

# PIÈCE 6

## ÉTUDE D'IMPACT

- Annexe 1 -

Estimation des rejets radioactifs générés par le  
projet

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

Annexe 1 – Estimation des rejets radioactifs générés par le projet

Annexe 2 – Biodiversité

Annexe 3 – Population et santé humaine

## SOMMAIRE

PRESENTATION DE L'ANNEXE 1 .....	5
1. DEMARCHE RETENUE POUR L'ESTIMATION DES REJETS.....	6
2. PERIMETRE DE L'ESTIMATION DES REJETS ET HYPOTHESES GENERALES RETENUES.....	7
2.1. INVENTAIRE PHYSIQUE .....	7
2.2. INVENTAIRE RADIOLOGIQUE.....	9
2.3. COEFFICIENTS DE REMISE EN SUSPENSION .....	10
2.4. COEFFICIENTS DE FILTRATION.....	11
3. RESULTATS BRUTS DE L'ESTIMATION DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS A L'ATMOSPHERE .....	12
4. ANALYSE DES REJETS RADIOACTIFS A L'ATMOSPHERE ESTIMES .....	13
4.1. ANALYSE DE LA MESURABILITE.....	13
4.2. COMPARAISON AUX LIMITES DE REJET .....	14
4.3. COMPTABILISATION .....	14
5. CONCLUSION .....	15

## TABLEAUX

Tableau a : Spectres par type de déchets.....	9
Tableau b : Coefficients de remise en suspension .....	10
Tableau c : Résultats de l'estimation des rejets annuels d'effluents radioactifs à l'atmosphère .....	12
Tableau d : Liste des radionucléides retenus dont le rejet annuel estimé est significatif .....	13
Tableau e : Comparaison aux limites de rejet .....	14
Tableau f : Modalités de comptabilisations et rejet pour l'évaluation de l'impact.....	15

## FIGURES

Figure a : Schéma d'un crayon Pyrex .....	8
Figure b : Schéma d'un crayon AIC/B4C .....	8



# PRESENTATION DE L'ANNEXE 1

L'objet de cette annexe est de fournir l'estimation des rejets radioactifs atmosphériques générés par le projet. Pour rappel (cf. [Chapitre 2](#)), le projet consiste en une demande de modification notable au titre de l'article R. 593-56 du code de l'environnement de l'Installation de Conditionnement et d'Entreposage de Déchets Activés (ICEDA, INB n° 173), en vue d'autoriser les modifications suivantes :

- M01 : l'évolution du domaine de fonctionnement de l'ICEDA,
- M02<sup>1</sup> : la réalisation d'opérations de maintenance fortuite en arrière/super-cellules en présence de déchets en cellule.

L'annexe est organisée comme suit :

- [§ 1](#) : démarche retenue pour l'évaluation des rejets ;
- [§ 2](#) : périmètre de l'estimation des rejets et hypothèses générales retenues ;
- [§ 3](#) : résultats bruts de l'estimation des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère ;
- [§ 4](#) : analyse des rejets radioactifs à l'atmosphère estimés ;
- [§ 5](#) : conclusion.

---

<sup>1</sup> La modification M02 est sans incidence sur l'environnement (cf. [Paragraphe 2.5](#) du [Chapitre 2](#)). Elle ne sera donc plus abordée dans la suite de la présente annexe.

# 1. DEMARCHE RETENUE POUR L'ESTIMATION DES REJETS

La modification M01 concerne l'évolution du domaine de fonctionnement de l'ICEDA. Le domaine de fonctionnement de l'ICEDA fixe notamment les limites radiologiques des déchets entrants dans l'installation afin d'y être conditionnés (DAE et DAD).

La présente étude consiste en une évaluation des rejets radioactifs à l'atmosphère résultant du fonctionnement normal de l'ICEDA avec la mise en application du nouveau domaine de fonctionnement.

La méthodologie appliquée pour estimer les rejets radioactifs atmosphériques des opérations de conditionnement et d'entreposage de l'ICEDA se base sur les paramètres suivants :

- le déroulement des différentes opérations de conditionnement et d'entreposage des déchets,
- les caractéristiques physiques des déchets,
- les caractéristiques radiologiques des déchets,
- les coefficients de remise en suspension de l'activité dans l'air qui dépendent des procédés mis en œuvre, du radionucléide et du type d'activité,
- le système de ventilation et le traitement envisagé des effluents atmosphériques (type et nombre de filtres, efficacité de traitement).

Les activités rejetées sont ensuite estimées et analysées au regard de leur mesurabilité.

# 2. PERIMETRE DE L'ESTIMATION DES REJETS ET HYPOTHESES GENERALES RETENUES

## 2.1. INVENTAIRE PHYSIQUE

Les estimations distinguent deux familles et cinq types de déchets traités dans l'installation :

- les Déchets Activés d'Exploitation (DAE), dont :
  - Les crayons Pyrex (DAE Pyrex) (Cf. [Figure a](#)) ;
  - Les crayons AIC (DAE AIC) ;
  - Les crayons AIC/B4C (DAE AIC/B4C) (Cf. [Figure b](#)) ;
  - Les crayons non-absorbants (DAE NA) ;
- les Déchets Activés de Démantèlement (DAD).

Les calculs sont réalisés par colis unitaire de déchets. Les nombres de colis retenus, basés sur la fréquence annuelle maximale de réception de l'installation, sont les suivants :

- 53 DAE activés dont :
  - 7 DAE Pyrex ;
  - 25 DAE AIC ;
  - 21 DAE AIC/B4C ;
- 79 DAE NA ;
- 90 DAD.

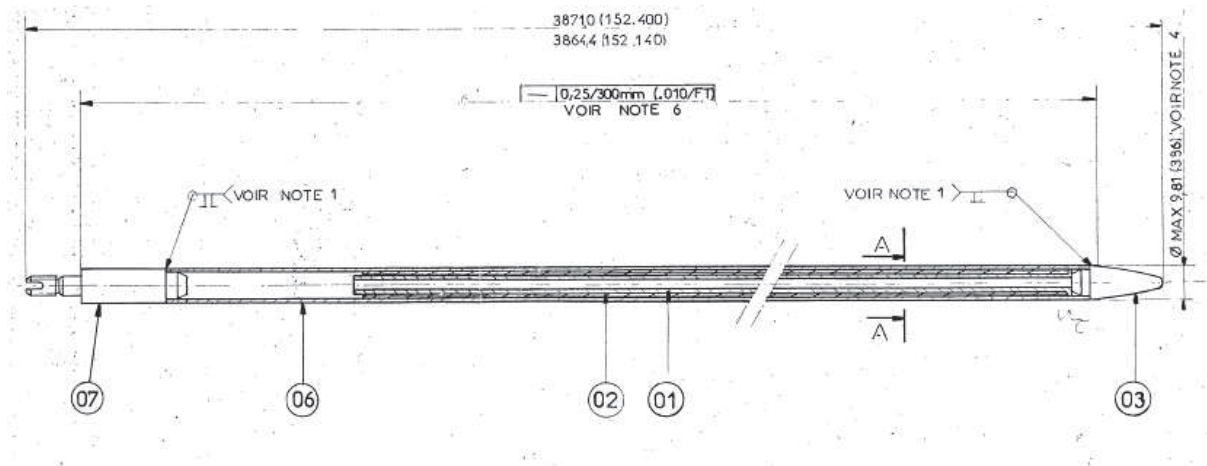


Figure a : Schéma d'un crayon Pyrex

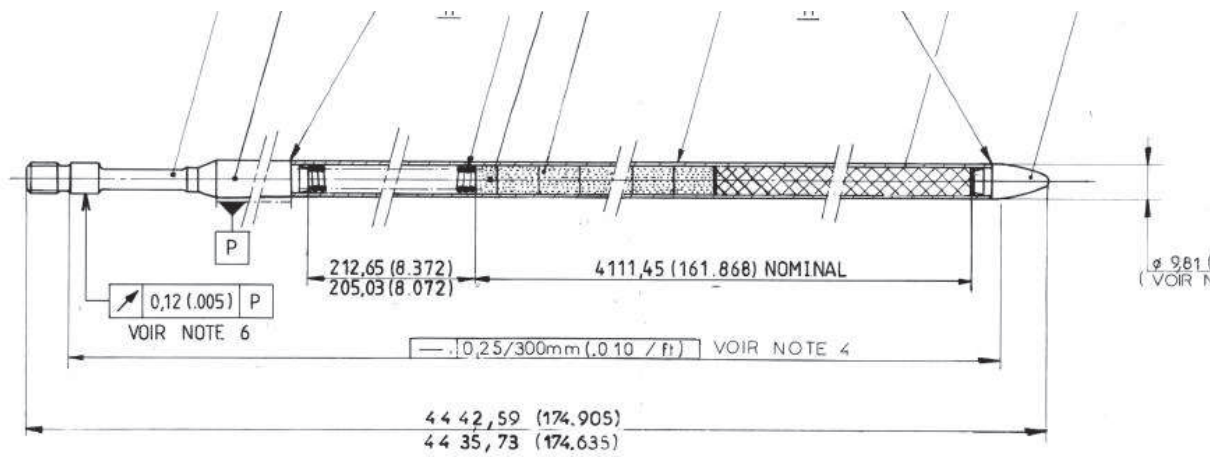


Figure b : Schéma d'un crayon AIC/B4C



## 2.2. INVENTAIRE RADIOLOGIQUE

Les spectres utilisés pour chaque type de déchet sont présentés dans le [Tableau a](#). Chacun des cinq spectres d'activation utilisés est une enveloppe de sa catégorie. Le spectre de contamination utilisé est une valeur raisonnablement enveloppe, pour tous les types de déchets. Pour les DAD, dans une approche pénalisante, le spectre d'activation des crayons inox du parc est appliqué.

Tableau a : Spectres par type de déchets

Famille de déchet	Type de déchet	Spectre de contamination	Spectre d'activation
DAE	DAE Pyrex	Spectre générique	Activation Pyrex
	DAE AIC	Spectre générique	Activation AIC
	DAE AIC/B4C	Spectre générique	Activation AIC/B4C
	DAE NA	Spectre générique	Activation crayons inox
DAD	DAD	Spectre générique	Activation crayons inox

Les hypothèses suivantes sont appliquées aux inventaires radiologiques :

- 10% de la contamination est considérée labile (facilement mobilisable, 90% est ainsi considérée fixée).
- Pour chaque radionucléide du spectre d'activation des DAE avec absorbant, on distingue une proportion dans les gaines (en acier) et une proportion dans les internes (pastilles B4C, pyrex ou AIC). Ceci permet d'appliquer des coefficients de remise en suspension différents (cf. [§ 2.3](#)).
- La contamination surfacique en carbone 14 et en tritium est considérée de nature particulière, et non sous forme de gaz. Cette hypothèse repose sur le fait que les crayons ont subi une phase de stockage et de transport avant réception dans l'installation. La contamination sous forme de gaz, très facilement mobilisable, ne peut plus être présente sur les déchets.

## 2.3. COEFFICIENTS DE REMISE EN SUSPENSION

Le [Tableau b](#) récapitule les opérations considérées sur chaque type de déchet, et les coefficients de remise en suspension associés.

Le déplacement traduit la manipulation des déchets, soit pour leur mise en colis, soit pour la mise en œuvre des découpes puis la mise en colis. Cette opération concerne tous les déchets reçus dans l'installation, et remet en suspension la contamination surfacique labile (facilement mobilisable) des éléments.

Le dégazage traduit la remise en suspension des gaz radioactifs contenu dans les crayons lors de leur découpe. Ce phénomène ne concerne que les crayons activés, et les seuls radionucléides potentiellement gazeux (principalement le tritium et le carbone 14). La part affectée ( $10^{-6}$ ) traduit la proportion d'activité sous forme de gaz dans les crayons, la part restante étant sous forme solide.

La découpe traduit l'action de couper en tronçon les DAE par pincement mécanique d'une cisaille avant de les mettre en colis. Les découpes remettent en suspension une partie de la contamination (labile et fixée), et une partie de l'activité contenue dans la masse (gaine et internes des crayons). On tient compte de la friabilité des matériaux (pyrex et B4C) dans les coefficients de remise en suspension.

La chute traduit le fait qu'après leur découpe les crayons DAE sont mis en colis en « tombant » du tapis de déplacement. Comme la manutention, ce phénomène concerne la contamination surfacique des crayons.

Tableau b : Coefficients de remise en suspension

Opération	Description	Inventaire concerné	Déchets concernés	Part affectée	Coefficient de remise en suspension
Déplacement	Remise en suspension lors de la manipulation des déchets	Contamination (labile)	Tous	100%	$10^{-5}$
Dégazage	Remise en suspension des radionucléides gazeux lors de la première découpe	Activation (RN gazeux uniquement)	DAE Pyrex DAE AIC B4C DAE AIC	$10^{-6}$	1
Découpe	Remise en suspension lors de la découpe des déchets. La découpe est réalisée à la cisaille, avec un trait de coupe de 1 mm tous les 10 cm.	Contamination	DAE	1%	1 (labile ou gazeux) $10^{-1}$ (fixée et particulaire)
		Activation (gaine)	DAE	1%	$10^{-4}$
		Activation (internes)	DAE Pyrex	5%	$10^{-3}$
			DAE AIC/B4C	15%	
DAE AIC	1%				
Chute	Remise en suspension lors du colisage des déchets découpés (chute du tapis vers le colis)	Contamination (labile et fixée)	DAE	100%	$10^{-3}$

## 2.4. COEFFICIENTS DE FILTRATION

Avant rejet dans l'environnement, les effluents atmosphériques issus des opérations de conditionnement et de l'entreposage réalisées sur l'ICEDA sont traités par filtration par des filtres à Très Haute Efficacité (THE).

Pour réaliser l'estimation des rejets, les coefficients de traitement considérés sont les suivants :

- Pour les gaz, un coefficient de traitement  $C=1$  est appliqué, correspondant à l'absence de filtration.
- Pour les aérosols, un coefficient de traitement  $C=1.10^5$  est appliqué, correspondant à la présence de deux filtres THE.

# 3. RESULTATS BRUTS DE L'ESTIMATION DES REJETS D'EFFLUENTS RADIOACTIFS A L'ATMOSPHERE

Les calculs réalisés avec les hypothèses présentées au §2 conduisent à l'estimation des rejets annuels de l'ICEDA présentés dans le [Tableau c](#). Les radionucléides sont classés par catégorie : tritium, carbone 14, autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta ou gamma (PF/PA), gaz rares et iodes.

Tableau c : Résultats de l'estimation des rejets annuels d'effluents radioactifs à l'atmosphère

Catégorie	Radionucléide	Rejet annuel estimé (Bq/an)
Tritium	<sup>3</sup> H	5,0.10 <sup>11</sup>
Carbone 14	<sup>14</sup> C	2,0.10 <sup>9</sup>
PF/PA	<sup>36</sup> Cl	2,9.10 <sup>6</sup>
PF/PA	<sup>63</sup> Ni	1,3.10 <sup>6</sup>
PF/PA	<sup>55</sup> Fe	9,0.10 <sup>5</sup>
PF/PA	<sup>60</sup> Co	5,7.10 <sup>5</sup>
PF/PA	<sup>109</sup> Cd	3,2.10 <sup>5</sup>
PF/PA	<sup>108m</sup> Ag	6,8.10 <sup>4</sup>
PF/PA	<sup>137</sup> Cs	3,2.10 <sup>4</sup>
PF/PA	<sup>93m</sup> Nb	1,6.10 <sup>4</sup>
PF/PA	<sup>90</sup> Sr	1,6.10 <sup>4</sup>
PF/PA	<sup>241</sup> Pu	7,4.10 <sup>2</sup>
Gaz rare	<sup>39</sup> Ar	2,0.10 <sup>8</sup>
Gaz rare	<sup>85</sup> Kr	1,7.10 <sup>5</sup>
Gaz rare	<sup>81</sup> Kr	2,7.10 <sup>3</sup>

Catégorie	Radionucléide	Rejet annuel estimé (Bq/an)
Alpha	<sup>241</sup> Am	4,2.10 <sup>1</sup>
Alpha	<sup>244</sup> Cm	1,1.10 <sup>1</sup>
Alpha	<sup>239</sup> Pu	9,9
Alpha	<sup>238</sup> Pu	9,6
Alpha	<sup>240</sup> Pu	6,7
Alpha	<sup>243</sup> Am	< 1 Bq
Alpha	<sup>250</sup> Cf	< 1 Bq
Alpha	<sup>243</sup> Cm	< 1 Bq
Alpha	<sup>246</sup> Cm	< 1 Bq
Alpha	<sup>228</sup> Th	< 1 Bq
Alpha	<sup>232</sup> U	< 1 Bq
iode	<sup>129</sup> I	1,5.10 <sup>4</sup>

Total tritium	5,0.10 <sup>11</sup>
Total carbone 14	2,0.10 <sup>9</sup>
Total PF/PA	6,2.10 <sup>6</sup>
Total gaz rares	2,0.10 <sup>8</sup>
Total alpha	7,9.10 <sup>1</sup>
Total iodes	1,5.10 <sup>4</sup>

# 4. ANALYSE DES REJETS RADIOACTIFS A L'ATMOSPHERE ESTIMES

## 4.1. ANALYSE DE LA MESURABILITE

Les rejets estimés sont analysés au regard de la limite de détection des dispositifs de prélèvement et de mesure. Conformément à la réglementation, les rejets de radionucléides ou catégories de radionucléides sont considérées comme significatifs si leur rejet estimé est supérieur au seuil de décision de la mesure (SD)<sup>2</sup>, qui correspond à la moitié de la limite de détection.

Pour chaque radionucléide ou catégorie de radionucléides, on compare les rejets estimés au retour d'expérience des dispositifs en place sur les installations en exploitation d'EDF.

Les rejets des radionucléides présentés dans le [Tableau d](#) sont considérés significatifs. Les rejets estimés pour les autres radionucléides sont non significatifs.

Tableau d : Liste des radionucléides retenus dont le rejet annuel estimé est significatif

Radionucléides et catégories retenus		Valeur de rejet estimée (Bq/an)
Tritium		$5,0 \cdot 10^{11}$
Carbone 14		$2,0 \cdot 10^9$
Autres PF/PA	$^{55}\text{Fe}$	$9,0 \cdot 10^5$
	$^{60}\text{Co}$	$5,7 \cdot 10^5$
	$^{63}\text{Ni}$	$1,3 \cdot 10^6$
	$^{108\text{m}}\text{Ag}$	$6,8 \cdot 10^4$
	$^{90}\text{Sr}$	$1,6 \cdot 10^4$
	$^{109}\text{Cd}$	$3,2 \cdot 10^5$
	$^{137}\text{Cs}$	$3,2 \cdot 10^4$

<sup>2</sup> 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.

## 4.2. COMPARAISON AUX LIMITES DE REJET

Le [Tableau e](#) compare les activités annuelles du [Tableau c](#) avec les limites actuelles de rejet.

Tableau e : Comparaison aux limites de rejet

	Tritium	Carbone 14	Autres PF/PA	Alpha	Iodes	Gaz rares
Estimation des rejets annuels (Bq/an)	5,0.10 <sup>11</sup>	2,0.10 <sup>9</sup>	6,2.10 <sup>6</sup>	Non significatif	Non significatif	Non significatif
Limite actuelle de rejet (Bq/an)	1,0.10 <sup>12</sup>	2,0.10 <sup>9</sup>	1,5.10 <sup>8</sup>	-	-	-

Les limites actuellement en vigueur sont supérieures aux présentes estimations. En conséquence, aucune évolution de limite n'est nécessaire.

## 4.3. COMPTABILISATION

Compte tenu des estimations réalisées et des limites retenues, on définit les modalités de comptabilisation et valeurs de rejet à considérer pour l'évaluation des impacts environnementaux.

Les modalités de comptabilisation sont définies en comparant les rejets estimés au retour d'expérience des SD du parc en exploitation d'EDF. Un radionucléide est comptabilisé systématiquement à minima au SD, si le rejet estimé est suffisamment élevé pour s'attendre à détecter ce radionucléide à chaque mesure. Dans le cas contraire, le radionucléide n'est comptabilisé que si la mesure associée est significative (supérieure au SD).

Les valeurs de rejets à considérer pour l'évaluation de l'impact sont calculées en appliquant, proportionnellement aux rejets estimés dans chaque catégorie, les valeurs limites sur l'ensemble des radionucléides retenus : à partir des rejets estimés ([Tableau c](#)), de la liste des radionucléides dont le rejet est significatif ([Tableau d](#)), et des limites de rejet ([Tableau e](#)).

Le [Tableau f](#) présente les modalités de comptabilisation et les rejets à considérer pour l'évaluation des impacts environnementaux. Ces rejets sont la donnée d'entrée utilisée pour les analyses d'incidences présentées au [Chapitre 3](#) (Radioécologie) et [Chapitre 5](#) (Population et santé humaine).

*Tableau f : Modalités de comptabilisations et rejet pour l'évaluation de l'impact*

Radionucléide	Comptabilisation	Rejet pour l'évaluation de l'impact (Bq/an)
$^3\text{H}$	A minima au SD	$1,0 \cdot 10^{12}$
$^{14}\text{C}$	A minima au SD	$2,0 \cdot 10^9$
<b>Total PF/PA</b>		<b><math>1,5 \cdot 10^8</math></b>
$^{55}\text{Fe}$	A minima au SD	$4,1 \cdot 10^7$
$^{60}\text{Co}$	A minima au SD	$2,7 \cdot 10^7$
$^{63}\text{Ni}$	A minima au SD	$6,2 \cdot 10^7$
$^{108\text{m}}\text{Ag}$	Si activité > SD	$3,1 \cdot 10^6$
$^{90}\text{Sr}$	Si activité > SD	$7,5 \cdot 10^5$
$^{109}\text{Cd}$	Si activité > SD	$1,5 \cdot 10^7$
$^{137}\text{Cs}$	Si activité > SD	$1,5 \cdot 10^6$

## 5. CONCLUSION

En conclusion de cette nouvelle évaluation, le domaine de fonctionnement révisé ne modifie pas les limites actuellement en vigueur. Pour autant, le spectre des rejets gazeux à l'atmosphère évolue (Cf. [Tableau d](#)).