10 <sup>+06</sup>	5,0.10 <sup>+06</sup>	5,0.10 <sup>+06</sup>	5,0.10 <sup>+06</sup>	5,0.10 <sup>+06</sup>	5,0.10 <sup>+06</sup>
Tritium	3,0.10 <sup>+08</sup>	3,0.10 <sup>+08</sup>	1,4.10 <sup>+12</sup>	3,0.10 <sup>+08</sup>	3,0.10 <sup>+08</sup>	3,0.10 <sup>+08</sup>	2,0.10 <sup>+11</sup>	1,6.10 <sup>+12</sup>
Carbone14	4,0.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	5,1.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	5,4.10 <sup>+11</sup>	5,4.10 <sup>+11</sup>
Autres beta/gamma	4,0.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	4,0.10 <sup>+08</sup>	3,5.10 <sup>+09</sup>	3,5.10 <sup>+09</sup>

Tableau bbb Rejets radioactifs liquides totaux estimés par radioélément pour toute la période de démantèlement pendant laquelle des rejets radioactifs liquides sont prévus

## 5.5. PERIODES DE REJET

Comme indiqué au [Paragraphe 5.2](#), l'évolution des rejets couplée au planning des grandes étapes du projet de démantèlement conduit à distinguer plusieurs périodes de rejet, illustrées sur les figures ci-après ([Figure w](#) et [Figure x](#)) :

- pour le tritium, les années de vidange de piscine BR ou BK correspondent à un rejet significativement plus important que pour les années sans vidange de piscine ;
- pour le carbone 14, les années de vidange de piscine BR correspondent à un rejet significativement plus important que pour les années sans vidange de piscine ou avec vidange de piscine BK uniquement ;
- pour les autres émetteurs bêta/gamma, les rejets restent du même ordre de grandeur tout au long du démantèlement, aucune période de rejet n'est distinguée.



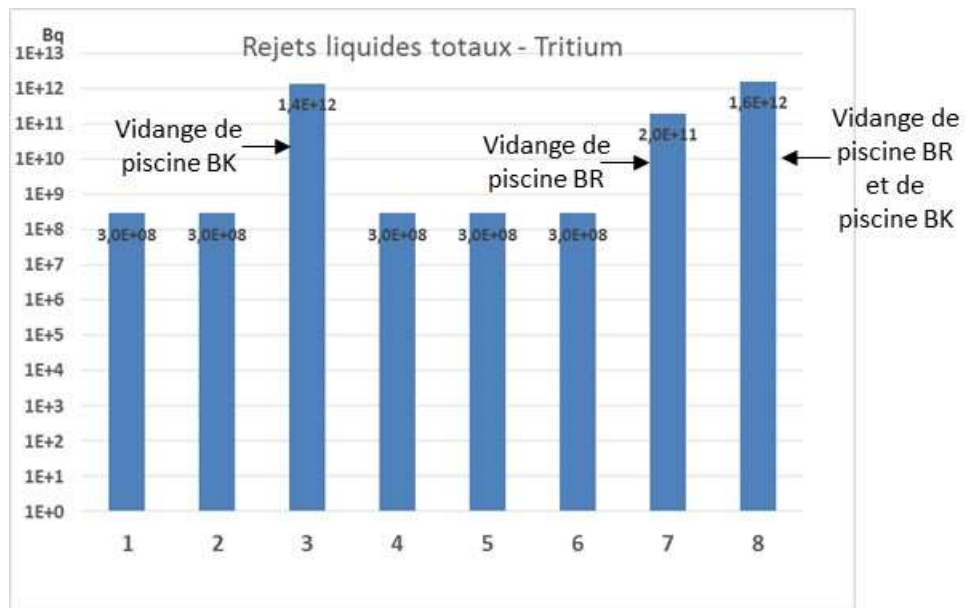


Figure w Périodes de rejet pour le tritium (rejets liquides)

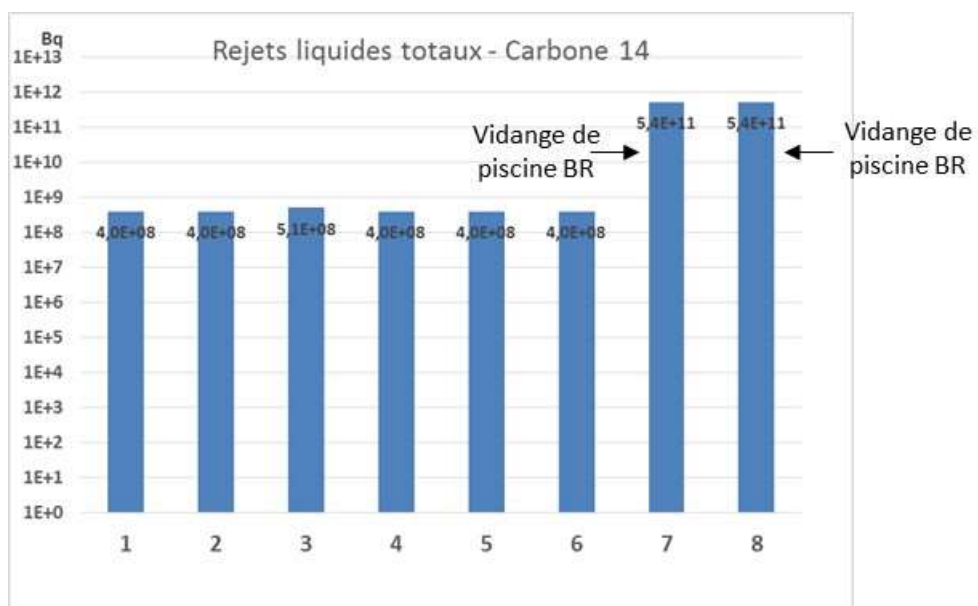


Figure x Périodes de rejet pour le Carbone 14 (rejets liquides)

Ainsi, pour l'ensemble des radionucléides, 4 types d'années de rejet peuvent être déterminées, illustrées sur la [Figure y](#) ci-après :

- année type 0 : année ordinaire avec rejets d'exploitation uniquement (c'est-à-dire année sans vidange de piscine) ;
- année type 1 : année avec vidange d'une piscine BK seule (rejet prévisionnel en année 3) et rejets d'exploitation ;
- année type 2 : année avec vidange d'une piscine BR seule (rejet prévisionnel en année 7) et rejets d'exploitation ;
- année type 3 : année avec vidange d'une piscine BR et d'une piscine BK (rejet prévisionnel en année 8) et rejets d'exploitation.



Figure y Définition des années type de rejet (rejets liquides)

## 5.6. REJETS ANNUELS MAXIMAUX PAR PERIODE

Les activités annuelles estimées maximales, par période de rejet et par catégorie de radionucléides, sont données dans le [Tableau ccc](#).

Activités annuelles maximales rejets liquides (Bq/an)	Année type 0 (année sans vidange piscine)	Année type 1 (vidange piscine BK)	Année type 2 (vidange piscine BR)	Année type 3 (vidange piscine BR et BK)
Tritium	$3,0 \cdot 10^{+08}$	$1,4 \cdot 10^{+12}$	$2,0 \cdot 10^{+11}$	$1,6 \cdot 10^{+12}$
Carbone 14	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$5,1 \cdot 10^{+08}$	$5,4 \cdot 10^{+11}$	$5,4 \cdot 10^{+11}$
Autres émetteurs $\beta/\gamma$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$4,0 \cdot 10^{+08}$	$3,5 \cdot 10^{+09}$	$3,5 \cdot 10^{+09}$

Tableau ccc Activités annuelles estimées maximales rejets liquides par période de rejet

L'activité annuelle maximum estimée pour toutes les catégories de radioéléments est obtenue pour l'année type 3 pendant laquelle les effluents des piscines BR et BK s'ajoutent aux effluents d'exploitation.

Les activités volumiques annuelles sont calculées sur la base des volumes minimaux rejetés chaque année.

Les rejets d'exploitation minimaux sont considérés égaux à  $2\,000\text{ m}^3$ .

Les rejets liés à la vidange d'une piscine BR ou une piscine BK sont considérés égaux à  $1\,500\text{ m}^3$  (valeur arrondie).

Activités volumiques annuelles rejets liquides (Bq/L)	Année type 0 (année sans vidange piscine)	Année type 1 (vidange piscine BK)	Année type 2 (vidange piscine BR)	Année type 3 (vidange piscine BR et BK)
Tritium	150	$4 \cdot 10^{+05}$	$5,7 \cdot 10^{+04}$	$3,2 \cdot 10^{+05}$
Carbone 14	200	146	$1,5 \cdot 10^{+05}$	$1,1 \cdot 10^{+05}$
Autres émetteurs $\beta/\gamma$	200	114	1000	700

Tableau ddd Activités annuelles estimées maximales rejets liquides par période de rejet

## 5.7. ANALYSE DE LA MESURABILITE

Le paragraphe précédent a permis de connaître pour chaque période et chaque catégorie de radionucléides l'activité maximale susceptible d'être rejetée. Il est maintenant nécessaire de mettre en évidence dans quelle mesure ces activités susceptibles d'être rejetées nécessitent la demande d'une autorisation de rejets.

Pour ce faire, il est considéré qu'une activité rejetée non détectable (caractérisée avec les meilleurs moyens industriels de prélèvement et d'analyse) ne nécessite pas la demande d'une autorisation de rejets.

La mise en œuvre de cette démarche est effectuée dans le présent paragraphe.

À ce stade, il est considéré que tous les radionucléides prépondérants sont comptabilisés de façon systématique, *a minima* au seuil de décision de la mesure.

Les seuils de décision (SD) de mesure réglementaires applicables aux sites en démantèlement sont donnés dans le [Tableau eee](#) ci-après.

Seuils de décision de la mesure (Bq/L)		
Tritium		50
Carbone 14		50
Autres émetteurs $\beta/\gamma$	Eléments mesurés par spectrométrie gamma (Co60)	2,5
	Ni63	2
	Sr90	0,5
	Fe55	4

Tableau eee Seuils de décision de la mesure pour les rejets liquides (Bq/L)

## 5.8. LIMITES DE REJET DEMANDEES POUR LES EFFLUENTS RADIOACTIFS LIQUIDES

### 5.8.1. DEMARCHE DE DEFINITION DES LIMITES DE REJET

Les activités volumiques annuelles maximales par période du [Tableau ddd](#) sont comparées aux seuils de décision du [Tableau eee](#)

Cette analyse permet de définir les limites de rejet pour chaque période de rejet et chaque catégorie de radionucléides. La valeur retenue pour la limite de rejets, par période et par catégorie, est une valeur basée soit :

- sur le volume rejeté multiplié par le seuil de décision (si l'activité volumique annuelle maximale estimée est inférieure à ce dernier donc non mesurable) ;
- sur l'activité annuelle maximale estimée (si elle dépasse la performance analytique matérialisée par le seuil de décision).

Suite à cette analyse, il s'avère que toutes les activités estimées sont mesurables.

Les limites sont ensuite déterminées pour chaque catégorie de radionucléide pour chaque période définie au [Paragraphe 5.5](#) en appliquant à la valeur obtenue le coefficient d'incertitude défini au [Paragraphe 2.2](#) (« coefficient incertitude planning » dans les paragraphes ci-après) pour se prémunir

d'éventuels chevauchements d'opérations qui engendreraient une augmentation de l'activité annuelle des eaux de lavage, sauf pour les années avec opérations de vidange de piscines qui sont planifiées.

Pour le tritium et le carbone 14, le « coefficient incertitude effluents lavage » défini au [Paragraphe 3.4.2](#) est appliqué les années sans vidange de piscine étant donnée la difficulté à évaluer la quantité de ces radionucléides dans les rejets liquides.

Les résultats obtenus seront ensuite arrondis.

Pour le **tritium**, le rejet le plus important correspond aux années de vidange de piscine BR ou BK (années type 1, 2 ou 3). Le maximum annuel de ces 3 types d'années est de  $1,6 \cdot 10^{12}$  Bq, arrondi à  $2 \cdot 10^{12}$  Bq. La limite demandée est de  $2 \cdot 10^{12}$  Bq/an. Les années sans vidange de piscine (année type 0), le maximum annuel est estimé à  $3,0 \cdot 10^8$  Bq. En appliquant le « coefficient incertitude planning » et le « coefficient incertitude effluents lavage », on obtient  $9 \cdot 10^8$  Bq, arrondi à  $1 \cdot 10^9$  Bq. La limite demandée est de  $1 \cdot 10^9$  Bq/an.

Pour le **carbone 14**, le rejet le plus important correspond aux années de vidange de piscine BR (années type 2 et 3). Le maximum annuel de ces 2 types d'années est de  $5,4 \cdot 10^{11}$  Bq. La limite demandée est de  $6 \cdot 10^{11}$  Bq/an. Les années sans vidange de piscine ou avec vidange de piscine BK (année type 0 et 1), le maximum annuel est estimé à  $4,0 \cdot 10^8$  Bq. En appliquant le « coefficient incertitude planning » et le « coefficient incertitude effluents lavage », on obtient  $1,2 \cdot 10^9$  Bq, arrondi à  $1 \cdot 10^9$  Bq. La limite demandée est de  $1 \cdot 10^9$  Bq/an.

Pour les **autres émetteurs bêta/gamma**, aucune période de rejet n'est distinguée, le maximum annuel sur toute la durée de démantèlement est estimé à  $3,5 \cdot 10^9$  Bq. En appliquant le « coefficient incertitude planning », on obtient  $5,3 \cdot 10^9$  Bq, arrondi à  $5 \cdot 10^9$  Bq. La limite demandée est  $5 \cdot 10^9$  Bq/an.

## 5.8.2. LIMITES EN ACTIVITES ANNUELLES

Les limites annuelles demandées pour les rejets liquides par période et pour chaque catégorie de radionucléides sont présentées dans le [Tableau fff](#).

Limites demandées pour les rejets radioactifs liquides (Bq/an)		
Tritium	Année avec vidange de piscine BR et/ou de piscine BK (correspondant aux années type 1, 2 et 3)	$2 \cdot 10^{12}$
	Année sans vidange de piscine BR ou de piscine BK (correspondant aux années type 0)	$1 \cdot 10^{09}$
Carbone 14	Année avec vidange de piscine BR (correspondant aux années type 2 et 3)	$6 \cdot 10^{11}$
	Année sans vidange de piscine BR (correspondant aux années type 0 et 1)	$1 \cdot 10^{09}$
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma		$5 \cdot 10^{09}$

Tableau fff Limites en activités annuelles

L'exploitant s'assure, par la mesure, de l'absence de rejet de radionucléides artificiels émetteurs alpha.

La limite annuelle demandée pour la catégorie « autres émetteurs bêta/gamma » concerne les différents radionucléides prépondérants dont la nature et la répartition figurent dans le [Tableau aaa](#).

## 5.8.3. LIMITES DANS LE MILIEU RECEPTEUR

Le débit d'activité (Bq/s) au point de rejet varie en fonction du débit D (L/s) du cours d'eau dans lequel sont effectués les rejets. En moyenne sur 24 h, le débit d'activité ne doit pas dépasser  $80 \times D$  pour le tritium et  $0,7 \times D$  pour les autres émetteurs bêta et gamma.