

Rapport environnemental annuel  
relatif aux installations nucléaires du  
Centre Nucléaire de Production  
d'Electricité de

# Flamanville

**2023**

Bilan rédigé au titre de l'article 4.4.4 de l'arrêté  
du 7 février 2012



	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

**SOMMAIRE**

<b>1. PARTIE I - LE CENTRE NUCLEAIRE DE PRODUCTION D'ELECTRICITE DE FLAMANVILLE EN 2023.....</b>	<b>6</b>
1.1. Contexte .....	6
1.2. Le CNPE de Flamanville .....	6
1.3. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Flamanville .....	7
1.4. Evolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact.....	7
1.5. Bilan des incidents de fonctionnement et des Evènements Significatifs pour l'Environnement .....	8
1.6. Bilan des Evènements Significatifs pour l'Environnement déclarés .....	8
1.7. Bilan des incidents de fonctionnement.....	8
<b>2. PARTIE II - PRELEVEMENTS D'EAU .....</b>	<b>9</b>
2.1. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement .....	10
2.2. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel.....	11
2.3. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique .....	11
2.4. Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance.....	12
2.4.1. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2023 .....	12
2.4.2. Comparaison aux valeurs limites .....	12
2.4.3. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de prélèvements.....	13
2.4.4. Opérations exceptionnelles de prélèvements .....	13
<b>3. PARTIE III – RESTITUTION ET CONSOMMATION D'EAU .....</b>	<b>14</b>
3.1. Restitution d'eau.....	14
3.2. Consommation d'eau .....	14
3.2.1. Cumul mensuel .....	14
<b>4. PARTIE IV - REJETS D'EFFLUENTS.....</b>	<b>15</b>
4.1. Rejets d'effluents à l'atmosphère .....	16
4.1.1. Rejets d'effluents à l'atmosphère radioactifs .....	16
4.1.2. Evaluation des rejets diffus d'effluents radioactifs à l'atmosphère .....	20
4.1.3. Evaluation des rejets diffus d'effluents à l'atmosphère non radioactifs .....	21
4.1.4. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de rejets d'effluents à l'atmosphère .....	23
4.1.5. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents à l'atmosphère .....	23
4.2. Rejets d'effluents liquides .....	23
4.2.1. Rejets d'effluents liquides radioactifs.....	23
4.2.2. Rejets d'effluents liquides chimiques .....	29

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

4.2.3.	Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de rejets liquides .....	39
4.2.4.	Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides .....	39
4.3.	Rejets thermiques .....	39
4.3.1.	En conditions climatiques normales .....	39
4.3.2.	Comparaison aux limites .....	40
4.3.3.	En conditions climatiques exceptionnelles .....	40
4.3.4.	Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de rejets thermiques .....	41
<b>5.</b>	<b>PARTIE V - SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>42</b>
5.1.	Surveillance de la radioactivité dans l'environnement .....	42
5.2.	Surveillance de la radioactivité ambiante .....	44
5.2.1.	Surveillance du compartiment atmosphérique .....	45
5.2.2.	Surveillance du milieu terrestre .....	47
5.2.3.	Surveillance des eaux de surface .....	48
5.2.4.	Surveillance du milieu aquatique .....	48
5.2.5.	Surveillance des eaux souterraines .....	48
5.3.	Physico-chimie des eaux souterraines .....	48
5.4.	Chimie et physico-chimie des eaux de surface .....	49
5.4.1.	Physico-chimie des eaux de surface .....	49
5.4.2.	Chimie des eaux de surface .....	50
5.5.	Surveillance écologique et halieutique .....	50
5.6.	Acoustique environnementale .....	50
<b>6.</b>	<b>PARTIE VII - EVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE DES REJETS DE L'INSTALLATION .....</b>	<b>52</b>
<b>7.</b>	<b>PARTIE VIII - GESTION DES DECHETS .....</b>	<b>56</b>
7.1.	Les déchets radioactifs .....	56
7.2.	Les catégories de déchets radioactifs .....	56
7.2.1.	Le transport des déchets .....	58
7.2.2.	Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2023 .....	59
7.2.3.	Les déchets non radioactifs .....	60
	<b>ANNEXE 1. RAPPORT SUIVI RADIOECOLOGIQUE ANNUEL .....</b>	<b>63</b>

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

## **1. PARTIE I - LE CENTRE NUCLEAIRE DE PRODUCTION D'ELECTRICITE DE FLAMANVILLE EN 2023**

### **1.1. Contexte**

« La conformité à la réglementation en vigueur, la prévention des pollutions ainsi que la recherche d'amélioration continue de la performance environnementale » constituent l'un des engagements de la politique environnementale d'EDF.

Dans ce cadre, tous les Centres Nucléaires de Production d'Electricité (CNPE) d'EDF disposent d'un système de management de l'environnement certifié « ISO14001 ».

La maîtrise des événements, susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement, repose sur une application stricte des règles de prévention (bonne gestion des eaux usées, des « effluents », de leurs traitements, entreposage, contrôles avant rejet, etc.) et sur un système complet de surveillance de l'environnement sur et autour des CNPE.

En application de l'article 4.4.4 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux Installations Nucléaires de Base, ce document présente le bilan de l'année 2023 du CNPE de Flamanville en matière d'environnement.

### **1.2. Le CNPE de Flamanville**

**EDF Flamanville compte 2 sites : le Centre nucléaire de production d'électricité (dit CNPE) avec 2 unités, mises en service en 1985 et 1986, et l'unité n° 3 (de type EPR), en phase de démarrage.**

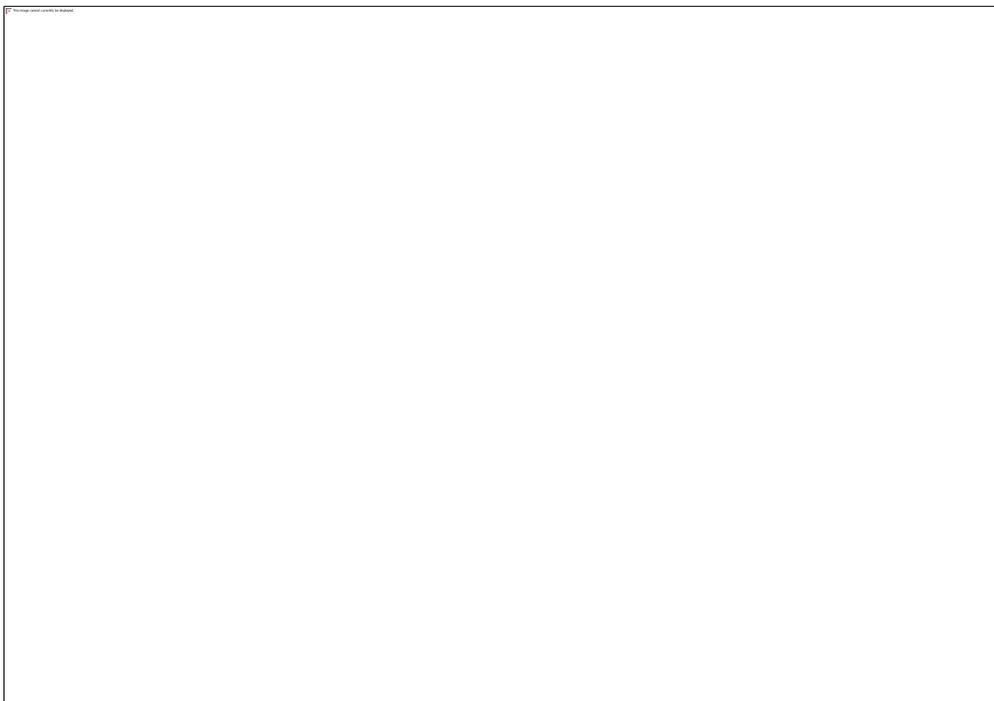
Le site de Flamanville 1 & 2 comprend deux réacteurs en fonctionnement de type REP (réacteur à eau pressurisée), d'une puissance de 1 300 MW chacun.

Le réacteur n° 1, mis en service en décembre 1985, constitue l'Installation Nucléaire de Base (INB) n° 108. Le réacteur n° 2, mis en service en juillet 1986, constitue l'Installation Nucléaire de Base n° 109. Ces deux INB constituent la centrale nucléaire de Flamanville 1 & 2. En 2023, les unités 1 et 2 de la centrale employaient près de 800 salariés EDF auxquels s'ajoutent environ 400 salariés permanents d'entreprises prestataires.

L'EPR est l'unité en construction. Elle constitue l'Installation Nucléaire de Base n° 167. Les travaux de terrassement du chantier de construction ont débuté en août 2006, avec un premier béton de l'îlot nucléaire posé en décembre 2007.

En 2023, le site de l'EPR employait près de 800 EDF et environ 2000 salariés d'entreprises prestataires.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00



### **1.3. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Flamanville**

La surveillance de l'environnement industriel est réalisée en application d'une prescription interne d'EDF. Lors de l'année 2023, aucune modification notable au voisinage du CNPE de Flamanville n'a été identifiée.

### **1.4. Evolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact**

Dans le cadre d'une amélioration continue, EDF mène des études afin d'améliorer la connaissance de ses rejets (identification de sous-produits de la morpholine et de l'éthanolamine, de sous-produits issus des traitements biocides, dégradation de la monochloramine et de l'hydrazine dans l'environnement, etc.). EDF mène également des études afin d'améliorer la connaissance de l'incidence de ses rejets sur l'homme et l'environnement. Ces évaluations d'impact nécessitent en effet l'utilisation de valeurs de référence qui font l'objet d'une veille scientifique :

- Les Valeurs Toxicologiques de Référence pour l'impact sanitaire sur l'Homme, valeurs sélectionnées selon les critères définis dans la note d'information n° DGS/EA/DGPR/2014/307 du 31/10/2014.
- Les valeurs seuils ou guides issues des textes réglementaires ou des grilles de qualité d'eau, les données écotoxicologiques, en particulier les PNEC (Predicted No Effect Concentration), et les études testant la toxicité et l'écotoxicité des effluents CRT, pour l'analyse des incidents sur l'environnement. A noter que les PNEC sont validées par la R&D d'EDF après bibliographie exhaustive et, si nécessaire, réalisation de tests écotoxicologiques commandités par EDF et réalisées selon les normes OCDE et les Bonnes Pratiques de Laboratoire.

L'ensemble de ces évolutions scientifiques est intégré dans les études d'impact.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

### 1.5. Bilan des incidents de fonctionnement et des Evènements Significatifs pour l'Environnement

En 2003, le CNPE Flamanville a été certifié, pour la première fois, ISO 14001. L'obtention de la norme ISO 14001 est une reconnaissance internationale de la prise en compte de l'environnement dans l'ensemble des activités de l'entreprise. Elle est l'assurance d'une démarche d'amélioration continue et de la mise en place d'une organisation spécifique au domaine de l'environnement.

La protection de l'environnement, sur le terrain comme en laboratoire, a toujours été une priorité pour les CNPE d'EDF. Comme pour tous les sites industriels, les exigences environnementales fixées par le CNPE de Flamanville et la réglementation se sont sans cesse accrues au fil des années. Cette certification est le fruit de l'implication de l'ensemble des intervenants - personnels EDF et d'entreprises externes - dans une démarche de respect de l'environnement.

La norme ISO 14001 repose sur la mise en œuvre d'un Système de Management Environnemental (SME). Cela signifie que la performance en matière de protection de l'environnement est intégrée dans l'organisation, c'est-à-dire dans toutes les décisions quotidiennes du CNPE de Flamanville. L'ensemble des salariés du CNPE, ainsi que le personnel intervenant pour le compte d'entreprises extérieures, sont impliqués dans le respect de l'environnement.

Dans le cadre de l'amélioration continue, le CNPE de Flamanville a mis en place un système permettant de détecter, tracer, déclarer, les Evènements Significatifs pour l'Environnement (ESE) à l'Autorité de Sûreté Nucléaire, de traiter ces événements et d'en analyser les causes profondes pour les éradiquer.

La déclaration d'ESE est établie à partir de critères précis et identiques sur tout le parc nucléaire. Ces critères sont définis par l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

### 1.6. Bilan des Evènements Significatifs pour l'Environnement déclarés

Le tableau suivant récapitule les Evènements Significatifs pour l'Environnement déclarés par le CNPE de Flamanville en 2023.

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives
ESE2	04/01/2023	Dépassement de la limite de rejet en hydrocarbure au niveau de l'émissaire 4 le 30/12/22	Mise à jour du dossier d'intervention de la maintenance du déshuileur de site afin d'y intégrer la repose du platelage au plus tôt
ESE2	11/06/2023	Dépassement de la limite de rejet en hydrocarbure au niveau de l'émissaire 4	Augmentation de la fréquence de nettoyage des voiries
ESE6	20/09/2023	Cumul annuel d'émissions de fluides frigorigènes supérieur à 100 kg pour l'année 2023	Définition d'un plan d'action de résorption des pertes de fluides frigorigènes sur les groupes froids du CNPE

### 1.7. Bilan des incidents de fonctionnement

Le CNPE de Flamanville n'a pas eu, durant l'année 2022, des matériels indisponibles pouvant avoir une incidence sur la qualité de la surveillance de l'environnement.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

## 2. PARTIE II - PRELEVEMENTS D'EAU

L'eau est une ressource nécessaire au fonctionnement des CNPE et partagée avec de nombreux acteurs : optimiser sa gestion et concilier les usages est donc une préoccupation importante pour EDF.

Que cette eau soit prélevée en mer, dans un cours d'eau, ou dans des nappes d'eaux souterraines, son utilisation est strictement réglementée et contrôlée par les pouvoirs publics.

Dans un CNPE, l'eau est nécessaire pour :

- refroidir les installations,
- constituer des réserves pour réaliser des appoints ou disposer de stockage de sécurité dont l'alimentation des circuits de lutte contre les incendies (usage industriel),
- alimenter les installations sanitaires et les équipements de restauration des salariés (usage domestique).

Un CNPE en fonctionnement utilise trois circuits d'eau indépendants :

- Le circuit primaire pour extraire la chaleur : c'est un circuit fermé parcouru par de l'eau sous pression (155 bar) et à une température de 300°C. L'eau passe dans la cuve du réacteur, capte la chaleur produite par la réaction de fission du combustible nucléaire et transporte cette énergie thermique vers le circuit secondaire au travers des générateurs de vapeur.
- Le circuit secondaire pour produire la vapeur : au contact des milliers de tubes en « U » des générateurs de vapeur, l'eau du circuit primaire transmet sa chaleur à l'eau circulant dans le circuit secondaire, lui-aussi fermé. L'eau de ce circuit est ainsi transformée en vapeur qui fait tourner la turbine. Celle-ci entraîne l'alternateur qui produit l'électricité. Après son passage dans la turbine, la vapeur repasse à l'état liquide dans le condenseur ; cette eau est ensuite renvoyée vers les générateurs de vapeur pour un nouveau cycle.
- Un troisième circuit, appelé « circuit de refroidissement » : pour condenser la vapeur et évacuer la chaleur, le circuit de refroidissement comprend un condenseur, appareil composé de milliers de tubes dans lesquels circule de l'eau froide prélevée dans la rivière ou la mer. Au contact de ces tubes, la vapeur se condense. Ce circuit de refroidissement est différent selon la situation géographique du CNPE :

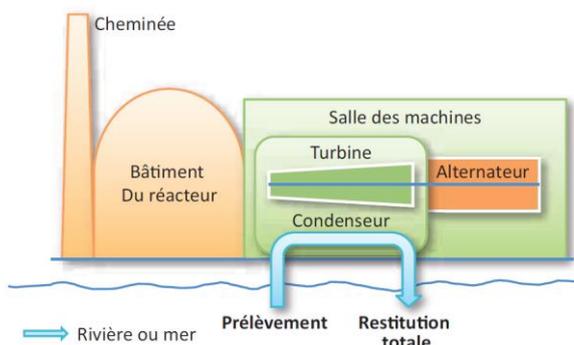
- En bord de mer ou d'un fleuve à grand débit, les CNPE fonctionnent avec un circuit de refroidissement totalement ouvert.

De l'eau (environ 50 m<sup>3</sup> par seconde) est prélevée pour assurer le refroidissement des équipements via le condenseur. Une fois l'opération de refroidissement effectuée, l'eau qui n'est jamais entrée en contact avec la radioactivité, est intégralement restituée dans la mer ou le fleuve, à une température légèrement plus élevée.

- Sur les fleuves ou les rivières dont le débit est plus faible, les CNPE fonctionnent avec un circuit en partie fermé.

Le refroidissement de l'eau chaude issue du condenseur se fait par échange thermique avec de l'air ambiant dans une grande tour réfrigérante atmosphérique appelée « aéroréfrigérant ». Une partie de l'eau chaude se vaporise sous forme d'un panache visible, au sommet de la tour. Cette vapeur d'eau n'est pas une fumée, elle ne contient pas de CO<sub>2</sub>. Le reste de l'eau refroidie retourne dans le condenseur. Ce système avec aéroréfrigérants permet donc de réduire considérablement les prélèvements d'eau qui sont de l'ordre de 2 m<sup>3</sup> par seconde.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00



**Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert (Source : EDF)**

Annuellement, en moyenne, le volume d'eau nécessaire au fonctionnement du circuit de refroidissement d'un réacteur est compris entre 50 millions de mètres cubes (si le refroidissement est assuré par un aéroréfrigérant) et 1 milliard de mètres cubes (si l'eau est rejetée directement dans le milieu naturel) soit respectivement un besoin de 6 à 160 litres d'eau prélevés pour produire 1 kWh.

Que les CNPE soient en fonctionnement ou à l'arrêt, la grande majorité de l'eau prélevée est restituée à sa source, c'est-à-dire au milieu naturel à proximité du point de prélèvement.

Les besoins en eau d'un CNPE servent majoritairement à assurer son refroidissement et, donc, à produire de l'électricité. Cependant, comme tous les sites industriels, un CNPE a besoin d'eau pour :

- faire face, si besoin, à un incendie : l'ensemble des CNPE d'EDF est équipé d'un important réseau d'eau sous pression permettant aux équipes des services de conduite et de la protection des CNPE d'EDF d'intervenir dès la détection d'un incendie jusqu'à l'arrivée des secours externes, et ainsi en limiter sa propagation. Ces réseaux sont régulièrement testés afin de s'assurer de leur fonctionnement et de leur efficacité,
- se laver, boire et se restaurer : selon leur importance (de 2 à 6 réacteurs), les CNPE d'EDF accueillent de 600 à 2 000 salariés permanents (EDF et entreprises extérieures) auxquels s'ajoutent, lors d'un arrêt d'un réacteur pour maintenance, près de 1000 personnes supplémentaires. Les besoins en eau potable sont en permanence adaptés aux effectifs de salariés permanents et temporaires, tant pour les sanitaires que pour la restauration. Les CNPE d'EDF peuvent être reliés aux réseaux d'eau potable des communes sur lesquelles ils sont implantés.

### 2.1. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée au refroidissement de l'année 2023.

	Prélèvement d'eau (en millions de m <sup>3</sup> )
Janvier	130
Février	169
Mars	215
Avril	162
Mai	237
Juin	225
Juillet	299
Août	110
Septembre	317
Octobre	401
Novembre	357
Décembre	1325
<b>TOTAL</b>	<b>3945</b>

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

## 2.2. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel de l'année 2023.

	Prélèvement d'eau (en millions de m <sup>3</sup> )
Janvier	1,2
Février	1,0
Mars	1,2
Avril	0,9
Mai	0,9
Juin	0,9
Juillet	1,0
Août	0,4
Septembre	1,1
Octobre	1,0
Novembre	1,1
Décembre	0,9
<b>TOTAL</b>	<b>11,7</b>

## 2.3. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destiné à l'usage domestique de l'année 2023.

	Prélèvement d'eau (en milliers de m <sup>3</sup> )
Janvier	7,38
Février	7,15
Mars	7,68
Avril	7,13
Mai	6,95
Juin	6,77
Juillet	6,50
Août	6,24
Septembre	6,48
Octobre	6,92
Novembre	7,18
Décembre	7,96
<b>TOTAL</b>	<b>84,33</b>

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

## 2.4. Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance

### 2.4.1. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2023

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2021 à 2023 avec la valeur du prévisionnel 2023.

Année	Milieu	Volume (milliers de m <sup>3</sup> )
2021	Eaux marines à usage de refroidissement	2 348 000 (+ 60 1297 pour Fla3)
2022		1 420 000
2023		3 945 000
2021	Eaux marines à usage industriel	12 041
2022		12 990
2023		10 754
Prévisionnel 2023	Toutes eaux marines	3 900 000
2021	Eaux douces à usage industriel	827
2022		634
2023		915
Prévisionnel 2023		700
2021	Eaux à usage domestique	103
2022		105
2023		84
Prévisionnel 2023		77

**Commentaires :** Le dépassement du prévisionnel de prélèvements d'eaux douces à usage industriel est lié à l'indisponibilité de la production de vapeur de la tranche 2, la tranche 1 étant à l'arrêt pendant l'année 2023. Cette indisponibilité matérielle a nécessité le démarrage d'une source externe de production de vapeur forte consommatrice en eau.

La consommation d'eau à usage domestique a été importante en 2023 en raison de la présence de nombreux salariés sur le chantier de Flamanville 3, ainsi que pendant l'arrêt de la tranche 1.

### 2.4.2. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des débits instantanés et des volumes d'eau prélevés cette année avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASN n° 2018-DC-0639.

Origine	Débit de prélèvement (L/s)		Prélèvement annuel total	Débit réservé (L/s)
	Régime normal	Régime exceptionnel <sup>(1)</sup>		
Grand Douet	31	31	1.10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	23
Petit Douet	45	83		16
Dielette	45	68		53

<sup>(1)</sup> Le prélèvement maximal n'est applicable que lorsqu'une des deux stations de pompage est indisponible (Station de pompage de Siouville : Petit et Grand Douet, station de la Diélette).

<sup>(2)</sup> Le prélèvement annuel total peut-être augmenté de 6 x 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup> par mois d'indisponibilité de l'unité de dessalement (hors période de maintenance), après accord de l'Autorité de sûreté nucléaire, dans la limite de 1,8 x 10<sup>5</sup> m<sup>3</sup>.

\*Correspond au volume annuel prélevé

**Commentaires :** Les valeurs maximales observées sont inférieures aux limites autorisées.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00	Page 13/108

2.4.3. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de prélèvements

L'année 2023 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

2.4.4. Opérations exceptionnelles de prélèvements

Le CNPE de Flamanville n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans les différents milieux en 2023.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

### 3. PARTIE III – RESTITUTION ET CONSOMMATION D'EAU

#### 3.1. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE de Flamanville pour l'année 2023 est présentée dans le tableau ci-dessous.

		Restitution d'eau			Unités
		Eau de refroidissement	Rejets radioactifs	Rejets industriels	
Restitution mensuelle	Janvier	130	3,31E-03	1,1	millions de m <sup>3</sup>
	Février	169	1,29E-03	0,9	
	Mars	215	1,30E-03	1,1	
	Avril	162	1,81E-03	0,8	
	Mai	237	1,28E-03	0,8	
	Juin	225	2,69E-03	0,8	
	Juillet	299	1,88E-03	0,9	
	Août	110	2,50E-03	0,3	
	Septembre	317	1,92E-03	1,0	
	Octobre	401	3,95E-03	0,9	
	Novembre	357	2,63E-03	1,0	
	Décembre	1325	3,20E-03	0,8	
TOTAL	Restitution au milieu aquatique	3 960			millions de m <sup>3</sup>
	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	99,97			%

#### 3.2. Consommation d'eau

##### 3.2.1. Cumul mensuel

La consommation d'eau correspond à la différence entre la quantité d'eau prélevée et la quantité d'eau restituée au milieu aquatique. Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel de consommation d'eau de l'année 2023.

	Consommation d'eau (en milliers de m <sup>3</sup> )
Janvier	85,3
Février	84,8
Mars	57,8
Avril	54,6
Mai	80,8
Juin	90,1
Juillet	75,7
Août	99,9
Septembre	87,2
Octobre	88,8
Novembre	82,5
Décembre	84,4
TOTAL	972

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

#### 4. PARTIE IV - REJETS D'EFFLUENTS

Comme beaucoup d'autres activités industrielles, l'exploitation d'un CNPE entraîne des rejets d'effluents à l'atmosphère et par voie liquide. Une réglementation stricte encadre ces différents rejets, qu'ils soient radioactifs ou non.

Chaque CNPE a mis en place une organisation afin d'assurer une gestion optimisée des effluents visant notamment à :

- réduire à la source la production d'effluents, notamment par le recyclage,
- réduire les rejets de substances radioactives ou chimiques au moyen de traitements appropriés,
- optimiser la production de déchets et valoriser les déchets conventionnels qui peuvent l'être.

Les rejets d'effluents se présentent sous différentes formes :

- les rejets radioactifs liquides et atmosphériques, qui peuvent contenir :
  - Tritium.
  - Carbone 14.
  - Iode.
  - Autres produits de fission ou d'activation.
  - Gaz rares.
- les rejets chimiques liquides classés en deux catégories :
  - les rejets de substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides ou eaux non radioactives issues des salles des machines,
  - les rejets de produits issus des autres circuits non radioactifs (circuit de refroidissements des condenseurs, station de déminéralisation, station d'épuration).
- les rejets chimiques atmosphériques : un CNPE émet peu de substances chimiques par voie atmosphérique. Les émissions proviennent des groupes électrogènes de secours constitués de moteurs diesels ou de turbines à combustion consommant du gasoil, de pertes de fluides frigorigènes, du renouvellement de calorifuges dans le bâtiment réacteur et d'émanations de certaines substances volatiles utilisées pour la protection et le traitement des circuits,
- les rejets thermiques : quel que soit le mode de refroidissement (ouvert ou fermé) d'un CNPE, l'échauffement du milieu aquatique est limité par la réglementation propre à chaque CNPE.

Optimisés, réduits, traités et surveillés, les rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides génèrent une exposition des populations plus de 100 fois inférieure à la limite réglementaire d'exposition reçue par une personne du public fixée à 1 mSv/an dans l'article R1333-8 du code de la santé publique.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

#### 4.1. Rejets d'effluents à l'atmosphère

##### 4.1.1. Rejets d'effluents à l'atmosphère radioactifs

Il existe deux sources de rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère :

- Les effluents dits « hydrogénés » proviennent du dégazage des effluents liquides issus du circuit primaire. Afin d'éviter tout mélange avec l'oxygène de l'air, ces effluents hydrogénés sont collectés et stockés, au minimum 30 jours dans des réservoirs où une surveillance régulière est effectuée. Durant ce temps, la radioactivité décroît naturellement, ce qui réduit d'autant l'impact environnemental. Les effluents sont contrôlés avant leur rejet. Pendant leur rejet, ils subissent systématiquement des traitements tels que la filtration à Très Haute Efficacité (filtres THE) qui permet de retenir les poussières radioactives. Ces rejets occasionnels sont dits « concertés ».
- Les effluents dits « aérés » qui proviennent de la collecte des événements des circuits de traitement des effluents liquides radioactifs, de la dépressurisation du bâtiment du réacteur ainsi que de l'air de la ventilation des locaux de l'îlot nucléaire. La ventilation maintient les locaux en légère dépression par rapport à l'extérieur et évite ainsi les pertes de gaz ou de poussières contaminées vers l'environnement. Les opérations de dépressurisation de l'air du bâtiment réacteur conduisent à des rejets dits « concertés ». L'air de ventilation transite par des filtres THE et, dans certains circuits, sur des pièges à iodes à charbon actif avant d'être rejeté en continu à la cheminée. Ces rejets sont dits « permanents ».

Ces deux types d'effluents sont rejetés dans l'atmosphère par une cheminée dédiée à la sortie de laquelle est réalisé, en permanence, un contrôle de l'activité rejetée.

Les cinq catégories de radionucléides réglementés dans les rejets d'effluents à l'atmosphère sont les gaz rares, le tritium, le carbone 14, les iodes et les autres produits de fission (PF) et produits d'activation (PA) :

- Les principaux gaz rares issus de la réaction de fission sont le xénon 133, le xénon 135, le krypton 85 et le xénon 131. Ce sont des gaz inertes, ils ne sont donc pas retenus par les systèmes de filtration (filtres très haute efficacité THE et pièges à iodes).
- Le tritium est un isotope radioactif de l'hydrogène. C'est un émetteur bêta (électron) de faible énergie. Il est rejeté par les CNPE et très majoritairement issu de l'activation neutronique d'éléments tels que le bore 10 et le lithium 6 présents dans le fluide primaire.
- Le carbone 14 présent dans les rejets des CNPE est produit essentiellement par activation de l'oxygène 17 présent dans l'eau du circuit primaire. Une part plus faible est produite par l'activation de l'azote 14 dissous dans l'eau du circuit primaire.
- Les iodes présents dans les rejets d'effluents radioactifs du CNPE (principalement l'iode 131 et l'iode 133) sont des produits de fission, créés dans le combustible par fission des atomes d'uranium ou de plutonium.
- Les autres produits de fission (PF) et produits d'activation (PA) émetteurs  $\beta$  ou  $\gamma$ , correspondent principalement au césium et au cobalt.

##### a) Règles spécifiques de comptabilisation

Ces règles s'appuient en premier lieu sur la définition de « spectres de référence », en fonction du type de rejet (liquides ou atmosphériques). Ces rejets sont constitués d'une liste de radionucléides à identifier par les moyens de mesure adéquats. Cette liste a été déterminée par une étude réalisée de 1996 à 1999 sur l'ensemble du parc des CNPE d'EDF. Toutes les substances figurant dans plus de 90 % des analyses figurent dans cette liste. Des radionucléides comme l'iode, peu présent dans les rejets, figurent également dans cette liste, mais pour des raisons historiques.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

La deuxième règle fondamentale consiste à déclarer obligatoirement une activité rejetée pour les radionucléides appartenant à ces différents « spectres de référence ». Les radionucléides dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision<sup>1</sup> donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au SD.

Les cumuls mensuels sont établis par sommation des activités rejetées pour chacun des rejets d'effluents du mois considéré. Les cumuls annuels sont égaux à la somme des cumuls mensuels.

b) Spectre de référence des rejets radioactifs à l'atmosphère

Le bilan des rejets d'effluents réalisés à l'atmosphère est déterminé pour chacune des cinq familles de radionucléides réparties comme suit :

- les gaz rares,
- le Tritium,
- le Carbone 14,
- les Iodes,
- les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta et/ou gamma (PF-PA).

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs à l'atmosphère.

Paramètres	Radionucléide
Gaz rares	<sup>41</sup> Ar
	<sup>85</sup> Kr
	<sup>131m</sup> Xe
	<sup>133</sup> Xe
	<sup>135</sup> Xe
Tritium	<sup>3</sup> H
Carbone 14	<sup>14</sup> C
Iodes	<sup>131</sup> I
	<sup>133</sup> I
Produits de fission et d'activation	<sup>58</sup> Co
	<sup>60</sup> Co
	<sup>134</sup> Cs
	<sup>137</sup> Cs

<sup>1</sup> D'après le Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de l'IRSN : « Le seuil de décision est la valeur minimale que doit avoir la mesure d'un échantillon pour que le métrologiste puisse « décider » que cette activité est présente et donc mesurée. En dessous de cette valeur, l'activité de l'échantillon est donc trop faible pour être estimée. Ce seuil de décision dépend de la performance et du rayonnement ambiant autour des moyens métrologiques utilisés ».

	RAPPORT <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00
		Page : 18/ 108	

c) Cumul mensuel

Les cumuls mensuels des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère sont donnés dans le tableau suivant.

	<sup>41</sup> Ar (GBq)	<sup>85</sup> Kr (GBq)	<sup>131m</sup> Xe (GBq)	<sup>133</sup> Xe (GBq)	<sup>135</sup> Xe (GBq)	<sup>131</sup> I (GBq)	<sup>133</sup> I (GBq)	<sup>58</sup> Co (GBq)	<sup>60</sup> Co (GBq)	<sup>134</sup> Cs (GBq)	<sup>137</sup> Cs (GBq)
Janvier	4,011E-01	/	/	2,324E+01	1,600E+01	1,830E-04	1,009E-03	4,274E-05	5,932E-05	5,559E-05	4,705E-05
Février	6,343E-01	/	/	2,189E+01	1,566E+01	2,083E-04	1,068E-03	3,639E-05	4,613E-05	4,660E-05	3,786E-05
Mars	8,951E-01	/	/	2,264E+01	1,569E+01	4,831E-04	7,288E-03	4,392E-05	5,218E-05	5,214E-05	4,681E-05
Avril	4,733E-01	1,641E-03	1,887E-04	2,422E+01	1,548E+01	1,976E-04	1,128E-03	4,248E-05	5,084E-05	4,970E-05	4,308E-05
Mai	1,440E+00	/	/	2,327E+01	1,591E+01	3,411E-04	9,080E-04	4,130E-05	4,912E-05	4,613E-05	3,998E-05
Juin	6,608E-01	5,790E-04	5,148E-05	2,125E+01	1,391E+01	1,852E-04	1,010E-03	4,521E-05	5,693E-05	5,443E-05	4,896E-05
Juillet	1,141E+00	1,074E-03	1,389E-04	2,132E+01	1,461E+01	2,813E-04	1,264E-03	3,912E-05	4,953E-05	4,369E-05	4,121E-05
Août	5,193E-01	1,297E-03	1,166E-04	1,983E+01	1,349E+01	1,782E-04	9,324E-04	4,222E-05	5,188E-05	4,344E-05	4,440E-05
Septembre	9,570E-01	/	/	2,228E+01	1,449E+01	1,774E-04	1,067E-03	4,482E-05	4,840E-05	4,706E-05	4,311E-05
Octobre	1,151E+00	1,750E-03	1,641E-04	2,075E+01	1,388E+01	4,540E-04	7,953E-04	4,236E-05	5,059E-05	4,489E-05	3,792E-05
Novembre	1,161E+00	/	/	2,027E+01	1,434E+01	4,584E-04	8,574E-04	4,121E-05	4,627E-05	4,304E-05	3,986E-05
Décembre	1,134E+00	3,862E-03	4,270E-04	2,138E+01	1,506E+01	6,839E-04	9,527E-04	3,985E-05	5,123E-05	4,339E-05	4,170E-05
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>1,06E+01</b>	<b>1,02E-02</b>	<b>1,09E-03</b>	<b>2,62E+02</b>	<b>1,79E+02</b>	<b>3,83E-03</b>	<b>1,83E-02</b>	<b>5,02E-04</b>	<b>6,12E-04</b>	<b>5,70E-04</b>	<b>5,12E-04</b>

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

	Volumes rejetés (m <sup>3</sup> )	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	3,97E+08	3,965E+01	7,064E+01	1,613E+01	1,192E-03	2,047E-04
Février	3,68E+08	3,818E+01	5,525E+01	/	1,276E-03	1,670E-04
Mars	3,81E+08	3,922E+01	6,505E+01	/	7,772E-03	1,951E-04
Avril	4,01E+08	4,018E+01	6,711E+01	2,419E+01	1,326E-03	1,861E-04
Mai	4,34E+08	4,061E+01	7,361E+01	/	1,249E-03	1,765E-04
Juin	3,97E+08	3,582E+01	7,940E+01	/	1,196E-03	2,055E-04
Juillet	4,24E+08	3,707E+01	8,722E+01	1,853E+01	1,545E-03	1,736E-04
Août	4,03E+08	3,384E+01	6,173E+01	/	1,111E-03	1,819E-04
Septembre	4,01E+08	3,773E+01	5,853E+01	/	1,244E-03	1,834E-04
Octobre	3,64E+08	3,578E+01	7,201E+01	6,275E+01	1,249E-03	1,758E-04
Novembre	3,95E+08	3,577E+01	7,215E+01	/	1,316E-03	1,704E-04
Décembre	3,82E+08	3,758E+01	6,586E+01	/	1,637E-03	1,762E-04
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>4,75E+09</b>	<b>4,51E+02</b>	<b>8,29E+02</b>	<b>1,22E+02</b>	<b>2,21E-02</b>	<b>2,20E-03</b>

Il a été vérifié que les rejets ne présentent pas d'activité volumique alpha globale d'origine artificielle supérieure aux seuils de décision.

Il a été vérifié que les rejets au niveau des cheminées annexes ne présentent pas d'activité volumique bêta globale d'origine artificielle supérieure à 1<sup>E-03</sup> Bq/m<sup>3</sup>.

d) Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023.

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2021	4,88E+02	9,97E+02	2,50E+02	2,62E-02	1,38E-03
2022	5,16E+02	6,46E+02	5,00E+02	2,14E-02	2,08E-03
2023	4,51E+02	8,29E+02	1,22E+02	2,21E-02	2,20E-03
Prévisionnel	6,50E+02	1,20E+03	6,00E+02	3,90E-02	3,00E-03

**Commentaires** : Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2023.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

e) Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la ASN n° 2018-DC-0639.

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet	
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	4,00E+04	4,51E+02*	S.O.
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	1,00E+07	2,79E+05	1,39E+05
	Cheminée n° 2			3,06E+05	1,53E+05
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,30E+03	1,22E+02*	S.O.
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	4,00E+04	8,29E+02*	S.O.
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	1,20E+06	2,11E+04	1,00E+04
	Cheminée n° 2			2,40E+04	1,63E+04
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E+00	2,21E-02*	S.O.
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	1,10E+02	5,52E-01	2,28E-01
	Cheminée n° 2			8,03E+00	4,37E-01
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,50E-01	2,20E-03*	S.O.
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	1,10E+02	5,45E-02	3,52E-02
	Cheminée n° 2			5,77E-02	3,60E-02

\*Correspond à l'activité annuelle rejetée

**Commentaires :** Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n° 2018-DC-0639. Les débits instantanés ont respecté les valeurs de la décision ASN n° 2018-DC-0640 tout au long de l'année 2023.

4.1.2. Evaluation des rejets diffus d'effluents radioactifs à l'atmosphère

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

- les événements de réservoirs d'entreposage des effluents radioactifs (T, S), le réservoir de stockage de l'eau borée pour le remplissage des piscines,
- les rejets de vapeur du circuit secondaire par le système de décharge à l'atmosphère, susceptibles de renfermer de la radioactivité en cas d'inétanchéité des tubes de générateurs de vapeur.

Ces rejets, ne transitant pas par la cheminée instrumentée, sont dits « diffus », et font l'objet d'une estimation mensuelle par calcul visant notamment à s'assurer de leur caractère négligeable.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Les cumuls mensuels des rejets diffus d'effluents radioactifs à l'atmosphère est donnée dans le tableau suivant.

	Volume des rejets diffus (m <sup>3</sup> )	Rejets de vapeur du circuit secondaire		Rejets au niveau des événements des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines et d'entreposage des effluents liquides	
		Tritium (Bq)	Iodes (Bq)	Tritium (Bq)	Iodes (Bq)
Janvier	3,90E+04	1,896E+08	/	5,065E+07	0,000E+00
Février	3,23E+04	2,039E+06	/	2,176E+07	0,000E+00
Mars	3,48E+04	1,979E+06	/	1,962E+07	0,000E+00
Avril	4,41E+04	1,899E+06	/	8,195E+07	0,000E+00
Mai	2,77E+04	9,840E+05	/	4,728E+07	0,000E+00
Juin	2,58E+04	9,680E+05	/	6,032E+07	0,000E+00
Juillet	3,32E+04	3,917E+07	/	5,467E+07	0,000E+00
Août	4,61E+04	2,697E+09	/	1,650E+07	0,000E+00
Septembre	3,92E+04	1,820E+08	/	2,059E+07	0,000E+00
Octobre	4,08E+04	2,100E+05	/	4,748E+07	0,000E+00
Novembre	3,11E+04	1,306E+08	/	4,200E+07	0,000E+00
Décembre	2,96E+04	5,557E+07	/	4,955E+07	0,000E+00
<b>TOTAL ANNUEL</b>	4,24E+05	3,30E+09	/	5,12E+08	0,00E+00

#### 4.1.3. Evaluation des rejets diffus d'effluents à l'atmosphère non radioactifs

Les CNPE engendrent également des rejets d'effluents à l'atmosphère non radioactifs dont les origines sont :

- Le lessivage chimique des générateurs de vapeur : l'encrassement des générateurs de vapeur peut nécessiter un lessivage chimique à l'origine de rejets chimiques à l'atmosphère (ammoniac...) qui nécessitent une autorisation administrative ; ces rejets sont, soit mesurés, soit estimés par calcul en fonction des quantités de produits chimiques utilisés.
- Les émissions des groupes électrogènes de secours : les groupes électrogènes de secours composés de moteurs diesel, les Turbines à Combustion (TAC) et les Diesels d'Ultime Secours (DUS) fonctionnant au gasoil sont destinés uniquement à alimenter des systèmes de sécurité et/ou à prendre le relais de l'alimentation électrique principale en cas de défaillance de celle-ci. Ils ont donc un rôle majeur en termes de sûreté nucléaire. Les émissions des gaz de combustion (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) de ces matériels de petites puissances sont faibles sachant qu'ils ne fonctionnent que peu de temps (moins de 50 h/an par diesel) lors des essais périodiques ou d'incidents.
- Les émissions de fluides frigorigènes. En effet, un CNPE est équipé de groupes frigorifiques pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs. Ces matériels utilisent des produits pouvant accroître l'effet de serre. Le fonctionnement des matériels et les opérations de maintenance conduisent à des émissions de fluides frigorigènes. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

- Les opérations de maintenance effectuées dans les bâtiments réacteur des CNPE : Lors de ces opérations, une quantité plus ou moins importante de calorifuges est changée par des produits neufs. Pendant les phases de montée en température correspondant à la remise en service des installations, certains types de calorifuges émettent, par dégradation thermique, des vapeurs formolées dans l'enceinte, qui peuvent être à l'origine de rejets de monoxyde de carbone.
- Le conditionnement de circuit à l'arrêt : à l'occasion des arrêts de tranche pour une durée supérieure à une semaine, la conservation humide des générateurs de vapeur permet de s'affranchir du risque de corrosion des matériaux constitutifs et de disposer d'une barrière biologique (écran d'eau) pour réaliser des travaux environnants. Les générateurs de vapeur sont alors remplis avec de l'eau déminéralisée conditionnée à l'hydrazine et additionnée avec de l'ammoniaque dans des proportions définies dans les spécifications chimiques de conservation à l'arrêt.

a) Rejets d'oxyde de soufre et d'azote

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SOx) rejetée dans l'atmosphère est basée sur les temps de fonctionnement périodiques des équipements suivants :

- des groupes électrogènes de secours (moteurs Diesels) ayant fonctionné pendant 544 heures dont 468 heures pour Fla3,
- des Turbines A Combustion (TAC) ayant fonctionné pendant 24 heures,
- Diesels d'Ultime Secours (DUS) ayant fonctionné pendant 101 heures dont 9,6 heures pour Fla 1/2.

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	TAC DUS	TOTAL
SOx	kg	14	177	191

b) Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2023, 1139,69 m<sup>3</sup> de calorifuges dans les enceintes des bâtiments réacteurs 1 et 2 ont été renouvelés.

Ce volume donne une estimation des concentrations maximales ajoutées dans l'atmosphère.

Concentration calculée	Unité	Paramètres	EBA	ETY
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère	mg/m <sup>3</sup>	Formaldéhyde	2,43E-02	8,03E-04
		Monoxyde de carbone	2,27E-02	7,50E-04

c) Rejets de substances volatiles en lien avec le conditionnement de circuits à l'arrêt

L'estimation du rejet des espèces volatiles est la suivante :

Paramètre	Unité	TOTAL
Ammoniac	kg	94,5
Ethanolamine		8,9

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

d) Bilan des émissions gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes

Un bilan des émissions de gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes est réalisé annuellement par le CNPE de Flamanville.

L'estimation des émissions de gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes est la suivante :

Paramètre	Masse en kg	Tonne équivalent CO <sub>2</sub>
Chloro-fluoro-carbone (CFC)	0	0
Hydrogéo-chloro-fluor-carbone (HCFC)	0	0
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)	681,5	1007,2
Hexafluorure de soufre (SF6)	104,75	2639,7
<b>Total des émissions de GES en tonne équivalent CO<sub>2</sub></b>		<b>3646,9</b>

Dans le respect de la réglementation relative aux systèmes d'échanges de quota d'émissions de gaz à effet de serre, le CNPE déclare chaque année les émissions de CO<sub>2</sub> provenant de l'activité de combustion de combustibles dans les installations dont la puissance thermique totale de combustion est supérieure à 20 MW. Pour l'année 2023, les émissions liées à cette activité représentent 2386,1 tonne équivalent CO<sub>2</sub>.

L'équivalent CO<sub>2</sub> total des émissions de GES du CNPE constituées des pertes de fluides frigorigènes et SF6 et de la combustion des diesels de secours, représente 5,18 10<sup>-1</sup> g CO<sub>2</sub> / kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 11,64 TWh sur l'année 2023.

4.1.4. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de rejets d'effluents à l'atmosphère

L'année 2023 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'a été nécessaire.

4.1.5. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents à l'atmosphère

Le CNPE de Flamanville n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejets d'effluents à l'atmosphère en 2023.

**4.2. Rejets d'effluents liquides**

4.2.1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

Lorsque l'on exploite un CNPE, des effluents liquides radioactifs sont produits :

- Les effluents provenant du circuit primaire dits « effluents primaires hydrogénés » contiennent des gaz de fission (xénons, iodes, césiums, ...) et des produits d'activation (cobalts, manganèse, tritium, carbone 14...) et de fission. Ces effluents sont essentiellement produits en phase d'exploitation du fait des mouvements d'eau primaire effectués lors des variations de puissance ou de l'ajustement des paramètres chimiques de l'eau du réacteur.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

- Les effluents issus des circuits auxiliaires dits « effluents usés » constituent le reste des effluents. Ils résultent principalement des opérations de maintenance nécessitant des vidanges de circuit (filtres, déminéraliseurs, échangeurs...), des opérations d'évacuation du combustible usé et de conditionnement des résines usées, des actions de maintien de la propreté des installations (lavage du sol et du linge).

La totalité de ces effluents est collectée, puis traitée, pour retenir l'essentiel de la radioactivité.

Les effluents issus du circuit primaire sont dirigés vers le circuit de Traitement des Effluents Primaires (TEP). Celui-ci comprend une chaîne de filtration et de déminéralisation, un dégazeur permettant d'envoyer les gaz dissous vers le système de Traitement des Effluents Gazeux (TEG), et une chaîne d'évaporation permettant de séparer l'effluent traité en un distillat (eau) d'activité volumique faible pouvant être recyclé ou rejeté le cas échéant, et en un concentrat renfermant le bore, qui est généralement recyclé vers le circuit primaire.

Les effluents liquides oxygénés recueillis dans les puisards des différents locaux sont dirigés vers le circuit de Traitement des Effluents Usés (TEU) où ils sont traités. Collectés sélectivement suivant plusieurs catégories (résiduaire, chimiques, planchers, servitudes), le traitement de ces effluents, approprié à leurs caractéristiques physico-chimiques, peut se faire :

- par filtration et déminéralisation (résines échangeuses d'ions) permettant de retenir l'essentiel de la radioactivité,
- sur chaîne d'évaporation, permettant d'obtenir d'une part un distillat épuré chimiquement et d'activité faible, et d'autre part un concentrat composé principalement d'acide borique,
- par filtration pour les drains de planchers et servitudes (laverie, douches...) peu radioactifs.

Les effluents sont ensuite acheminés vers des réservoirs d'entreposage dénommés réglementairement T ou S, où ils sont analysés, sur le plan radioactif et sur le plan chimique, avant d'être rejetés, en respectant la réglementation.

Les eaux issues des salles des machines (groupe turbo-alternateur) ne sont pas considérées comme des effluents radioactifs au sens de la réglementation (article 2.3.3 de la décision n° 2017-DC-0588). Ces eaux sont collectées sans traitement préalable vers des réservoirs dénommés réglementairement Ex où elles sont contrôlées avant d'être rejetées.

#### a) Règles spécifiques de comptabilisation

Ces règles s'appuient en premier lieu sur la définition de « spectres de référence », en fonction du type de rejet (liquides ou atmosphériques). Ces rejets sont constitués d'une liste de radionucléides à identifier par les moyens de mesure adéquats. Cette liste a été déterminée par une étude réalisée de 1996 à 1999 sur l'ensemble du parc des CNPE d'EDF. Toutes les substances figurant dans plus de 90 % des analyses figurent dans cette liste. Des radionucléides comme l'iode, peu présent dans les rejets, figurent également dans cette liste, mais pour des raisons historiques.

La deuxième règle fondamentale consiste à déclarer obligatoirement une activité rejetée pour les radionucléides appartenant à ces différents « spectres de référence ». Les radionucléides dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision<sup>2</sup> donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au SD.

<sup>2</sup> D'après le Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de l'IRSN : « Le seuil de décision est la valeur minimale que doit avoir la mesure d'un échantillon pour que le métrologiste puisse « décider » que cette activité est présente et donc mesurée. En dessous de cette valeur, l'activité de l'échantillon est donc trop faible pour être estimée. Ce seuil de décision dépend de la performance et du rayonnement ambiant autour des moyens métrologiques utilisés ».

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Les cumuls mensuels sont établis par sommation des activités rejetées pour chacune des catégories d'effluents du mois considéré (T, S, Ex). Les cumuls annuels sont égaux à la somme des cumuls mensuels.

b) Spectre de référence des rejets d'effluents radioactifs liquides

Le bilan des rejets d'effluents radioactifs liquides est déterminé pour chacune des quatre familles de radionucléides réparties comme suit :

- le Tritium,
- le Carbone 14,
- les Iodes,
- les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta et/ou gamma (PF-PA).

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs liquides.

Paramètres	Radionucléide
Tritium	<sup>3</sup> H
Carbone 14	<sup>14</sup> C
Iodes	<sup>131</sup> I
Produits de fission et d'activation	<sup>54</sup> Mn
	<sup>63</sup> Ni
	<sup>58</sup> Co
	<sup>60</sup> Co
	<sup>110m</sup> Ag
	<sup>123m</sup> Te
	<sup>124</sup> Sb
	<sup>125</sup> Sb
	<sup>134</sup> Cs
<sup>137</sup> Cs	

	RAPPORT RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00
		Page : 26/ 108	

c) Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets d'effluents radioactifs est donné dans le tableau suivant :

	<sup>131</sup> I (GBq)	<sup>54</sup> Mn (GBq)	<sup>63</sup> Ni (GBq)	<sup>58</sup> Co (GBq)	<sup>60</sup> Co (GBq)	<sup>110m</sup> Ag (GBq)	<sup>123m</sup> Te (GBq)	<sup>124</sup> Sb (GBq)	<sup>125</sup> Sb (GBq)	<sup>134</sup> Cs (GBq)	<sup>137</sup> Cs (GBq)
<b>Janvier</b>	1,089E-03	1,145E-03	6,163E-03	8,494E-03	1,272E-02	2,761E-03	8,538E-04	1,217E-03	3,017E-03	1,268E-03	1,404E-03
<b>Février</b>	3,542E-04	3,444E-04	1,706E-03	1,887E-03	5,042E-03	8,155E-04	2,578E-04	3,611E-04	8,919E-04	3,761E-04	4,190E-04
<b>Mars</b>	3,251E-04	3,443E-04	5,187E-04	1,996E-03	5,699E-03	7,112E-04	2,598E-04	3,560E-04	9,194E-04	3,729E-04	4,131E-04
<b>Avril</b>	4,301E-04	4,576E-04	2,471E-03	3,146E-03	6,714E-03	1,044E-03	3,438E-04	4,786E-04	1,199E-03	5,082E-04	5,483E-04
<b>Mai</b>	3,518E-04	3,847E-04	1,213E-03	7,543E-04	2,075E-03	4,415E-04	2,757E-04	3,724E-04	9,317E-04	3,961E-04	4,423E-04
<b>Juin</b>	6,621E-04	7,954E-04	1,481E-03	1,323E-03	5,596E-03	1,093E-03	4,761E-04	7,270E-04	2,008E-03	7,610E-04	8,437E-04
<b>Juillet</b>	3,633E-04	4,741E-04	3,661E-03	1,464E-03	1,111E-02	1,113E-03	2,520E-04	3,880E-04	1,026E-03	3,986E-04	4,749E-04
<b>Août</b>	5,849E-04	6,652E-04	3,681E-03	2,051E-03	7,628E-03	8,307E-04	4,249E-04	6,392E-04	1,708E-03	6,675E-04	7,390E-04
<b>Septembre</b>	3,432E-04	3,742E-04	3,129E-03	4,598E-04	2,730E-03	5,298E-04	2,503E-04	3,637E-04	9,924E-04	3,727E-04	4,146E-04
<b>Octobre</b>	7,871E-04	8,918E-04	7,276E-03	1,270E-03	6,693E-03	9,069E-04	5,666E-04	8,279E-04	2,247E-03	8,553E-04	8,962E-04
<b>Novembre</b>	5,493E-04	2,686E-03	8,685E-03	1,965E-02	8,242E-03	4,663E-03	3,680E-04	5,900E-04	1,552E-03	5,961E-04	7,220E-04
<b>Décembre</b>	7,683E-04	3,307E-03	4,444E-03	3,388E-02	8,774E-03	2,894E-03	5,302E-04	9,145E-04	2,228E-03	8,863E-04	1,028E-03
<b>TOTAL ANNUEL</b>	6,61E-03	1,19E-02	4,44E-02	7,64E-02	8,30E-02	1,78E-02	4,86E-03	7,23E-03	1,87E-02	7,46E-03	8,34E-03

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

	Volumes rejetés (m <sup>3</sup> )	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	3,51E+04	2,704E+03	9,259E-01	1,089E-03	3,904E-02
Février	3,22E+04	1,651E+03	2,356E-01	3,542E-04	1,210E-02
Mars	3,46E+04	1,406E+03	2,511E-01	3,251E-04	1,159E-02
Avril	3,62E+04	3,755E+03	7,046E-01	4,301E-04	1,691E-02
Mai	2,48E+04	2,725E+03	7,421E-01	3,518E-04	7,286E-03
Juin	2,36E+04	4,305E+03	1,480E+00	6,621E-04	1,510E-02
Juillet	2,98E+04	3,084E+03	1,139E+00	3,633E-04	2,037E-02
Août	4,14E+04	1,952E+03	6,970E-01	5,849E-04	1,903E-02
Septembre	3,29E+04	1,524E+03	4,914E-01	3,432E-04	9,616E-03
Octobre	4,07E+04	4,011E+03	1,533E+00	7,871E-04	2,243E-02
Novembre	2,91E+04	3,515E+03	1,282E+00	5,493E-04	4,776E-02
Décembre	2,81E+04	4,067E+03	1,411E+00	7,683E-04	5,888E-02
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>3,89E+05</b>	<b>3,47E+04</b>	<b>1,09E+01</b>	<b>6,61E-03</b>	<b>2,80E-01</b>

Il a été vérifié que les rejets ne présentent pas d'activité volumique alpha globale d'origine artificielle supérieure aux seuils de décision.

**Commentaires** : La présence de tritium avec une activité volumique comprise entre 400 et 4000 Bq/L dans les rejets en provenance des réservoirs Ex (SEK) sont dues aux micros-fuites primaires/secondaires présentes sur les tubes des générateurs de vapeur.

d) Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023.

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres PA et PF
2021	4,16E+04	1,19E+01	6,57E-03	2,42E-01
2022	9,73E+03	7,65E+00	5,99E-03	5,25E-01
2023	3,47E+04	1,09E+01	6,61E-03	2,80E-01
Prévisionnel 2023	9,70E+04	2,60E+01	1,00E-02	6,00E-01

**Commentaires** : Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2023.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

e) Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2018-DC-0639.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur	Valeur (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,45E+05	3,47E+04
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,80E+02	1,09E+01
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,20E-01	6,61E-03
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,30E+01	2,80E-01

**Commentaires** : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

f) Surveillance des eaux de surface et des eaux réceptrices

Des prélèvements d'eau de mer sont réalisés lors de chaque rejet d'effluents liquides radioactifs (à mi-rejet). Des prélèvements journaliers sont également réalisés en dehors des périodes de rejet. Plusieurs analyses sont réalisées sur ces échantillons d'eau filtrée (mesure de l'activité bêta globale, du tritium et de la teneur en potassium sur l'eau et mesures de l'activité bêta globale sur les matières en suspension). Ces analyses permettent de s'assurer du respect des valeurs d'activité volumique limites fixées par la réglementation.

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2023 sont donnés dans le tableau suivant (valeurs moyennes et maximales).

Paramètre analysé	Activité volumique horaire à mi-rejet			Activité volumique : moyenne journalière			
	Valeur moyenne mesurée en 2023	Valeur maximale mesurée en 2023	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2023	Valeur maximale mesurée en 2023	Limite réglementaire	
Eau filtrée	Activité bêta globale	1,20E+01 Bq/L	1,38E+01 Bq/L	18 Bq/L (hors <sup>40</sup> K et tritium)	-	-	-
	Tritium	2,64E+02 Bq/L	1,09E+03 Bq/L	1800 Bq/L	2,19E+01 Bq/L	6,40E+02 Bq/L	900 <sup>(1)</sup> / 100 <sup>(2)</sup> Bq/L
	Potassium	4,00E+02 mg/L	4,40E+02 mg/L	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	1,83E+01 Bq/L	4,20E+02 Bq/L	-	-	-	-

(1) en présence de rejets radioactifs / (2) en l'absence de rejets radioactifs.

**Commentaires** : Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 2023 sont cohérentes avec les valeurs attendues du fait des rejets d'effluents autorisés du CNPE. Les mesures d'activité bêta globale et de l'activité en tritium dans l'eau sont très inférieures aux limites réglementaires.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

#### 4.2.2. Rejets d'effluents liquides chimiques

Le fonctionnement d'un CNPE nécessite l'utilisation de substances chimiques et donne lieu à des rejets chimiques par voie liquide dans l'environnement.

Ces rejets d'effluents chimiques sont issus :

- des produits de conditionnement des circuits primaire, secondaire et auxiliaires utilisés pour garantir l'intégrité des matériels contre la corrosion (rejets chimiques associés aux effluents radioactifs ou non),
- de la production d'eau déminéralisée,
- du traitement des eaux vannes (eaux rejetées par les installations domestiques),
- des traitements des circuits du refroidissement à l'eau brute contre les dépôts de tartre et le développement des micro-organismes.

Les principales substances utilisées sont :

- l'acide borique ( $H_3BO_3$ ) : le bore contenu dans cet acide est « avide » des neutrons produits lors de la réaction nucléaire. C'est une substance neutrophage, qui permet donc le contrôle de la réaction de fission et donc le pilotage du réacteur. Ce bore est dissous dans l'eau du circuit primaire.
- la lithine ( $LiOH$ ) : ce produit est utilisé pour maintenir le pH du circuit primaire. En effet, le bore est sous forme acide. Pour éviter les effets de corrosion liés à cet acide, de la lithine est ajoutée à l'eau du circuit primaire afin d'ajuster le pH à celui de moindre corrosion. La concentration en lithine est donc directement liée à celle du bore.
- l'hydrazine ( $N_2H_4$ ) : ce produit est utilisé principalement dans le circuit secondaire comme un agent anti-oxydant. Il permet d'éliminer l'oxygène dissous dans le mélange eau-vapeur, et ainsi maintenir là aussi un pH de moindre corrosion du circuit secondaire.
- La morpholine ( $C_4H_9NO$ ), l'éthanolamine ( $C_2H_7NO$ ) et l'ammoniaque ( $NH_4OH$ ) sont des amines volatiles qui peuvent être employées, seules ou en combinaison, pour maintenir le bon pH dans le circuit secondaire. Elles complètent l'action de l'hydrazine. Le mode de conditionnement du circuit secondaire a évolué avec les années pour tenir compte du retour d'expérience interne et étranger. L'éthanolamine ( $C_2H_7NO$ ), utilisée sur quelques CNPE, constitue une alternative intéressante à la morpholine, en particulier pour la protection des pièces internes des générateurs de vapeur et des purges des sècheurs-surchauffeurs de la turbine.
- Le phosphate trisodique ( $Na_3PO_4$ ) : comme l'hydrazine, le phosphate est utilisé pour le conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires.
- Les détergents : ces produits sont régulièrement utilisés pour le nettoyage des locaux industriels ; qu'ils soient en ou hors zone contrôlée. Ils sont également utilisés à la laverie du CNPE pour le nettoyage des tenues d'intervention.

Par ailleurs, l'abrasion et la corrosion naturelles des tubes en laiton des condenseurs peut entraîner des rejets de cuivre et de zinc.

Les autres rejets chimiques réglementés ont pour origine l'installation de production d'eau déminéralisée, le traitement des eaux vannes et usées, dans la station d'épuration, ainsi que le traitement des eaux potentiellement huileuses issues de la salle des machines, des transformateurs principaux. Les rejets des eaux pluviales sont également réglementés au niveau des émissaires de rejet.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Pour lutter contre les salissures biologiques, l'eau de mer alimentant les circuits de refroidissement des sites marins est traitée, du printemps à l'automne, à l'eau de Javel (hypochlorite de sodium) produite in situ par électrolyse de l'eau de mer. Le traitement biocide des circuits ouverts de refroidissement des sites marins conduit à des rejets de composés organohalogénés dont le principal est le bromoforme.

a) Etat des connaissances sur la toxicité de l'éthanolamine et de leurs produits dérivés

Il n'y a pas d'évolution récente des connaissances sur la toxicité de l'éthanolamine et des sous-produits associés. Les principaux effets connus sont rappelés ci-après :

- L'éthanolamine a des propriétés irritantes (oculaire, cutané, brûlure d'œsophage dans le cas de l'ingestion) et corrosives. Aucune VTR issue des bases de données de référence n'est associée à cette substance.
- Les produits de dégradation de l'éthanolamine sont constitués des ions acétates, formiates, glycolates et oxalates, ainsi que de méthylamine et d'éthylamine. Il s'agit de substances irritantes voire corrosives, qui sont faiblement toxiques dans les conditions de rejet. Aucune VTR issue des bases de données de référence n'est associée à ces substances.

L'étude d'impact n'a pas mis en évidence de risque sanitaire attribuable aux rejets liquides d'éthanolamine et de ses produits dérivés.

b) Règles spécifiques de comptabilisation

En application de l'article 3.2.7. -I. de la décision ASN n° 2013-DC-0360 modifiée, une nouvelle règle est appliquée à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2015 pour la comptabilisation des quantités de substances chimiques rejetées. Cette nouvelle règle consiste à retenir par convention une valeur de concentration égale à la limite de quantification divisée par deux lorsque le résultat de la mesure est en dessous de la limite de quantification des moyens métrologiques employés pour effectuer l'analyse.

	RAPPORT <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

c) Rejets d'effluents liquides chimiques via les bassins de rejet n° 1 et n° 2

o **Cumul mensuel**

Le cumul mensuel des rejets chimiques transitant les bassins de rejet n° 1 et n° 2 est donné dans le tableau suivant :

	Acide borique (kg)	Ethanolamine (kg)	Hydrazine (kg)	Détergents (kg)	Azote total (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	MES (kg)	DCO (kg)
Janvier	5,752E+02	8,997E-01	2,501E-01	1,054E-01	1,917E+02	1,094E+02	1,915E+00	3,448E+01	2,986E+02
Février	2,417E+02	9,529E-01	1,291E-01	5,007E-02	2,316E+02	3,449E+01	1,250E+00	3,157E+01	1,946E+02
Mars	5,896E+02	1,009E+00	1,588E-01	3,242E-02	2,431E+02	3,407E+01	2,181E+00	3,325E+01	4,362E+02
Avril	5,182E+02	1,340E+00	1,541E-01	4,526E-02	2,129E+02	3,223E+01	2,284E+00	3,507E+01	3,104E+02
Mai	8,535E+01	6,199E-01	2,021E-01	3,191E-02	1,725E+02	1,716E+01	1,039E+00	2,225E+01	2,181E+02
Juin	9,775E+02	5,890E-01	1,549E-01	6,733E-02	1,361E+02	3,022E+01	2,204E+00	2,150E+01	7,068E+01
Juillet	6,746E+02	7,460E-01	1,750E-01	4,693E-02	1,979E+02	4,612E+01	2,130E+00	2,329E+01	9,855E+01
Août	5,134E+02	4,106E+00	2,925E-01	6,261E-02	2,254E+02	2,401E+01	2,920E+00	9,862E+00	2,965E+02
Septembre	4,320E+02	2,118E+00	1,142E-01	4,799E-02	1,971E+02	7,793E+00	4,003E+00	3,286E+01	3,991E+02
Octobre	3,611E+02	1,165E+00	5,418E-01	9,886E-02	3,619E+02	3,298E+01	4,310E+00	3,945E+01	1,222E+02
Novembre	7,886E+02	2,397E+00	3,042E-01	6,579E-02	2,184E+02	1,373E+01	2,281E+00	2,849E+01	8,351E+01
Décembre	6,513E+02	1,142E+01	2,211E-01	7,994E-02	2,273E+02	3,499E+01	3,994E+00	2,553E+01	8,428E+01
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>6,41E+03</b>	<b>2,74E+01</b>	<b>2,70E+00</b>	<b>7,35E-01</b>	<b>2,62E+03</b>	<b>4,17E+02</b>	<b>3,05E+01</b>	<b>3,38E+02</b>	<b>2,61E+03</b>

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

	Détail Azote total		
	Ammonium (kg)	Nitrates (kg)	Nitrites (kg)
Janvier	1,511E+02	2,157E+02	8,378E+01
Février	1,828E+02	2,309E+02	1,223E+02
Mars	1,703E+02	2,857E+02	1,515E+02
Avril	1,409E+02	2,946E+02	1,211E+02
Mai	1,572E+02	1,461E+02	5,671E+01
Juin	1,272E+02	1,072E+02	4,258E+01
Juillet	1,813E+02	1,797E+02	5,365E+01
Août	1,914E+02	2,447E+02	7,007E+01
Septembre	1,605E+02	2,017E+02	8,766E+01
Octobre	3,305E+02	2,279E+02	1,755E+02
Novembre	2,217E+02	7,875E+01	9,261E+01
Décembre	2,445E+02	9,098E+01	6,002E+01
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>2,26E+03</b>	<b>2,30E+03</b>	<b>1,12E+03</b>

	RAPPORT <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Détail métaux totaux								
	Al (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Fe (kg)	Mn (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Zn (kg)
Janvier	5,072E-01	8,786E-02	1,160E-01	7,723E-01	1,127E-01	8,786E-02	3,514E-02	1,955E-01
Février	3,376E-01	8,051E-02	8,517E-02	4,446E-01	9,408E-02	8,051E-02	3,221E-02	9,538E-02
Mars	3,754E-01	8,638E-02	8,638E-02	1,124E+00	2,702E-01	8,638E-02	3,455E-02	1,182E-01
Avril	4,112E-01	9,057E-02	1,820E-01	8,882E-01	2,478E-01	9,057E-02	3,623E-02	3,378E-01
Mai	2,837E-01	6,199E-02	6,199E-02	3,948E-01	6,531E-02	6,199E-02	2,480E-02	8,433E-02
Juin	3,379E-01	5,890E-02	8,179E-02	1,334E+00	1,489E-01	5,890E-02	2,356E-02	1,599E-01
Juillet	2,412E-01	7,929E-02	1,018E-01	1,143E+00	2,613E-01	7,929E-02	7,032E-02	1,544E-01
Août	5,106E-01	9,197E-02	3,734E-01	1,223E+00	4,315E-01	9,197E-02	3,679E-02	1,608E-01
Septembre	4,691E-01	8,226E-02	4,719E-01	2,081E+00	3,114E-01	8,226E-02	2,095E-01	2,959E-01
Octobre	5,220E-01	1,018E-01	5,358E-01	2,120E+00	5,912E-01	1,018E-01	4,073E-02	2,976E-01
Novembre	2,784E-01	6,959E-02	3,625E-01	9,370E-01	2,400E-01	6,959E-02	2,784E-02	2,964E-01
Décembre	3,353E-01	7,023E-02	4,872E-01	2,346E+00	2,988E-01	7,023E-02	9,921E-02	2,866E-01
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>4,61E+00</b>	<b>9,61E-01</b>	<b>2,95E+00</b>	<b>1,48E+01</b>	<b>3,07E+00</b>	<b>9,61E-01</b>	<b>6,71E-01</b>	<b>2,48E+00</b>

	RAPPORT <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Contribution Fla3									
	Acide borique (kg)	Ethanolamine (kg)	Hydrazine (kg)	Détergents (kg)	Azote total (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	MES (kg)	DCO (kg)
<b>Janvier</b>	1,11E+02	1,30E-02	1,40E-03	/	1,12E-01	8,72E+01	2,70E-01	/	9,97E+01
<b>Février</b>	5,10E+01	2,20E-02	8,00E-04	/	2,53E-01	1,88E+01	2,53E-01	/	6,49E+01
<b>Mars</b>	9,50E+01	9,00E-03	9,00E-04	/	2,59E-01	1,89E+01	1,40E-02	/	1,45E+02
<b>Avril</b>	7,00E+01	7,00E-03	7,00E-04	/	6,50E-02	1,81E+01	1,35E-01	/	1,03E+02
<b>Mai</b>	4,20E+02	1,60E-02	1,60E-03	/	8,27E-01	3,44E+01	2,26E-01	/	4,87E+02
<b>Juin</b>	4,66E+02	6,70E-02	1,70E-03	/	1,68E+00	6,23E+01	3,41E-01	/	2,54E+01
<b>Juillet</b>	2,30E+01	1,35E-01	8,40E-03	/	1,40E+01	1,17E+01	7,08E-01	/	3,28E+01
<b>Août</b>	5,40E+01	6,00E-02	5,44E-02	/	4,33E+01	5,23E+00	1,41E-01	/	9,88E+01
<b>Septembre</b>	5,40E+01	1,06E-01	7,37E-02	/	5,11E+00	1,85E+01	4,66E-01	/	1,33E+02
<b>Octobre</b>	1,50E+01	1,20E-02	2,46E-01	/	1,19E+01	2,72E+00	2,94E-01	/	4,07E+01
<b>Novembre</b>	1,35E+02	8,81E-01	1,12E-01	/	4,40E+01	3,78E+01	2,04E-01	/	2,78E+01
<b>Décembre</b>	2,97E+02	2,43E+00	4,70E-02	/	6,53E-01	3,65E+01	2,34E-01	/	2,81E+01
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>1,79E+03</b>	<b>3,75E+00</b>	<b>5,50E-01</b>	<b>/</b>	<b>1,22E+02</b>	<b>3,52E+02</b>	<b>5,28E+00</b>	<b>/</b>	<b>1,28E+03</b>

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

○ **Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel**

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents non radioactifs liquides de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023.

Substances	Unité	2021	2022	2023	Prévisionnel 2023
Acide borique	kg	6,65E+03	4,30E+03	6,41E+03	1,29E+04
Ethanolamine	kg	1,02E+01	1,56E+01	2,74E+01	3,00E+01
Hydrazine	kg	1,79E+00	8,40E-01	2,70E+00	7,00E+00
Détergents	kg	1,09E+00	1,00E+00	7,35E-01	3,00E+00
Azote total	kg	2,60E+03	8,63E+02	2,62E+03	3,10E+03
Phosphates	kg	2,64E+02	2,79E+02	4,17E+02	5,00E+02
Métaux totaux	kg	1,62E+01	1,96E+01	3,05E+01	3,00E+01
MES	kg	1,93E+02	1,56E+02	3,38E+02	
DCO	kg	3,83E+03	1,74E+03	2,61E+03	

**Commentaires** : Les rejets chimiques liquides sont conformes aux valeurs du prévisionnel 2023.

○ **Comparaison aux limites**

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2018-DC-0639.

Substances	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée (mg/L)	Valeur maximale calculée (mg/L)	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé (kg)
Acide borique	1,30E+00	1,05E-01	2,50E+03	3,89E+02	8,70E+02	5,88E+01	1,56E+04	6,41E+03
Ethanolamine	5,00E-03	3,20E-03	1,00E+01	3,05E+00			1,15E+03	2,74E+01
Hydrazine	2,00E-03	7,39E-05	3,00E+01	1,19E-01			5,40E+01	2,70E+00
Détergents	1,40E-01	1,73E-05	2,70E+02	3,75E-02	1,10E+02	5,48E-03	3,60E+03	7,35E-01
Azote total	9,00E-02	1,66E-02	8,00E+01	2,42E+01	6,00E+01	1,72E+01	1,47E+04	2,62E+03
Phosphates	1,00E-01	1,40E-02	2,00E+02	2,25E+01	1,60E+02	6,68E+00	2,00E+03	4,17E+02
Métaux totaux	1,00E-03	3,71E-04	1,80E+01	3,46E-01			9,60E+01	3,05E+01
MES	8,00E-02	6,82E-04	1,60E+02	2,30E+00 <sup>(1)</sup>				
DCO	9,00E-02	3,36E-02	1,70E+02	3,65E+01				

(1) : Concentration maximale calculée à partir des analyses trimestrielles

L'article 5.3.1 de la décision ASN n° 2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2023, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Flamanville est évaluée à environ 1 kg. Cette estimation est basée sur une moyenne des rejets de 1995 à 2010 (peu de variations inter-annuelles), année de parution de la décision ASN n° 2010-DC-0189 dans laquelle le suivi des rejets en lithine a été abandonné.

**Commentaires** : Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de la décision ASN n° 2018-DC-0639.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

d) Rejets d'effluents liquides chimiques via les bassins de rejet n° 1, n° 2 et n° 3

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques liées au traitement biocide du CNPE de Flamanville pour l'année 2023.

o **Cumul mensuel**

Le tableau ci-dessous présente les rejets mensuels pour chaque type de substances chimiques par voie liquide.

	Oxydants résiduels (tonnes)	Bromoformes (tonnes)
Janvier	1,30E+00	2,60E-01
Février	0,00E+00	0,00E+00
Mars	0,00E+00	0,00E+00
Avril	1,70E+00	4,30E-01
Mai	5,40E+00	4,10E-01
Juin	5,60E+00	1,80E+00
Juillet	3,00E+00	8,00E-01
Août	4,00E+00	8,00E-01
Septembre	1,30E+01	1,80E+00
Octobre	1,06E+01	1,82E-01
Novembre	5,80E+00	1,68E-01
Décembre	2,20E+00	3,00E-02
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>5,26E+01</b>	<b>6,68E+00</b>

o **Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel**

Les limites réglementaires relatives aux rejets des substances chimiques liées au traitement biocide sont réglementées par la décision ASN n° 2018-DC-0639.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023.

Paramètres	Unité	2021	2022	2023	Prévisionnel 2023
Oxydants résiduels	Tonnes	6,10E+01	2,20E+01	5,26E+01	5,50E+01
Bromoformes	Tonnes	1,40E+01	5,60E+00	6,68E+00	1,30E+01

**Commentaires** : Le prévisionnel rejet a été respecté sur l'année 2023.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

o **Comparaison aux limites et au prévisionnel**

Le tableau ci-dessous présente les rejets annuels relatifs au traitement biocide à la l'hypochlorite de sodium pour chaque type de substance chimique.

	Limite	Rejet	Limite	Rejet
Paramètres	Concentration maximale ajoutée (mg/L)	Valeur maximale calculée (mg/L)	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)
Oxydants résiduels <sup>(1)</sup>	5,20E-01	1,50E-01	3,38E+03	1,07E+03
Bromoformes <sup>(2)</sup>	2,00E-02	2,60E-02	1,16E+02	8,70E+01

(1) En cas de traitement par « chloration choc » sur les réacteurs 1, 2 ou 3, le flux sur 24h d'oxydants résiduels et la concentration moyenne journalière ajoutée dans le bassin sont portés respectivement à 4800 kg et 1 mg/L

(2) En cas de traitement par « chloration choc » sur les réacteurs 1, 2 ou 3, le flux sur 24h de bromoformes et la concentration moyenne journalière ajoutée dans le bassin sont portés respectivement à 170 kg et 0,04 mg/L

**Commentaires :** Le dépassement de la limite en concentration volumique ajoutée en bromoformes est lié à un déversement accidentel d'hypochlorite de sodium dans le local de chloration de Flamanville 3. Cette eau chlorée a été orientée vers les eaux de refroidissement qui sont rejetées via le bassin de rejet.

e) Rejets d'effluents liquides chimiques via « l'émissaire 2 » (effluents issus de la station de déminéralisation (SDA), de l'unité de dessalement (SDS) et de la station d'épuration (STEP).

o **Cumul mensuel**

Le tableau ci-dessous présente les rejets mensuels pour chaque type de substances chimiques par voie liquide.

	Fer SDA (Kg)	Sulfates SDA (Kg)	Fer SDS (Kg)	Sulfates SDS (Kg)	Détergents SDS (Kg)	Azote global STEP (Kg)	Phosphore total STEP (Kg)
Janvier	6,13E+02	1,09E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,22E+02	1,01E+02
Février	5,37E+02	1,16E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,06E+01	1,52E+01
Mars	5,69E+02	1,20E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,08E+02	7,08E+01
Avril	5,92E+02	1,26E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,85E+01	1,34E+01
Mai	5,73E+02	1,32E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	8,40E+01	1,70E+01
Juin	4,14E+02	1,03E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,10E+01	1,80E+01
Juillet	5,96E+02	1,28E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,74E+01	2,03E+01
Août	8,70E+02	1,93E+04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,46E+02	4,43E+01
Septembre	7,48E+02	7,29E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,50E+02	3,13E+01
Octobre	9,15E+02	2,35E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,67E+02	5,52E+01
Novembre	1,02E+03	6,99E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,82E+02	3,11E+01
Décembre	6,98E+02	8,19E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,51E+02	3,12E+01
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>8,14E+03</b>	<b>1,28E+05</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>1,49E+03</b>	<b>4,49E+02</b>

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

○ **Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel**

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023.

Paramètres	Unité	2021	2022	2023	Prévisionnel 2023
Fer SDA	kg	2,14E+04	5,48E+03	8,14E+03	6,10E+03
Sulfates SDA	kg	1,89E+05	5,30E+04	1,28E+05	6,00E+04
Fer SDS	kg	0,00E+00	1,00E+01	0,00E+00	4,00E+01
Sulfates SDS	kg	0,00E+00	2,00E+01	0,00E+00	8,00E+01
Détergents SDS	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Azote global STEP	kg	1,68E+03	1,59E+03	1,49E+03	1,80E+03
Phosphore total STEP	kg	3,34E+02	3,92E+02	4,49E+02	5,00E+02

**Commentaires** : Le prévisionnel rejet en sulfates est dépassé. La consommation en eau d'appoint du CNPE a été élevée en raison de l'indisponibilité de la SDS, ainsi que de moyen de production de vapeur autre que les chaudières auxiliaires de site.

○ **Comparaison aux limites**

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2018-DC-0639.

Paramètres	Limites de rejet Flux 24h (kg)	Rejet effectif Valeur maximale calculée (kg)	Limites de rejet Concentration volumique journalière ajoutée (mg/L)	Rejet effectif Valeur maximale calculée (mg/L)
Fer SDA+SDS	1,00E+02	6,51E+01		
Sulfates SDA+SDS	2,10E+03	1,75E+03		
Fer SDS				
Sulfates SDS				
Détergents SDS	1,25E+02	0,00E+00		
Azote global STEP	4,00E+01	6,34E+00		
Phosphore total STEP	7,00E+00	4,00E+00		
DBO5			3,00E+01	7,00E+00
MES			3,00E+01	1,80E+01
DCO			1,20E+02	4,80E+01

**Commentaires** : RAS

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

4.2.3. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de rejets liquides

**Commentaires :**

L'année 2023 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'a été nécessaire.

4.2.4. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

**Commentaires :**

Le CNPE de Flamanville n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2023.

**4.3. Rejets thermiques**

Dans un CNPE, le fluide « eau-vapeur » du circuit secondaire suit un cycle thermodynamique au cours duquel il échange de l'énergie thermique avec deux sources de chaleur, l'une chaude, l'autre froide.

Le circuit assurant le refroidissement du condenseur (circuit tertiaire) constitue la source froide dont la température varie entre 0°C et 30°C environ. La source froide, nécessaire au fonctionnement, peut être apportée :

- soit directement par l'eau prélevée en rivière ou en mer dans un circuit dit ouvert,
- soit indirectement par l'air ambiant au moyen d'un aéroréfrigérant dans un circuit dit fermé.

Lorsque le CNPE est situé sur un cours d'eau à grand débit, en bord de mer ou sur un estuaire, l'eau prélevée à l'aide de pompes de circulation passe dans les nombreux tubes du condenseur où elle s'échauffe avant d'être restituée intégralement au milieu aquatique.

L'échauffement de l'eau (écart de température entre la sortie et l'entrée :  $\Delta T^{\circ}\text{C}$ ) est lié à la puissance thermique ( $P_{th}$ ) à évacuer au condenseur et au débit d'eau brute au condenseur ( $Q$ ).

Afin de réduire le volume d'eau prélevée et limiter l'échauffement du milieu aquatique, le refroidissement des CNPE implantés sur des cours d'eau à faible ou moyen débit est assuré en circuit fermé au moyen d'aéroréfrigérants. Dans un aéroréfrigérant, une grande part de la chaleur extraite du condenseur est transférée directement à l'atmosphère sous forme de chaleur latente de vaporisation (75 %) et sous forme de chaleur sensible (25 %). Le reste de la chaleur est rejeté au cours d'eau par la purge. La purge de l'aéroréfrigérant constitue donc le rejet thermique de l'installation.

Les contrôles destinés à s'assurer du respect des limites réglementaires s'appuient sur des mesures de températures réalisées dans le rejet et dans l'environnement ou sur des calculs effectués à partir de paramètres physiques tels que le rendement thermodynamique, l'énergie électrique produite, les débits de rejet et du cours d'eau.

4.3.1. En conditions climatiques normales

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du CNPE de Flamanville et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans la décision ASN n° 2018-DC-0639.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Le CNPE de Flamanville réalise en continu des mesures de températures en amont, au rejet et en aval du CNPE et un suivi des rejets thermiques conformément aux autorisations de rejet en vigueur (*échauffement, température au rejet, température à 50 m du rejet*). Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents paramètres pour l'année 2023 sont présentés dans les tableaux suivants :

	Température moyenne à la prise d'eau (entrée condenseur) (°C)	Echauffement moyen dans les puits de rejet (°C)	Echauffement maximum dans les puits de rejet (°C)	Température moyenne dans les puits de rejet (°C)	Température maximum dans les puits de rejet (°C)	Température moyenne à 50m des puits de rejet (°C)	Température maximum à 50m des puits de rejet (°C)
Janvier	10,4	13,2	13,7	23,7	24,8	17,4	18,2
Février	9,9	13,7	13,7	23,6	24,0	16,9	17,3
Mars	9,7	12,7	13,7	22,4	24,4	16,7	17,9
Avril	11,2	13,7	13,7	24,8	25,6	18,2	18,9
Mai	13,0	13,8	14,8	27,0	29,1	20,2	21,3
Juin	15,7	13,5	13,6	29,2	30,7	22,8	24,2
Juillet	17,7	9,9	13,5	27,6	31,8	23,6	25,3
Août	18,5	8,4	13,4	27,0	33,2	23,5	26,8
Septembre	19,0	11,4	13,5	30,5	34,9	26,1	28,5
Octobre	17,8	13,4	13,5	31,3	32,7	24,9	26,3
Novembre	14,2	13,4	13,6	27,7	29,7	21,3	23,4
Décembre	12,1	13,6	13,7	25,8	26,6	19,2	20,1

#### 4.3.2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites fixées à l'article [EDF-FLA-227] de la décision ASN n° 2018-DC-0639.

Paramètres	Unité	Limite en vigueur	Valeurs maximales
Echauffement amont-aval calculé	°C	15°C (pour les INB n° 108 et n° 109)	14,8
		14°C (pour l'INB n° 167)	0
Température aval après mélange	°C	< 30°C (de novembre à mai)	29,7
		< 35°C (de juin à octobre)	34,9
Température à 50 m du milieu récepteur	°C	30°C (pour les INB n° 108, 109 et 167)	28,5

**Commentaires** : les limites réglementaires associées aux rejets thermiques ont toujours été respectées.

#### 4.3.3. En conditions climatiques exceptionnelles

Aucun épisode caniculaire nécessitant l'utilisation des limites en conditions climatiques exceptionnelles n'a eu lieu en 2023.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00	Page 41/108

4.3.4. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de rejets thermiques

**Commentaires :**

L'année 2023 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'a été nécessaire.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

## 5. PARTIE V - SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

### 5.1. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

EDF met en place depuis la mise en service de chaque CNPE un programme de surveillance de la radioactivité dans l'environnement du CNPE. Cette surveillance consiste à prélever des échantillons, à des fins d'analyse, dans les écosystèmes proches du CNPE, sous et hors des vents dominants, en amont et en aval des rejets liquides et dans les eaux souterraines. Ces mesures, associées à un contrôle strict des rejets d'effluents radiologiques, permettent de s'assurer de l'absence d'impact sur l'homme et l'environnement comme démontré dans l'étude d'impact.

La surveillance radiologique de l'environnement remplit trois fonctions principales.

Une fonction d'alerte assurée au moyen de mesures en continu. Elle permet la détection précoce de toute évolution atypique d'un ou plusieurs paramètres environnementaux en lien avec l'exploitation des installations afin de déclencher les investigations et, si nécessaire, des actions de prévention (arrêt du rejet...) ;

Une fonction de contrôle du bon fonctionnement global des installations au travers des paramètres que la réglementation demande de suivre à différentes fréquences. Les résultats des analyses sont comparés, soit aux limites autorisées, soit à des valeurs repères (seuil de détection des appareils de mesure, bruit de fond naturel...) ;

Une fonction de suivi et d'étude visant à s'assurer de l'absence d'impact à long terme des prélèvements et des rejets sur les écosystèmes terrestre et aquatique. C'est l'objet des campagnes de mesures saisonnières de radioécologie.

Les prélèvements et analyses sont réalisés à des fréquences variables en cohérence avec les objectifs assignés à la mesure (alerte, contrôle, ...). Des contrôles quotidiens, hebdomadaires et mensuels sont ainsi réalisés dans l'écosystème terrestre, l'air ambiant, les eaux de surface recevant les rejets liquides et les eaux souterraines. Les prélèvements et les analyses sont réalisés par le CNPE selon les modalités fixées par les autorisations délivrées par l'administration. La stricte application du programme de surveillance fait l'objet d'inspections programmées ou inopinées de la part de l'ASN, qui réalise des expertises indépendantes.

Le CNPE dispose pour la réalisation de ce programme de surveillance d'un laboratoire dédié aux mesures environnementales dit laboratoire « Environnement », ainsi que du personnel compétent et qualifié en analyses chimiques et radiochimiques. Ces laboratoires sont équipés d'appareillages spécifiques permettant l'analyse des échantillons prélevés dans le milieu naturel. Ils sont soumis à des exigences relatives aux équipements, aux techniques de prélèvement et de mesure, de maintenance et d'étalonnage. Certaines analyses peuvent être sous-traitées à des laboratoires agréés.

Ainsi, le CNPE réalise annuellement, sous le contrôle de l'ASN, environ 2000 analyses dont les résultats sont transmis à l'administration et publiés par EDF sur le site internet du CNPE ([Site EDF Flamanville](http://www.edf-flamanville.com) ). Les résultats des mesures de radioactivité réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire de l'environnement sont également accessibles en ligne gratuitement sur le site internet du Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM - <http://www.mesure-radioactivite.fr>).

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Ces mesures réalisées en routine sont complétées depuis 1992 par un suivi radioécologique annuel des écosystèmes terrestre et aquatique auquel est venu s'ajouter des mesures réglementaires réalisées à maille trimestrielle et annuelle et nécessitant le recours à des techniques analytiques d'expertise non compatibles avec les activités d'un laboratoire environnement d'un industriel. Tous les 10 ans, un bilan radioécologique décennal plus poussé est également réalisé. L'ensemble de ces prélèvements et analyses permettent de suivre à travers une grande variété d'analyses des paramètres environnementaux pertinents (i.e. : bio indicateurs) afin d'évaluer finement et dans la durée l'impact du fonctionnement du CNPE sur l'environnement et répondre ainsi à la fonction de suivi et d'étude. Ces études nécessitent des connaissances scientifiques approfondies de la biologie et des comportements des écosystèmes vis-à-vis des substances radioactives. Elles font aussi appel à des techniques de prélèvement d'échantillons et d'analyse complexes différentes de celles utilisées pour la surveillance de routine. Ces études sont donc confiées à des laboratoires externes qualifiés, agréés et reconnus pour leurs compétences spécifiques.

Ces études radioécologiques assurent un suivi long terme essentiel à la compréhension des mécanismes de transfert des radionucléides dans l'environnement et pour déterminer l'influence potentielle des rejets de l'installation au regard des autres sources de radioactivité naturelle et/ou artificielle.

La nature des échantillons et les lieux de prélèvement sont sélectionnés afin de mettre en évidence une éventuelle contribution des rejets d'effluents liquides et/ou atmosphériques des installations à l'ajout de radioactivité dans l'environnement.

En règle générale, le plan d'échantillonnage contient des échantillons biologiques, qui constituent des voies de transfert possibles, directes ou indirectes, de la radioactivité vers l'homme (prélèvements de légumes, fruits, poissons, lait, eaux, herbes...) et des échantillons, appelés bioindicateurs, qui sont connus pour leur aptitude à fixer spécifiquement certains polluants (lichens, mousses, bryophytes...). Le plan d'échantillonnage prévoit également des prélèvements dans des matrices dites « d'accumulation » (sols, sédiments), dans lesquels certains composants radiologiques peuvent rester piégés.

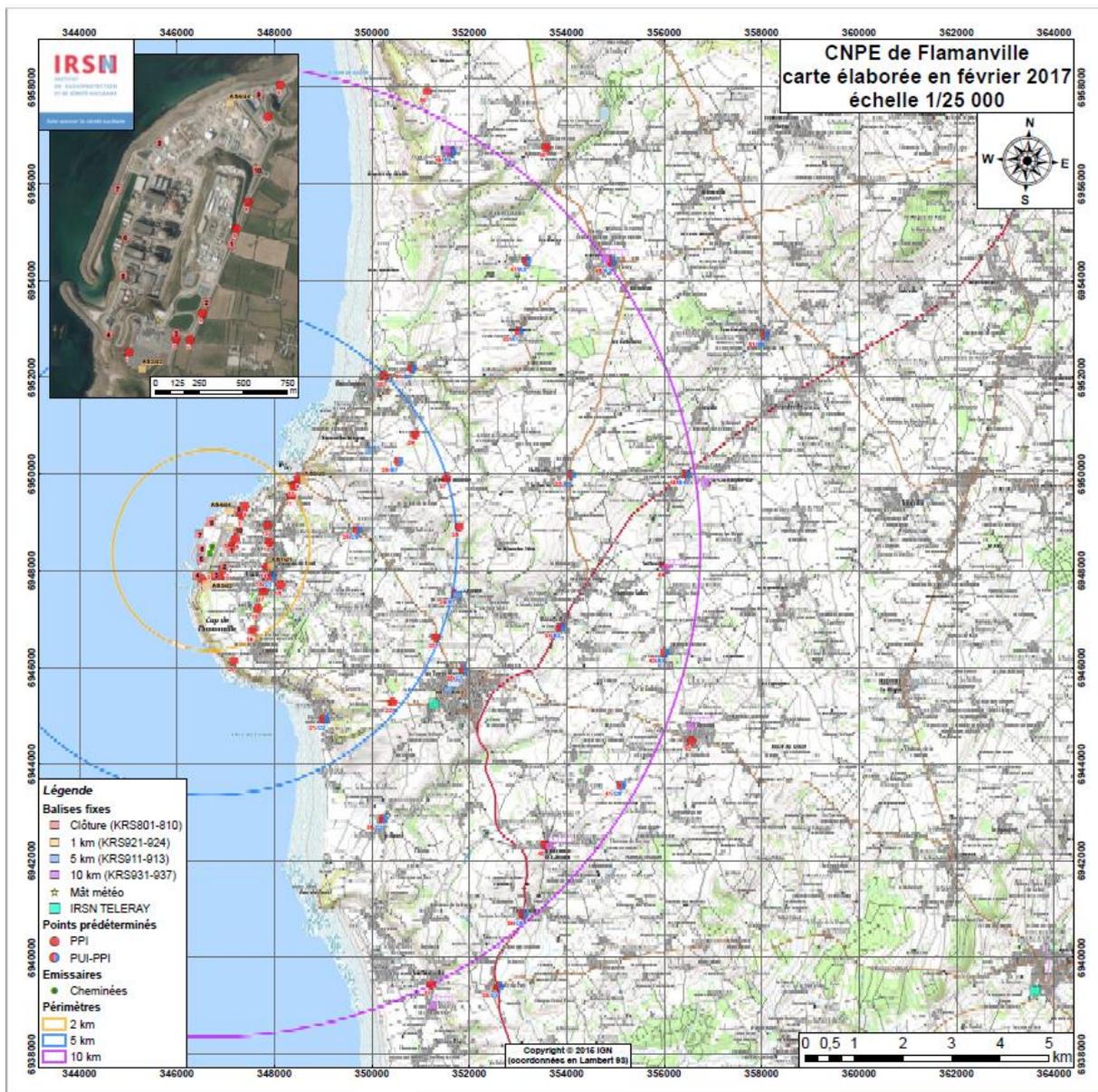
Les stations de prélèvements sont choisies en fonction de la rose des vents locale, des conditions hydrologiques, de la répartition de la population et de la disponibilité des échantillons dans l'environnement du CNPE. Les prélèvements collectés dans l'environnement terrestre sont répartis en distinguant les zones potentiellement influencées des zones non influencées par les rejets atmosphériques du CNPE. Dans l'environnement aquatique, les prélèvements sont effectués en amont et en aval des points de rejets des effluents liquides en tenant compte de la présence éventuelle d'une autre installation nucléaire en amont.

Ces études radioécologiques ont permis de caractériser finement les niveaux de radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les différents compartiments de l'environnement autour du CNPE, et de préciser l'influence des rejets d'effluents liquides et à l'atmosphère. Les données collectées depuis plusieurs décennies ont montré que la radioactivité naturelle constitue la principale composante de la radioactivité dans l'environnement, et que la radioactivité artificielle provient majoritairement d'une rémanence des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl. Du fait de l'éloignement de ces événements anciens et des efforts réalisés par EDF pour diminuer les rejets de ses installations nucléaires, le niveau de radioactivité dans l'environnement à proximité du CNPE a considérablement diminué depuis une vingtaine d'année.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

## 5.2. Surveillance de la radioactivité ambiante

Le système de surveillance de la radioactivité ambiante s'articule autour de 4 réseaux de balises radiométriques (clôture, à 1 km, à 5 km et à 10 km) via la mesure en continu du débit de dose gamma ambiant. Les balises de chaque réseau sont implantées à intervalle régulier de façon à réaliser des mesures dans toutes les directions. Elles permettent l'enregistrement et la retransmission en continu du débit de dose gamma ambiant et de donner l'alerte en cas de dépassement du bruit de fond ambiant augmenté de 114 nSv/h. Les balises sont également équipées d'un système d'alarme signalant toute interruption de leur fonctionnement.



	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Les informations (débits de dose et états de fonctionnement) issues des balises sont envoyées en continu vers un centralisateur qui permet la visualisation et l'enregistrement des données. Les débits de dose moyens enregistrés par les différents réseaux de mesure pour l'année 2023 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives aux années antérieures sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose moyen année 2023 (nSv/h)	Débit de dose max année 2023 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2022 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2021 (nSv/h)
Clôture	1,34E+02	2,70E+02	1,34E+02	1,30E+02
1 km	9,84E+01	1,44E+02	1,05E+02	9,84E+01
5 km	1,66E+02	3,79E+02	1,62E+02	1,68E+02
10 km	1,11E+02	1,97E+02	1,12E+02	1,12E+02

**Commentaires :** Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2023 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et cohérentes avec les résultats des années antérieures.

#### 5.2.1. Surveillance du compartiment atmosphérique

Trois stations d'aspiration en continu des poussières atmosphériques (aérosols) sont implantées dans un rayon de 1 km autour du CNPE. Des analyses journalières de l'activité et bêta globale à J+6 sont réalisées quotidiennement sur les filtres, ainsi qu'une analyse isotopique mensuelle par spectrométrie gamma sur regroupement des filtres quotidiens par station.

Un dispositif de prélèvement du tritium atmosphérique par barbotage est également implanté sous les vents dominants à la station dite AS1. L'analyse du tritium atmosphérique piégé est réalisée pour chacune des périodes définies réglementairement (du 1<sup>er</sup> au 7, du 8 au 14, du 15 au 21 et du 22 à la fin du mois).

Un dispositif de prélèvement des eaux de pluie par un collecteur de précipitations est implanté sous les vents dominants à la station AS1. Des analyses bimensuelles des activités, bêta globale et tritium sont réalisées.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment atmosphérique pour l'année 2023 sont donnés dans le tableau suivant.

Compartiment	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)	
Poussières atmosphériques	Bêta globale	3,70E-04 Bq/Nm <sup>3</sup>	2,71E-03 Bq/Nm <sup>3</sup>	1,00E-02 Bq/m <sup>3</sup>	
	Spectrométrie gamma	<sup>58</sup> Co	≤ 6,18E-06 Bq/Nm <sup>3</sup>	≤ 8,90E-06 Bq/Nm <sup>3</sup>	-
		<sup>60</sup> Co	≤ 4,56E-06 Bq/Nm <sup>3</sup>	≤ 7,00E-06 Bq/m <sup>3</sup>	-
		<sup>134</sup> Cs	≤ 4,77E-06 Bq/Nm <sup>3</sup>	≤ 6,30E-06 Bq/Nm <sup>3</sup>	-
		<sup>137</sup> Cs	≤ 3,67E-06 Bq/Nm <sup>3</sup>	≤ 4,90E-06 Bq/Nm <sup>3</sup>	-
		<sup>131</sup> I	≤ 1,68E-03 Bq/Nm <sup>3</sup>	≤ 5,20E-03 Bq/Nm <sup>3</sup>	-
	<sup>40</sup> K	≤ 1,02E-04 Bq/Nm <sup>3</sup>	≤ 1,20E-04 Bq/Nm <sup>3</sup>	-	
Tritium atmosphérique		1,81E-01 Bq/Nm <sup>3</sup>	2,02E-01 Bq/Nm <sup>3</sup>	5,00E+01 Bq/m <sup>3</sup>	
Eau de pluie	Bêta globale	2,20E-01 Bq/L	5,41E-01 Bq/L	-	
	Tritium	6,74E+00 Bq/L	8,25E+00 Bq/L	-	
	Potassium	1,24E+00 mg/L	1,20E+01 mg/L	-	

**Commentaires** : Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2023 sont cohérentes en moyenne avec les valeurs du bruit de fond. Les mesures de l'activité bêta globale et de l'activité en tritium atmosphérique sont très inférieures aux limites réglementaires.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

**5.2.2. Surveillance du milieu terrestre**

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment terrestre pour l'année 2023 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seules les activités relatives aux radionucléides d'origine artificielle en lien avec le spectre de référence des effluents et au potassium 40 ainsi que les autres radionucléides d'origine artificielle supérieures aux seuils de décision sont présentés.

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres sous les vents dominants (Bq/kg sec)	<sup>58</sup> Co	Mensuelle	< 4,08E-01 (Bq/kg)	< 5,00E-01 (Bq/kg)
	<sup>60</sup> Co		< 4,67E-01 (Bq/kg)	< 7,00E-01 (Bq/kg)
	<sup>134</sup> Cs		< 3,42E-01 (Bq/kg)	< 4,00E-01 (Bq/kg)
	<sup>137</sup> Cs		3,88E-01 (Bq/kg)	5,50E-01 (Bq/kg)
	<sup>40</sup> K		9,37E+02 (Bq/kg)	1,20E+03 (Bq/kg)
Végétaux terrestres hors influence du site (Bq/kg sec)	<sup>58</sup> Co	Mensuelle	< 4,17E-01 (Bq/kg)	< 5,00E-01 (Bq/kg)
	<sup>60</sup> Co		< 4,33E-01 (Bq/kg)	< 7,00E-01 (Bq/kg)
	<sup>134</sup> Cs		< 3,33E-01 (Bq/kg)	< 4,00E-01 (Bq/kg)
	<sup>137</sup> Cs		< 3,58E-01 (Bq/kg)	< 4,00E-01 (Bq/kg)
	<sup>40</sup> K		8,53E+02 (Bq/kg)	1,03E+03 (Bq/kg)
Lait sous les vents dominants (Bq/L)	<sup>58</sup> Co	Mensuelle	< 4,50E-01 (Bq/L)	< 6,00E-01 (Bq/L)
	<sup>60</sup> Co		< 4,17E-01 (Bq/L)	< 6,00E-01 (Bq/L)
	<sup>134</sup> Cs		< 3,92E-01 (Bq/L)	< 5,00E-01 (Bq/L)
	<sup>137</sup> Cs		< 4,00E-01 (Bq/L)	< 5,00E-01 (Bq/L)
	<sup>40</sup> K		< 4,00E-01 (Bq/L)	< 5,00E-01 (Bq/L)
Lait hors influence du site (Bq/L)	<sup>58</sup> Co	Mensuelle	< 4,08E-01 (Bq/L)	< 6,00E-01 (Bq/L)
	<sup>60</sup> Co		< 4,08E-01 (Bq/L)	< 5,00E-01 (Bq/L)
	<sup>134</sup> Cs		< 3,83E-01 (Bq/L)	< 5,00E-01 (Bq/L)
	<sup>137</sup> Cs		< 3,83E-01 (Bq/L)	< 5,00E-01 (Bq/L)
	<sup>40</sup> K		4,42E+01 (Bq/L)	5,80E+01 (Bq/L)

**Commentaires :**

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment terrestre ainsi que leur interprétation pour l'année 2022 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en annexe 1.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

### 5.2.3. Surveillance des eaux de surface

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2023 sont donnés dans le tableau suivant.

	Paramètre analysé	Périodicité	Unités	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Eau filtrée	Activité bêta globale	Bimensuelle	Bq/L	9,83E+00	2,13E+01
	Tritium		Bq/L	1,22E+01	1,36E+01
	Potassium		Bq/L	4,48E-02	8,10E-02
Matières en suspension	Activité bêta globale		Bq/L	4,19E+02	4,40E+02

**Commentaires** : RAS.

### 5.2.4. Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment aquatique ainsi que leur interprétation pour l'année 2022 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en **annexe 1**.

### 5.2.5. Surveillance des eaux souterraines

Les eaux souterraines situées au droit du CNPE font l'objet d'une surveillance radiologique dont les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

	Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
Eaux filtrées	Tritium	Bq/L	3,07E+01
	Bêta global	Bq/L	1,36E+01
	Potassium	Bq/L	4,55E+02
Matières en suspension	Bêta global	Bq/L	2,06E+01

**Commentaires** : RAS.

## 5.3. Physico-chimie des eaux souterraines

Une surveillance physico-chimique des eaux souterraines est effectuée sur les paramètres physicochimiques par le biais de prélèvements sur 11 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	< 1,20E+01
Conductivité	µS / cm	< 6,00E+04
Hydrocarbures totaux	mg / l	1,60E-01
Chlorures		3,22E+04
Azote Kjeldahl		2,10E+00
Nitrates		2,99E+01
Phosphates		< 3,00E-01

**Commentaires** : RAS

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

## 5.4. Chimie et physico-chimie des eaux de surface

### 5.4.1. Physico-chimie des eaux de surface

Le CNPE fait réaliser par le laboratoire LABEO M, dans le canal d'aménée, le canal de rejet et le point de référence hors influence des rejets du CNPE, des mesures quadrimestrielles de certains paramètres physico-chimiques naturellement présents en milieu marin. Les résultats présentés dans le rapport annuel de l'IFREMER, aboutissent aux conclusions suivantes :

En 2023, les **paramètres suivis** dans le cadre de la surveillance du compartiment pélagique ne présentent pas de profils atypiques. Les différences spatiales entre les points de suivis (et le point *Référence* en particulier) mettent le plus souvent en évidence un gradient côte-large caractéristique de la variabilité naturelle du milieu à Flamanville. Les faits marquants de l'année 2023 sont résumés ci-après.

L'année 2023, est la 2<sup>ème</sup> année la plus chaude depuis 1986. La moyenne annuelle des températures moyennes de 13,1°C est supérieure de 1°C à la normale 1981-2010. C'est la dixième année consécutive où la température moyenne dépasse la valeur de référence 1981-2010. Toutefois, cette valeur annuelle cache de grandes disparités d'un mois à l'autre.

Les **températures de l'eau de mer** relevées à proximité du CNPE sont supérieures aux médianes historiques sur l'ensemble de la zone et des saisons sans atteindre des valeurs records. Cette particularité s'explique d'une part par l'inertie thermique des masses d'eau marines, combinée à la douceur particulièrement remarquable de l'année 2023.

Les mesures réalisées en 2023 pour **la salinité** ne se distinguent pas fortement de celles de la période 1987-2022. Cette année, une légère baisse de la salinité apparaît sur tous les points en été, probablement due aux fortes précipitations rencontrées la veille de la campagne (cumul journalier de 6 mm, le 19 juin).

Pour la 8<sup>ème</sup> année, des mesures d'**oxygène dissous** sont réalisées. Les concentrations relevées sont proches de la valeur de référence attendue en Manche Atlantique et aucun dysfonctionnement (état d'hypoxie ou d'anoxie) n'a été observé sur l'ensemble de la zone d'étude au cours de cette année.

En 2023, les **sels nutritifs** montrent des concentrations qui ne présentent pas d'écart particulier à la normale saisonnière. Cependant, en automne, les concentrations en ammonium, pour les trois points, se situent dans la gamme des données historiques, indiquant un retard dans le renouvellement du stock en ammonium. Pour les nitrate et silicate, c'est en été que les concentrations se situent dans la gamme basse, pouvant indiquer une consommation précoce des nutriments par le phytoplancton. Les tendances sont conformes au cycle saisonnier classique et sont liées principalement au cycle biologique du phytoplancton qui se développe au printemps consommant l'azote, qui s'épuise dans le courant de l'été et se recharge à l'automne avec l'apport de cours d'eau.

Cette année, des concentrations élevées en **MES** ont été observées en automne, avec des valeurs homogènes entre les différents points. Les mesures de **turbidité** à cette même période, mesurées par néphélométrie depuis 2016, corroborent les niveaux de MES. La distribution temporelle des concentrations de MES, montre des valeurs plus élevées en été qu'au printemps. Or, cette observation n'est pas retranscrite par les mesures de Turbidité, pour lesquelles les concentrations sont plus élevées au printemps. La variabilité spatiale pour ces paramètres est conforme à ce qui est généralement observé sur le littoral.

Les données relatives au compartiment hydrologique acquises en 2023 dans le cadre du programme de surveillance écologique du CNPE de Flamanville mettent en évidence un échauffement de l'eau aux abords du *Rejet*. Cette variation thermique reste cependant géographiquement très limitée. Les autres paramètres suivis présentent des valeurs et des variations expliquées par la saisonnalité, l'environnement climatique et géomorphologique.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

**Ainsi, les rejets du CNPE n'affectent pas de façon générale la distribution et les variations saisonnières des paramètres étudiés autres que la température. Les résultats de la surveillance des paramètres physico-chimiques et chimiques pour l'année 2023 mettent en évidence une variabilité spatio-temporelle cohérente avec celle du milieu naturel. Elle ne peut donc être imputable à l'influence du fonctionnement du CNPE.**

#### 5.4.2. Chimie des eaux de surface

Certaines substances chimiques issues du fonctionnement du CNPE sont recherchées (Ethanolamine, morpholine, hydrazine, agents de surface, haloformes) au niveau de la station de contrôle, le canal d'aménée et le canal de rejet.

Concernant les **éléments chimiques (Hydrazine et Ethanolamine)**, les concentrations sont systématiquement restées inférieures à la limite de quantification sur l'ensemble de la zone et ceci au cours des trois périodes d'échantillonnage.

### 5.5. Surveillance écologique et halieutique

Chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance écologique et halieutique à IFREMER.

L'objectif de la surveillance pérenne est de suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur et de déceler une évolution anormale de l'écosystème, sur le long terme, qui pourrait être attribuable au fonctionnement du CNPE. Au contraire, les surveillances en conditions climatiques exceptionnelles et situations exceptionnelles ont plutôt pour objectif d'étudier la réponse à court terme de l'écosystème sous conditions de débits contraints et températures ambiantes élevées, le CNPE étant en fonctionnement.

La synthèse du rapport de surveillance, réalisée par IFREMER est présentée ci-dessous.

En conclusion, la variabilité spatiale et temporelle des paramètres pélagiques, benthiques et halieutiques suivis dans le cadre de la surveillance réglementaire du CNPE de Flamanville en 2023 ne montrent pas d'évolution ou de comportement atypique pouvant être mis en relation directe soit avec le fonctionnement du CNPE, soit avec le contexte hydroclimatique exceptionnellement chaud et sec qui a caractérisé cette année.

Le rapport complet est disponible sur demande auprès du CNPE de Flamanville.

### 5.6. Acoustique environnementale

L'arrêté du 7 février 2012 fixe les règles générales applicables à toutes les phases du cycle de vie des installations nucléaires de base visant à garantir la protection des intérêts contre l'ensemble des inconvénients ou des risques que peuvent présenter les INB. Le titre IV sur la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement fixe deux critères visant à limiter l'impact du bruit des Installations Nucléaires de Base.

Le premier critère, appelé « émergence sonore » et s'exprimant en Décibel A - dB (A) est la différence de niveau sonore entre le niveau de bruit ambiant et le bruit résiduel. L'émergence sonore se calcule à partir de mesures réalisées aux premières habitations, en Zone à Emergence Réglementée (ZER).

Le deuxième critère, en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2013, concerne le niveau sonore mesuré en dB (A) en limite d'établissement de l'installation.

Pour répondre à ces exigences réglementaires et dans l'optique de réduire l'impact de ses installations, EDF mène depuis 1999 des études d'impact acoustique basées sur des mesures de longue durée dans l'environnement et sur les matériels. En parallèle, des modélisations 3D sont réalisées pour hiérarchiser les sources sonores les plus prépondérantes, et si nécessaire, définir des objectifs d'insonorisation.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00	Page 51/108

Les principales sources de bruit des installations nucléaires sont généralement les réfrigérants atmosphériques pour les CNPE équipés, les stations de pompage, les salles des machines, les cheminées du bâtiment des auxiliaires nucléaires, et les transformateurs.

La Mission Communication du CNPE de Flamanville réalise des informations, par le biais du numéro vert du CNPE mais aussi en s'adressant directement aux mairies dans un rayon de 2 km, lors de la réalisation d'opérations pouvant générer du bruit, comme par exemple, lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

## **6. PARTIE VII - EVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE DES REJETS DE L'INSTALLATION**

Une surveillance des niveaux de radioactivité est effectuée dans l'environnement du site de Flamanville dans le cadre du programme de surveillance réglementaire et du suivi radioécologique du CNPE (cf. Partie VI Surveillance de l'environnement, I- Surveillance de la radioactivité dans l'environnement).

Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent que la radioactivité mesurée dans l'environnement du CNPE est principalement d'origine naturelle.

Les niveaux de radioactivité artificielle mesurés dans l'environnement du CNPE sont faibles et trouvent pour partie leur origine dans d'autres sources (rejets de l'usine ORANO La Hague, retombées atmosphériques des essais nucléaires, ...). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique annuel réalisé par l'IRSN, présenté en annexe 1.

L'IRSN produit également un bilan radiologique de l'environnement français disponible au lien suivant :

[https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports\\_expertise/Documents/environnement/IRSN-ENV\\_Bilan-Radiologique-France-2018-2020.pdf](https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/environnement/IRSN-ENV_Bilan-Radiologique-France-2018-2020.pdf)

A partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace 1 est calculée en tenant compte des mécanismes de transfert de l'environnement jusqu'à l'homme. Cette dose permet de « mesurer » le niveau d'exposition attribuable aux rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques d'une installation et de le positionner par rapport à la limite réglementaire pour l'exposition de la population aux rayonnements ionisants conformément à l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique.

Le calcul de <sup>3</sup>dose efficace annuelle tient compte de données spécifiques à chaque CNPE telles que les conditions météorologiques, les habitudes alimentaires des riverains, les conditions de dispersion des effluents rejetés dans le milieu récepteur, etc. Les données alimentaires et les temps consacrés aux activités intérieures ou extérieures dans les environnements terrestre et aquatique ont été actualisés en 2013-2014 avec les dernières bases de données et enquêtes disponibles.

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

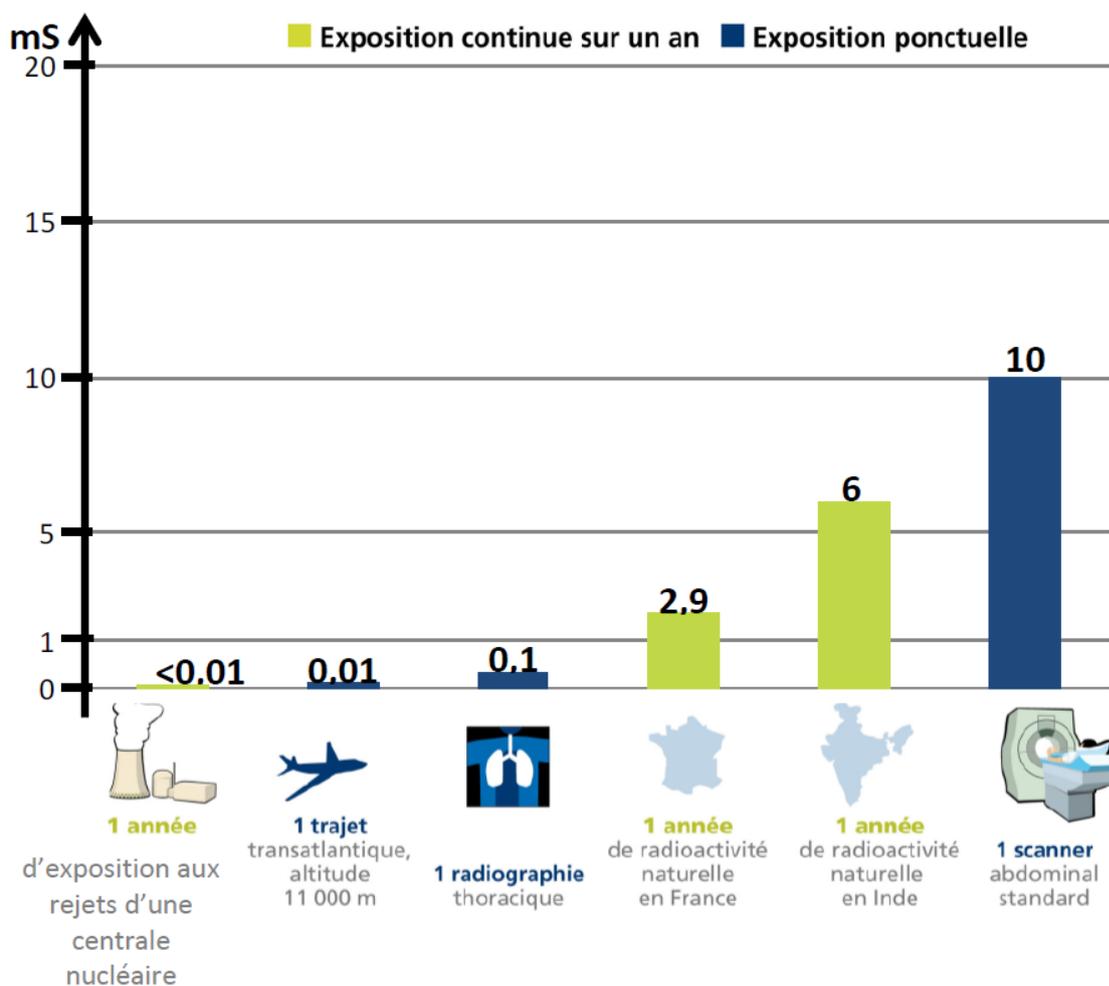
- les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du CNPE ;
- ils vivent toute l'année à proximité de leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...).

Les principaux facteurs d'incertitudes dans le calcul de dose sont associés essentiellement à quelques données et paramètres difficiles à acquérir sur le terrain, tels que certaines caractéristiques de l'environnement et comportements précis des populations riveraines (les rations alimentaires par exemple).

<sup>3</sup> La dose efficace est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique WR (WR = Radiation Weighting factor, facteur de pondération du rayonnement) pour tenir compte de la qualité du rayonnement ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ...) et d'un facteur de pondération tissulaire WT (WT = Tissu Weighting factor) correspondant à la radiosensibilité relative du tissu exposé. La dose efficace a pour objectif d'apprécier le risque total et s'exprime en sievert (Sv). Elle est appelée communément « dose ».

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

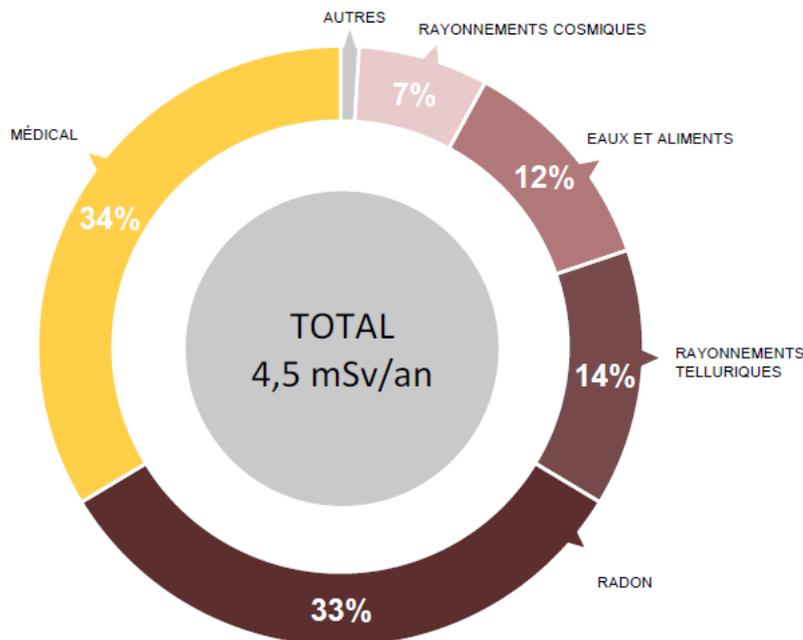
L'échelle suivante présente des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes :



**Figure 1 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)**

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

L'exposition moyenne de la population française aux rayonnements ionisants (d'origine naturelle et artificielle) est de 4,5 mSv/an. Les contributions des différentes sources d'exposition sont présentées sur la figure 2 ci-après.



**Figure 2 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)**

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2023 effectués par le CNPE de Flamanville, pour la personne représentative. Cette personne représente les individus pouvant recevoir la dose efficace annuelle maximale induite par les rejets d'effluents radioactifs autorisés du CNPE.

ADULTE	EXPOSITION EXTERNE (mSv)	EXPOSITION INTERNE (mSv)	TOTAL (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	3,0E-06	1,3E-05	1,6E-05
Rejets d'effluents liquides	2,6E-05	2,0E-05	4,6E-05
<b>TOTAL</b>	<b>2,9E-05</b>	<b>3,3E-05</b>	<b>6,2E-05</b>

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

ENFANT DE 10 ANS	EXPOSITION EXTERNE (mSv)	EXPOSITION INTERNE (mSv)	TOTAL (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	2,9E-06	1,1E-05	1,4E-05
Rejets d'effluents liquides	8,6E-05	1,1E-05	9,7E-05
<b>TOTAL</b>	<b>8,9E-05</b>	<b>2,2E-05</b>	<b>1,1E-04</b>

ENFANT DE 1 AN	EXPOSITION EXTERNE (mSv)	EXPOSITION INTERNE (mSv)	TOTAL (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	3,1E-06	3,4E-05	3,7E-05
Rejets d'effluents liquides	3,2E-05	5,4E-06	3,8E-05
<b>TOTAL</b>	<b>3,5E-05</b>	<b>3,9E-05</b>	<b>7,5E-05</b>

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à 1.10<sup>-4</sup> mSv/an pour l'adulte et pour l'enfant de 1 an et 1.10<sup>-3</sup> mSv/an pour l'enfant de 10 ans.

Les valeurs de doses calculées pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, attribuables aux rejets d'effluents radioactifs de l'année 2023 sont plus de 1 000 fois inférieures à la limite d'exposition fixée à 1 mSv par an pour la population, par l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique. L'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du CNPE est exposé à une dose efficace inférieure ou égale à la dose calculée pour la personne représentative, présentée ci-dessus.

Ces résultats sont cohérents avec ceux de l'étude d'impact de l'installation, dont les hypothèses et modalités de calcul restent pertinentes au regard des évolutions scientifiques.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

## 7. PARTIE VIII - GESTION DES DECHETS

Comme toute activité industrielle, la production d'électricité d'origine nucléaire génère des déchets, dont des déchets conventionnels et radioactifs à gérer avec la plus grande rigueur.

Responsable légalement, industriellement et financièrement des déchets qu'il produit, EDF a, depuis l'entrée en service de ses premières centrales nucléaires, mis en œuvre des procédés adaptés qui permettent de protéger efficacement l'environnement, les populations, les travailleurs et les générations futures contre les risques associés à ses déchets.

La démarche industrielle repose sur 4 principes :

- limiter les quantités produites et la nocivité des déchets ;
- trier par nature et niveau de radioactivité ;
- conditionner et préparer la gestion à long terme ;
- isoler les déchets de l'homme et de l'environnement.

Pour les Installations Nucléaires de Base du CNPE de Flamanville, la limitation de la production des déchets se traduit par la réduction, pour atteindre des valeurs aussi basses que possible, du volume et de l'activité des déchets dès la phase d'achat de matériel ou de la prestation, durant la phase de préparation des chantiers et lors de leur réalisation.

### 7.1. Les déchets radioactifs

Les modalités de gestion mises en œuvre visent notamment à ce que les déchets radioactifs n'aient aucune interaction avec les eaux (nappe et cours d'eau) et les sols. Les opérations de tri, de conditionnement, de préparation à l'expédition s'effectuent dans des locaux dédiés et équipés de systèmes de collecte d'effluents éventuels.

Avant de sortir des bâtiments, les déchets radioactifs bénéficient tous d'un conditionnement étanche qui constitue une barrière à la radioactivité et prévient tout transfert dans l'environnement.

Les contrôles réalisés par les experts internes et les pouvoirs publics sont nombreux et menés en continu pour vérifier l'absence de contamination.

Les déchets conditionnés et contrôlés sont ensuite expédiés vers les filières de traitement ou de stockage définitif.

Les mesures prises pour limiter les effets de ces déchets sur la santé comptent parmi les objectifs visés par les dispositions mises en œuvre pour protéger la population et les intervenants des risques de la radioactivité. L'ensemble de ces dispositions constitue la radioprotection. Ainsi, pour protéger les personnes travaillant dans les centrales, et plus particulièrement les équipes chargées de la gestion des déchets radioactifs, des mesures simples sont prises, comme la mise en place d'un ou plusieurs écrans (murs et dalles de béton, parois en plomb, verres spéciaux chargés en plomb, eau des piscines, etc.), dont l'épaisseur est adaptée à la nature du rayonnement du déchet.

### 7.2. Les catégories de déchets radioactifs

Selon la durée de vie des éléments radioactifs contenus et le niveau d'activité radiologique qu'ils présentent, les déchets sont classés en plusieurs catégories. On distingue les déchets « à vie courte » des déchets « à vie longue » en fonction de leur période (une période s'exprime en années, jours, minutes ou secondes. Elle quantifie le temps au bout duquel l'activité radioactive initiale du déchet est divisée par deux).

Tous les déchets dits « à vie courte » ont une période inférieure ou égale à 31 ans. Ils bénéficient de solutions de gestion industrielles définitives dans les centres spécialisés de l'Andra situés dans l'Aube à Morvilliers (déchets de très faible activité, TFA) ou Soullaines (déchets de faible à moyenne activité à vie courte, FMAVC).

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Ces déchets proviennent essentiellement :

- des systèmes de filtration (épuration du circuit primaire : filtres, résines, concentrats, boues...);
- des opérations de maintenance sur matériels : pompes, vannes...
- des opérations d'entretien divers : vinyles, tissus, gants...
- de certains travaux de déconstruction des centrales mises à l'arrêt définitif (gravats, pièces métalliques...).

Le conditionnement des déchets triés consiste à les enfermer dans des emballages ou contenants adaptés pour éviter toute dissémination de la radioactivité. On obtient alors des déchets conditionnés, appelés aussi « colis de déchets ». Sur les sites nucléaires, le choix du conditionnement dépend de plusieurs paramètres, notamment du niveau d'activité, des dimensions du déchet, de l'aptitude au compactage, à l'incinération et de la destination du colis. Ainsi, le conditionnement de ces déchets est effectué dans différents types d'emballages : coque ; fût ou caisson métallique ; fût plastique (PEHD : polyéthylène haute densité) pour les déchets destinés à l'incinération dans l'installation Centraco ; big-bag ou casier.

Les progrès constants accomplis, tant au niveau de la conception des centrales que de la gestion du combustible et de l'exploitation des installations, ont déjà permis de réduire les volumes de déchets à vie courte de façon significative. Ainsi, les volumes des déchets d'exploitation ont été divisés par trois depuis 1985, à production électrique équivalente.

Les déchets dits « à vie longue » ont une période supérieure à 31 ans. Ils sont générés :

- par le traitement du combustible nucléaire usé effectué dans l'usine ORANO de la Hague, dans la Manche ;
- par la mise au rebut de certaines pièces métalliques issues des réacteurs ;
- par la déconstruction des centrales d'ancienne génération.

Le remplacement de certains équipements du cœur des réacteurs actuellement en exploitation (« grappes » utilisées pour le réglage de la puissance, fourreaux d'instrumentation, etc.) produit des déchets métalliques assez proches en typologie et en activité des structures d'assemblages de combustible : il s'agit aussi de déchets « de moyenne activité à vie longue » (MAVL) qui sont entreposés dans les piscines de désactivation.

Le traitement des combustibles usés consiste à séparer les matières qui peuvent être valorisées et les déchets. Cette opération est réalisée dans les ateliers spécialisés situés dans l'usine ORANO.

Après une utilisation en réacteur pendant quatre à cinq années, le combustible nucléaire contient encore 96 % d'uranium qui peut être recyclé pour produire de nouveaux assemblages de combustible. Les 4 % restants (les « cendres » de la combustion nucléaire) constituent les déchets ultimes qui sont vitrifiés et coulés dans des conteneurs en acier inoxydable : ce sont des déchets « de haute activité à vie longue (HAVL) ». Les parties métalliques des assemblages sont compactées et conditionnées dans des conteneurs en acier inoxydable qui sont entreposés dans l'usine précitée : ce sont des déchets « de moyenne activité à vie longue (MAVL) ».

Depuis la mise en service du parc nucléaire d'EDF, et à production énergétique équivalente, l'amélioration continue de l'efficacité énergétique du combustible a permis de réduire de 25 % la quantité de combustible consommée chaque année. Ce gain a permis de réduire dans les mêmes proportions la production de déchets issus des structures métalliques des assemblages de combustible.

La déconstruction produit également des déchets de catégorie similaire. Enfin, les empilements de graphite des anciens réacteurs dont la déconstruction est programmée généreront des déchets « de faible activité à vie longue (FAVL) ».

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

En ce qui concerne les déchets de haute et moyenne activité « à vie longue », la solution industrielle de gestion à long terme retenue par la loi du 28 juin 2006 est celle du stockage géologique (projet Cigéo, en cours de conception). Les déchets déjà existants sont pour le moment entreposés en toute sûreté sur leur lieu de production dans l'attente de la mise en service de l'installation ICEDA (Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés).

Le tableau ci-dessous présente les différentes catégories de déchets, les niveaux d'activité et les conditionnements utilisés.

Types déchet	Niveau d'activité	Durée de vie	Classification	Conditionnement
Filtres d'eau et résines primaires	Faible et Moyenne	Courte	FMA-VC (faible et moyenne activité à vie courte)	Fûts, coques
Filtres d'air	Très faible, Faible et Moyenne		TFA (très faible activité), FMA-VC	Casiers, big-bags, futs, coques, caissons
Résines secondaires				
Concentrats, boues				
Pièces métalliques				
Matières plastiques, cellulosiques				
Déchets non métalliques (gravats...)				
Déchets graphite	Faible	Longue	FA-VL (faible activité à vie longue)	Entreposage sur site
Pièces métalliques et autres déchets actifs	Moyenne		MA-VL (moyenne activité à vie longue)	Entreposage sur site (en piscine de refroidissement pour les grappes et autres déchets actives REP)

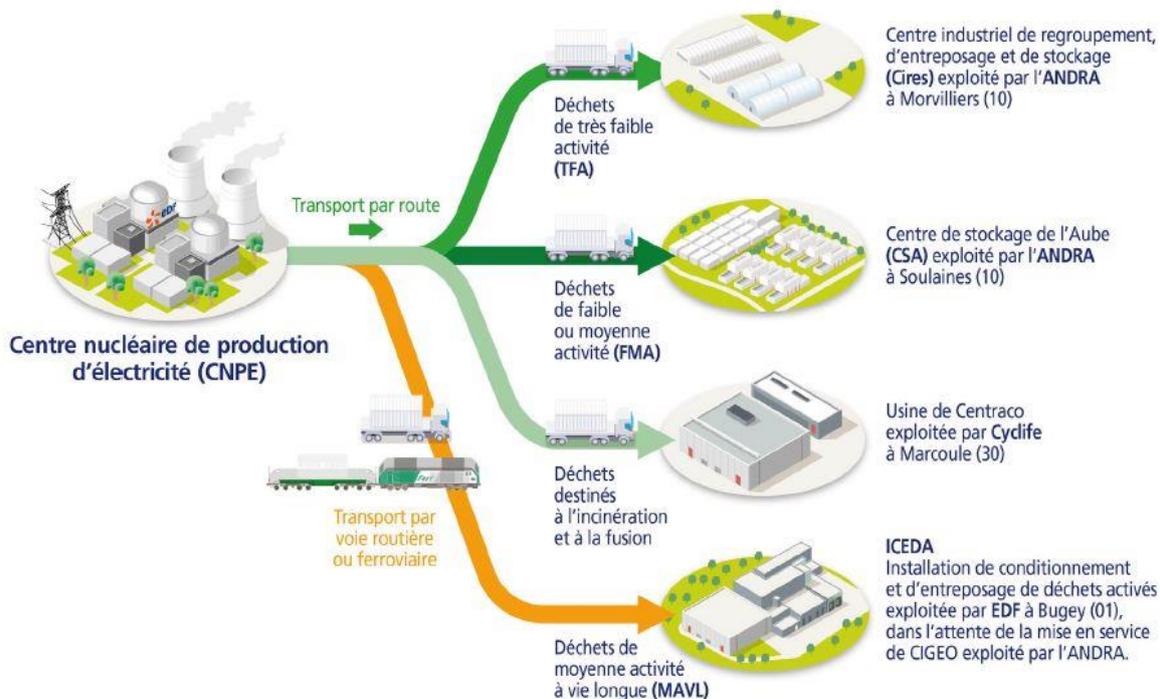
### 7.2.1. Le transport des déchets

Après conditionnement, les colis de déchets peuvent être orientés vers :

- le centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage des déchets de très faible activité (CIREs) exploité par l'Andra et situé à Morvilliers (Aube) ;
- le centre de stockage de l'Aube (CSA) pour les déchets à faible ou moyenne activité exploité par l'Andra et situé à Soullaines (Aube) ;
- l'installation Centraco exploitée par Cyclife France et située à Marcoule (Gard) qui reçoit les déchets destinés à l'incinération et à la fusion. Après traitement, ces déchets sont évacués vers l'un des deux centres exploités par l'Andra.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

**DE LA CENTRALE AUX CENTRES DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE**



**Figure 2 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)**

**7.2.2. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2023**

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2023 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Flamanville.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2023	Commentaires
TFA	200 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA
FMAVC (Liquides)	6 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants
FMAVC (Solides)	33 tonnes	Localisation Bâtiment des Auxiliaires Nucléaire et Bâtiment Auxiliaire de Conditionnement (BAC)
MAVL	133 objets	Concerne les grappes et les étuis dans les piscines de désactivation (déchet technologiques, galette inox, bloc béton et chemise graphite)

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2023 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Flamanville.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2023	Type d'emballage
TFA	33 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC	2 colis	Coques béton
FMAVC	334 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
FMAVC	1 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2023 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Flamanville.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	144
CSA à Soulaines	720
Centraco à Marcoule	149

En 2023, 2 355 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra).

### 7.2.3. Les déchets non radioactifs

Conformément à l'arrêté INB et à la décision ASN 2015-DC-0508, les INB établissent et gèrent un plan de zonage déchets, qui vise à distinguer :

- les zones à déchets conventionnels (ZDC) d'une part, à l'intérieur desquelles les déchets produits ne sont ni contaminés ou activés ni susceptibles de l'être ;
- les zones à production possible de déchets nucléaires (ZPPDN) d'autre part, à l'intérieur desquelles les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être.

Les déchets conventionnels produits par les INB sont ceux issus de ZDC et sont classés en 3 catégories :

- les déchets inertes (DI), qui ne contiennent aucune trace de substances toxiques ou dangereuses, et ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante pour l'environnement (déchets minéraux, verre, déblais, terres et gravats, ...) ;
- les déchets non dangereux non inertes, qui ne présentent aucune des propriétés qui rendent un déchet dangereux (gants, plastiques, déchets métalliques, papier/carton, caoutchouc, bois, câbles électriques, ...) ;
- les déchets dangereux (DD) qui contiennent des substances dangereuses ou toxiques, ou sont souillés par de telles substances (accumulateurs au plomb, boues/terres marquées aux hydrocarbures, résines, peintures, piles, néons, déchets inertes et industriels banals souillés, déchets amiantifères, bombes aérosols, ...).

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Le tableau ci-dessous présente les quantités de déchets conventionnels produites en 2023 par le CNPE.

Quantités 2023 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Exploitation	690	672	958	885	1344	1344	2992	2901

Les déchets conventionnels sont gérés conformément aux principes définis dans la directive cadre sur les déchets :

- réduire leur production et leur dangerosité par une gestion optimisée,
- favoriser le recyclage et la valorisation.

De nombreuses actions sont mises en œuvre par EDF pour en optimiser la gestion, afin notamment d'en limiter les volumes et les effets sur la santé et l'environnement. Parmi celles-ci, peuvent être citées :

- la création en 2006 du Groupe Déchets Economie Circulaire, chargé d'animer la gestion des déchets conventionnels pour l'ensemble des entités d'EDF. Ce groupe, qui s'inscrit dans le cadre du Système de Management Environnemental certifié ISO 14001 d'EDF, est composé de représentants des Divisions/Métiers des différentes Directions productrices de déchets. Ses principales missions consistent à apporter de la cohérence en proposant des règles et outils de référence aux entités productrices de déchets,
- les entités productrices de déchets conventionnels disposent d'un outil informatique qui permet en particulier de maîtriser les inventaires de déchets et leurs voies de gestion,
- la définition depuis 2008 d'un objectif de valorisation pour l'ensemble des déchets valorisables. Cet objectif est actuellement fixé à 90 %,
- la prise en compte de la gestion des déchets dans les contrats de gestion des sites,
- la mise en place de structures opérationnelles assurant la coordination et la sensibilisation à la gestion des déchets de l'ensemble des métiers,
- la création de stages de formation spécifiques « gestion des déchets conventionnels »,
- le recensement annuel des actions de prévention de production des déchets.

En 2023 les 3 unités de production du CNPE de Flamanville ont produit 2292 tonnes de déchets conventionnels : 96,9 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

## ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

ASN - Autorité Sûreté Nucléaire

CNPE - Centre Nucléaire de Production d'Electricité

COT - Carbone Organique Total

DBO5 - Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours

DCO - Demande Chimique en Oxygène

DUS - Diesel d'Ultime Secours

EBA - Ventilation de balayage en circuit ouvert tranche à l'arrêt

ESE - Evènement Significatif Environnement

FMA - Faible Moyenne Activité

ICPE - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

INB - Installation Nucléaire de Base

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

ISO - International Standard Organization

KRT - Chaîne de mesure de radioactivité

MES - Matières En Suspension

PA - Produit d'Activation

PF - Produit de Fission

REX - Retour d'EXpérience

SME - Système de Management de l'Environnement

SMP - Station Multi Paramètres

TAC - Turbine à Combustion

TEU - Traitement des Effluents Usés

TFA - Très Faible Activité

THE - Très Haute Efficacité

UFC - Unité Formant Colonie

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00	Page 63/108

## ANNEXE 1. RAPPORT SUIVI RADIOLECOLOGIQUE ANNUEL

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

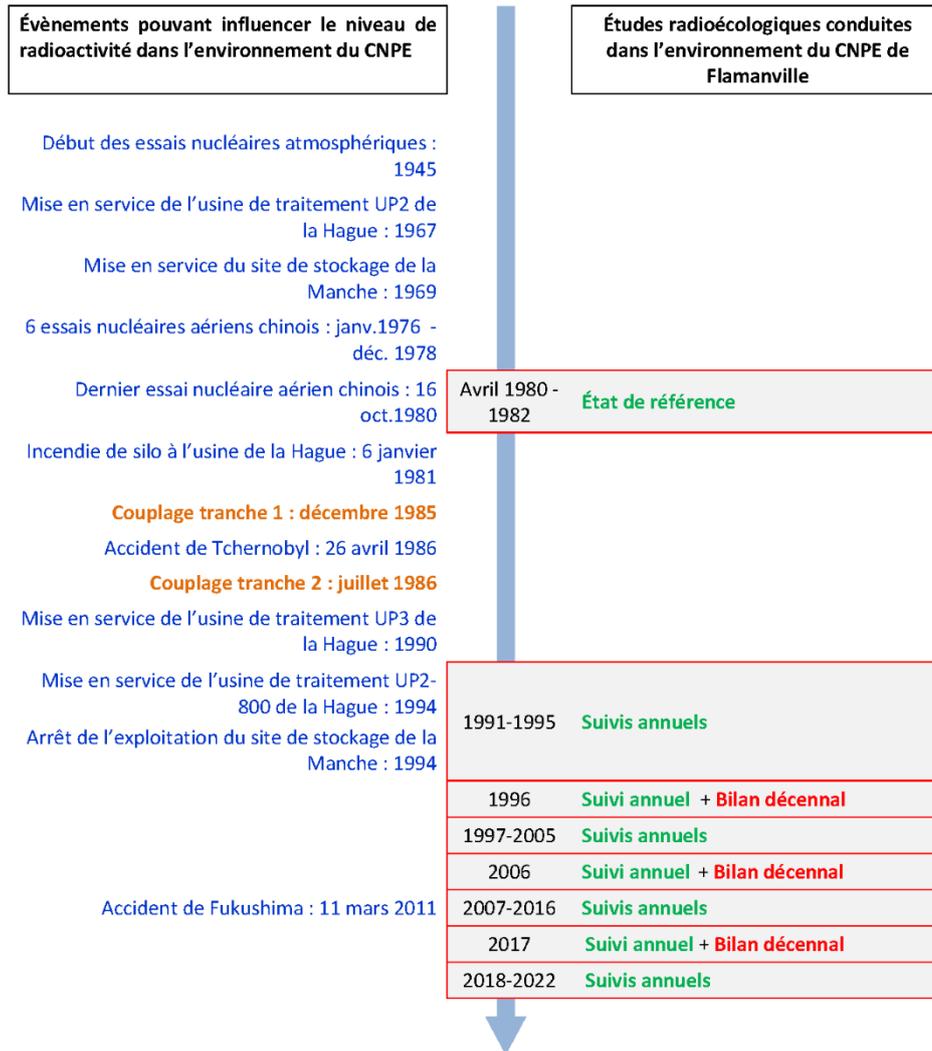
## 4. ÉTAT RADIOÉCOLOGIQUE DU CNPE DE FLAMANVILLE

### 4.1. Généralités et chronologie des études radioécologiques antérieures

Le CNPE de Flamanville est situé en bord de mer, au pied du cap de Flamanville dans le nord-ouest du département de la Manche, à 5 km de la commune des Pieux et à une trentaine de kilomètres au sud-ouest de Cherbourg-Octeville (Figure 7 page 33). Le CNPE de Flamanville est proche de diverses installations nucléaires, toutes comprises dans un rayon de 30 km autour du site : l'usine de traitement du combustible usé d'ORANO La Hague, le centre de stockage de la Manche de l'ANDRA à Digulleville, et le Groupe d'Etude Atomique de la marine nationale à Cherbourg (Figure 1 page 18). L'environnement terrestre et marin du nord Cotentin est potentiellement soumis aux rejets d'effluents de chacune de ces installations. Le CNPE de Flamanville se compose de deux tranches de la filière des réacteurs à eau pressurisée (REP) de 1300 MWe chacune, couplées au réseau en décembre 1985 (INB n°108) et juillet 1986 (INB n°109). Un troisième réacteur de type EPR (INB n°167) y est actuellement en cours de construction.

La chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE de Flamanville est présentée sur la Figure 6 page 29. Les références bibliographiques sont présentées en pages 205 et suivantes.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00



**Figure 6 - Chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE de Flamanville.**

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

## 4.2. État radiologique de l'environnement terrestre

### 4.2.1. Stratégie d'échantillonnage

La localisation des stations de prélèvements ainsi que la nature des échantillons collectés sont reportées sur la Figure 7 page 33. Les dates de prélèvement, stations, natures et caractéristiques identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le Tableau 1 page 31 et suivante. L'analyse granulométrique et la teneur en matière organique des sols de pâturage échantillonnés sont présentées dans le Tableau 15 page 61.

Pour l'essentiel, la stratégie de prélèvement et d'analyse est commune à l'ensemble des sites (Annexes). Le choix des stations et de la nature des prélèvements permet la comparaison des résultats avec ceux des études antérieures. Les sols échantillonnés sont des sols non cultivés sur lesquels les cultures, pluriannuelles, ne demandent aucun remaniement (pâturages). Ce type de sol est privilégié dans l'objectif de mesurer l'accumulation potentielle des dépôts atmosphériques sur plusieurs années. Les échantillons sont, en dehors des indicateurs végétaux (mousses terricoles, herbe et lierre), des vecteurs directs ou indirects de radioactivité vers l'homme : le lait et des légumes-feuilles comme les salades. Les végétaux cultivés (salade et herbe) sont communs sur l'ensemble du territoire français. Leur cycle végétatif annuel et leur grande surface d'interception en font d'assez bons indicateurs de marquage. De l'eau de boisson et du lait de vache sont collectés, dans la mesure du possible, sur une commune à proximité du site. Dans la stratégie générale, une mousse terricole, une production agricole, un sol de prairie, de l'herbe, un lait et une eau de boisson sont prélevés sous les vents dominants. Du sol de prairie et une production agricole sont prélevés hors vents dominants.

Les stations de prélèvements ont été définies en fonction du régime éolien local, généralement dominé par les vents de secteur sud à ouest. La zone terrestre potentiellement la plus influencée par les rejets d'effluents à l'atmosphère se trouve dans le secteur est ou à proximité (< 5 km ; ZI ; Flamanville et Siouville-Hague). Les stations hors vents dominants sont situées dans le secteur sud et sud-est (ZNI ; Le Rozel, Surtainville et Sortosville-en-Beaumont).

En 2022, comme cela est régulièrement le cas, l'analyse gamma demandée sur les feuilles de lierre échantillonnées en champ proche du CNPE a été reportée sur de l'herbe prélevée à la même station, du fait de la difficulté de récolter suffisamment de matière pour réaliser une analyse gamma en cendres sur le lierre. Concernant les prélèvements et analyses réglementaires, il n'a pas été possible de prélever de salades sous les vents dominants dans l'environnement du CNPE de Flamanville en 2022 pour y mesurer les émetteurs gamma, le <sup>3</sup>H libre, le <sup>3</sup>H organiquement lié et le <sup>14</sup>C. L'IRSN n'a rencontré aucune autre difficulté de prélèvement dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville.

Par rapport à l'année 2021, des analyses ont été rajoutées au titre des prescriptions réglementaires sur du lait prélevé en zone hors vents dominants, dans le secteur du Rozel.

En outre, les feuilles de lierre font l'objet de quatre mesures de <sup>14</sup>C (une par trimestre) dont les résultats seront présentés dans le rapport simplifié exigé au titre de la réglementation 2022.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

**Tableau 1 - Identification des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville lors du suivi radioécologique de 2022 et analyses réalisées.**

Situation par rapport au CNPE	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais / Sec	Sec / Cendres
6,71 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Le Rozel	-01,83517	49,48438	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	07/09/2022	Gamma (Cendre)	8,07	16,72
6,71 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Le Rozel	-01,83517	49,48438	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	07/09/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	7,63	-
6,71 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Le Rozel	-01,83517	49,48438	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	07/09/2022	C élémentaire (Sec)	7,63	-
6,71 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Le Rozel	-01,83517	49,48438	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	07/09/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	7,63	-
6,71 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Le Rozel	-01,83517	49,48438	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	07/09/2022	H-3 lié (Sec)	7,63	-
6,71 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Le Rozel	-01,83517	49,48438	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	07/09/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	7,63	-
6,71 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Le Rozel	-01,83517	49,48438	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	07/09/2022	H-3 libre (Liquide)	7,63	-
9,08 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Surtainville	-01,82229	49,46472	Légumes	Salade	Parties aériennes	29/08/2022	Gamma (Cendre)	27,41	5,21
9,08 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Surtainville	-01,82229	49,46472	Légumes	Salade	Parties aériennes	29/08/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	21,95	-
9,08 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Surtainville	-01,82229	49,46472	Légumes	Salade	Parties aériennes	29/08/2022	C élémentaire (Sec)	21,95	-
9,08 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Surtainville	-01,82229	49,46472	Légumes	Salade	Parties aériennes	29/08/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	21,95	-
9,08 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Surtainville	-01,82229	49,46472	Légumes	Salade	Parties aériennes	29/08/2022	H-3 lié (Sec)	21,95	-
9,08 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Surtainville	-01,82229	49,46472	Légumes	Salade	Parties aériennes	29/08/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	21,95	-
9,08 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Surtainville	-01,82229	49,46472	Légumes	Salade	Parties aériennes	29/08/2022	H-3 libre (Liquide)	21,95	-
16,51 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Sortosville-en-Beaumont	-01,72823	49,42765	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	≤ 2 mm Strate 0-5 cm	08/09/2022	Gamma (Sec)	1,12	-
16,51 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Sortosville-en-Beaumont	-01,72823	49,42765	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	≤ 2 mm Strate 0-5 cm	08/09/2022	Granulométrie (Sec)	1,12	-
16,51 km SE	Flamanville - Zone hors vents dominants (>5 km)	Sortosville-en-Beaumont	-01,72823	49,42765	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	≤ 2 mm Strate 0-5 cm	08/09/2022	MO après combustion (Sec)	1,12	-
0,47 km E	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Flamanville	-01,87522	49,53762	Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Parties aériennes	17/05/2022	H-3 lié (Sec)	3,92	-
0,47 km E	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Flamanville	-01,87522	49,53762	Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Parties aériennes	17/05/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	3,92	-
0,47 km E	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Flamanville	-01,87522	49,53762	Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Parties aériennes	17/05/2022	H-3 libre (Liquide)	3,92	-
0,64 km ENE	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Flamanville	-01,87425	49,53989	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	13/06/2022	Gamma (Cendre)	3,38	14,41
4,9 km ENE	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	-01,82592	49,56193	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	03/06/2022	Gamma (Cendre)	8,05	15,69
4,9 km ENE	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	-01,82592	49,56193	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	03/06/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	7,36	-
4,9 km ENE	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	-01,82592	49,56193	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	03/06/2022	C élémentaire (Sec)	7,36	-
4,9 km ENE	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	-01,82592	49,56193	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	03/06/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	7,36	-

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Situation par rapport au CNPE	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais / Sec	Sec / Cendres
4,9 km ENE	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	-01,82592	49,56193	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	03/06/2022	H-3 lié (Sec)	7,36	-
4,9 km ENE	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	-01,82592	49,56193	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	03/06/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	7,36	-
4,9 km ENE	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	-01,82592	49,56193	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	03/06/2022	H-3 libre (Liquide)	7,36	-
4,9 km ENE	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	-01,82592	49,56193	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	≤ 2 mm Strate 0-5 cm	03/06/2022	Gamma (Sec)	1,10	-
4,9 km ENE	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	-01,82592	49,56193	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	≤ 2 mm Strate 0-5 cm	03/06/2022	Granulométrie (Sec)	1,10	-
4,9 km ENE	Flamanville - Zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	-01,82592	49,56193	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	≤ 2 mm Strate 0-5 cm	03/06/2022	MO après combustion (Sec)	1,10	-
5,74 km ENE	Flamanville - Zone sous les vents (>5 km)	Siouville-Hague	-01,81403	49,56385	Mousses terricoles	Polytrich formosum	Entier	31/01/2022	Gamma (Frais)	1,18	-

Situation par rapport au CNPE	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais / Sec	Sec / Cendres
4,9 km ENE	Flamanville - Eau phréatique hors aval hydraulique	Siouville-Hague	-01,82592	49,56193	Eaux boisson	Eau de boisson	Filtrée 0,2µm	03/06/2022	H-3 libre (Liquide)	-	-

- : absence de traitement. Distance au site calculée en ligne droite entre les coordonnées d'un point de référence du site et celles du point de prélèvement

Dans les tableaux des pages suivantes, pour le milieu terrestre :

Prélèvements hors vents dominants de l'installation (> 5km)
Prélèvements sous les vents dominants de l'installation (< 5km)
Prélèvements sous les vents dominants de l'installation (> 5km)
Prélèvement d'eau phréatique hors aval hydraulique

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00



Figure 7 - Localisation du CNPE de Flamenville et des stations terrestres<sup>4</sup> échantillonnées dans le cadre du suivi radioécologique 2022.

<sup>4</sup> Vert clair : stations hors vents dominants (ZNI). Vert foncé : stations sous les vents dominants (ZI) ; toutes distances confondues. Les anciens noms des stations (jusqu'en 2018) sont indiqués en italique lorsqu'ils diffèrent de la nomenclature actuelle.



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

## 4.2.2. Résultats et interprétation

### 4.2.2.1. Radionucléides émetteurs gamma

#### Radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle

Les résultats d'analyse par spectrométrie  $\gamma$  des activités en radionucléides d'origine naturelle dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville sont présentés au sein du Tableau 16 page 62.

En 2022, la radioactivité d'origine naturelle quantifiée dans les matrices terrestres environnant le CNPE de Flamanville est du même ordre de grandeur que celle mesurée lors de l'état de référence et depuis le début des suivis radioécologiques annuels. Les activités détectées sont en accord avec les valeurs habituelles pour ces matrices [3]. La radioactivité d'origine naturelle présente une composante tellurique prépondérante dans les sols. Elle a pour principale origine le  $^{40}\text{K}$  et, dans une moindre mesure, les familles du  $^{232}\text{Th}$  et de  $^{238}\text{U}$ . Les activités massiques en  $^{40}\text{K}$ , en fils du  $^{232}\text{Th}$  et du  $^{238}\text{U}$  sont en accord avec les valeurs observées en France métropolitaine [3, 23, 24]. La seconde composante, cosmogénique, est due au  $^7\text{Be}$ , présent dans les salades, l'herbe, et les mousses terrestres, dont la surface est propice à la captation des retombées atmosphériques.

Enfin, ces résultats de mesure attestent de l'absence de biais dans les étapes de préparation et de mesure des échantillons.

#### Radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle

Les résultats d'analyse par spectrométrie  $\gamma$  des activités en radionucléides d'origine artificielle dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville sont présentés au sein du Tableau 17 page 63.

Dans les sols, les mousses et le lait de vache, le seul radionucléide d'origine artificielle quantifié est le  $^{137}\text{Cs}$ . Il ne l'est pas dans la salade et l'herbe en 2022. Les activités en  $^{137}\text{Cs}$  détectées dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville en 2022 sont en accord avec les niveaux observés au cours des dix dernières années (Tableau 3 à Tableau 8, page 49 et suivantes ; et Figure 8 page 35) et au niveau de bruit de fond attendu en milieu continental [3]. Les activités mesurées en ZI et en ZNI dans le lait et dans le sol sont comparables. L'évolution temporelle des niveaux d'activité du  $^{137}\text{Cs}$  dans l'environnement terrestre du CNPE témoigne de niveaux relativement stables de cet élément au cours des dix dernières années. Les analyses d' $^{131}\text{I}$  réalisées sur l'échantillon frais de mousses ne révèlent pas la présence de cet élément à des niveaux d'activité supérieurs au seuil de décision ( $\leq 0,38 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ). Les activités  $\gamma$  détectées dans le cadre de cette étude ne mettent pas en évidence de marquage de l'environnement par les rejets d'effluents atmosphériques du CNPE.

### 4.2.2.2. Radionucléides émetteurs bêta

#### Tritium

Les résultats d'analyse des activités en tritium libre et en tritium organiquement lié dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville sont présentés au sein du Tableau 18 et du Tableau 19 page 64, respectivement.

L'activité en tritium libre dans l'eau de boisson est inférieure au seuil de décision ( $\leq 0,70 \text{ Bq.L}^{-1}$ ). Les activités en tritium (libre et organiquement lié) de la salade et du lait échantillonnés sont proches du bruit de fond attendu en milieu terrestre hors influence d'un apport industriel local (de 0,5 à 2  $\text{Bq.L}^{-1}$  ED pour l'HTO et de 0,34 à 1,7  $\text{Bq.L}^{-1}$  EC pour le TOL d'après [3]). L'activité mesurée dans le Lierre collecté sous les vents du site ( $2,9 \pm 0,8 \text{ Bq/L d'EC}$ ) dépassent le niveau du bruit de fond et mettent en évidence un apport local en tritium.

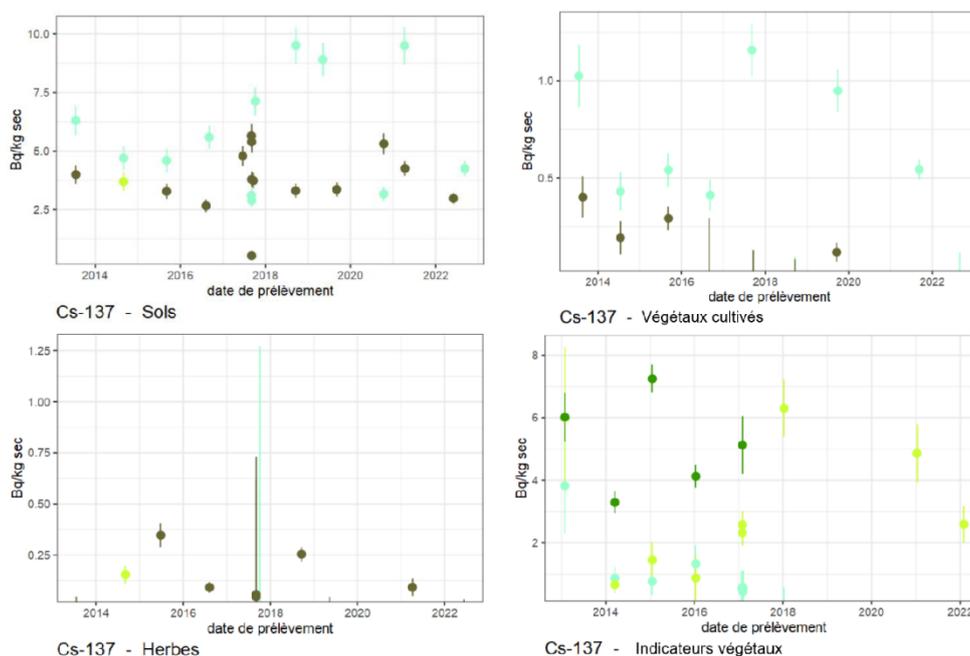
#### Carbone 14

Les résultats d'analyse d'activité en  $^{14}\text{C}$  dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville sont présentés au sein du Tableau 20 page 65.



	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Les activités en  $^{14}\text{C}$  dans la salade échantillonnée en 2022 ( $229 \pm 11 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ C}$ ) et les prélèvements de lierre de la surveillance trimestrielle de l'année 2021 (Tableau 6 page 52) ne sont pas significativement supérieures au bruit de fond sur le territoire métropolitain français hors influence industrielle locale ( $222 \pm 7 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ C}$  d'après [3]). Dans le lait échantillonné à Siouville en champ proche du CNPE, et au Rozel en champ lointain, l'activité en  $^{14}\text{C}$  ( $228 \pm 11$  et  $231 \pm 11 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ C}$ , respectivement) est également comparable à ce bruit de fond. Ainsi, en se basant sur les résultats des années précédentes et de cette année, aucun apport local n'est mis en évidence dans l'environnement du CNPE de Flamanville en 2022.



Légende pour les figures en milieu terrestre :

- Prélèvements hors vents dominants de l'installation (> 5km)
- Prélèvements hors vents dominants de l'installation (< 5km)
- Prélèvements sous les vents dominants de l'installation (> 5km)
- Prélèvements sous les vents dominants de l'installation (< 5km)

**Figure 8 – Variation temporelle des activités des principaux radionucléides artificiels détectés par spectrométrie gamma au sein des sols (cultivés et non cultivés), des végétaux cultivés (légumes), des herbes et des indicateurs végétaux (mousses terrestres et lichens) échantillonnés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville.**

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

### 4.3. État radiologique de l'environnement aquatique

#### 4.3.1. Stratégie d'échantillonnage

La localisation des stations de prélèvements ainsi que la nature des échantillons collectés sont reportées sur la Figure 9 page 41. Les dates de prélèvement, stations, natures et caractéristiques identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le Tableau 2 page 37 et suivantes. L'analyse granulométrique et la teneur en matière organique des sédiments échantillonnés sont présentées dans le Tableau 21 page 66. Le choix des stations et de la nature des prélèvements permet la comparaison des résultats avec ceux des études antérieures. Les matrices biologiques échantillonnées sont les plus abondantes localement et/ou caractéristiques de l'économie locale. Elles correspondent également, pour la plupart, aux espèces prélevées lors de l'état de référence et au cours de la dernière décennie. Au niveau des stations côtières, accessibles à marée basse, les prélèvements de sédiments, d'algues et de mollusques (patelles) ont été effectués à la main, tandis que les prélèvements de poissons, de bulots et de crustacés ont été confiés à un pêcheur professionnel. Dans la mesure du possible, des sédiments fins, ayant une surface spécifique importante plus propice au piégeage des radionucléides, ont été privilégiés. De même, des sédiments de granulométrie proche ont été recherchés afin de mieux comparer les résultats des différents points de prélèvement. Cependant, la configuration des plages locales n'a pas toujours rendu ces buts atteignables, notamment dans le port de Barneville-Carteret, où seuls des sédiments relativement grossiers ont pu être récoltés en 2022, comme c'est le cas depuis 2017 en lien avec les travaux récents dans ce port.

Les stations de prélèvements ont été définies en fonction de l'hydrodynamisme local, dominé par le courant du Raz Blanchard au Nord du CNPE et par un gyre<sup>5</sup> anticyclonique de quelques dizaines de kilomètres de large devant le site de Flamanville, entre les îles Anglo-Normandes et la côte ouest du Cotentin. La zone marine potentiellement la plus influencée est située en champ proche (CP), un terme qui désigne des stations situées à proximité du ou des points de rejets d'effluents liquides du CNPE, et/ou dans la zone d'excursion du panache des rejets d'effluents liquides du CNPE, et qui sont donc potentiellement influencées par ces rejets. À Flamanville, le champ proche désigne les stations situées à quelques kilomètres au nord et au sud du CNPE, soit de Dielette à Sciotot (Siouville-Hague, Tréauville, Flamanville). Il est à noter que cette zone est également influencée par les rejets d'effluents liquides de l'usine ORANO la Hague proche du CNPE de Flamanville, qui induisent un marquage continu en tritium de l'ensemble du Golfe Normand-Breton de 1 à 10 Bq.L<sup>-1</sup> [1, 2]. Les stations de référence sont situées en champ lointain (CL), un terme qui désigne des stations situées suffisamment à distance du ou des points de rejets d'effluents liquides du CNPE pour être considérées comme n'étant que peu influencées par ces rejets. Cette distance s'apprécie en fonction des conditions hydrodynamiques locales moyennes. À Flamanville, la zone d'excursion habituelle du panache de rejet modélisée sur la base des données de rejet d'effluents liquides de l'installation est plutôt située au sud du CNPE, et s'étend a minima jusqu'au cap de Carteret. Néanmoins, la zone au nord du CNPE et le cap de Flamanville sont fortement influencés par les rejets d'effluents liquides de l'usine ORANO la Hague, même si le marquage induit par le CNPE de Flamanville peut être comparable dans certaines circonstances. Plus au sud, le panache des rejets de l'usine ORANO La Hague dépasse rarement le Cap de Carteret [1, 2]. La zone définie comme en champ lointain pour le CNPE de Flamanville tient donc compte de cette double contrainte locale. Elle est ainsi située au sud du cap de Carteret, soit dans le port de Barneville-Carteret et à Saint-Georges-de-la-Rivière. Une seconde zone en champ lointain est également définie à distance du point de rejets d'effluents liquides du CNPE mais en « aval » au regard de la circulation locale des masses d'eau, ainsi qu'en champ proche de l'usine ORANO La Hague, définie par la station d'Auderville (Goury Port).

En 2022, concernant les prélèvements et analyses réglementaires, comme depuis quelques années, l'IRSN a rencontré des difficultés d'approvisionnement pour les prélèvements de poissons en champ lointain des rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville, et les pêches prévues pour les poissons n'ont pas pu être réalisées, sans qu'aucune solution alternative ne puisse être trouvée. Les analyses sur les crustacés ont été réalisées sur l'animal entier pour ce qui est de la spectrométrie gamma, et sur la chair du corps et des pinces qui a été

<sup>5</sup> Un gyre est un très large tourbillon d'eau formé par un ensemble de courants marins sous l'action des vents. A cette échelle, le sens de rotation des gyres est dépendant de l'hydrodynamisme local et des courants résiduels de marée. Devant le CNPE de Flamanville, le gyre observé tourne dans le sens anticyclonique, c'est-à-dire dans le sens horaire.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

décortiquée pour la recherche du tritium organiquement lié. L'IRSN n'a rencontré aucune autre difficulté de prélèvement dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville.

Par rapport à l'année 2021 les analyses prévues au titre des prescriptions réglementaires sont identiques.

**Tableau 2 - Identification des échantillons prélevés dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville en 2022 et analyses réalisées.**

Situation par rapport au CNPE	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais / Sec	Sec / Cendres
19,08 km	Flamanville - Champ lointain	Bameville-Carteret	-01,78616	49,37671	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	03/02/2022	Gamma (Sec)	1,45	-
19,08 km	Flamanville - Champ lointain	Bameville-Carteret	-01,78616	49,37671	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	03/02/2022	C-14 par MS (spectrométrie de masse) (Sec)	1,47	-
19,08 km	Flamanville - Champ lointain	Bameville-Carteret	-01,78616	49,37671	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	03/02/2022	C élémentaire (Sec)	1,47	-
19,08 km	Flamanville - Champ lointain	Bameville-Carteret	-01,78616	49,37671	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	03/02/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	1,47	-
19,08 km	Flamanville - Champ lointain	Bameville-Carteret	-01,78616	49,37671	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	03/02/2022	H-3 lié (Sec)	1,47	-
19,08 km	Flamanville - Champ lointain	Bameville-Carteret	-01,78616	49,37671	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	03/02/2022	Pourcentage massique de hydrogène (Sec)	1,47	-
19,08 km	Flamanville - Champ lointain	Bameville-Carteret	-01,78616	49,37671	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	03/02/2022	Granulométrie (Sec)	1,45	-
19,08 km	Flamanville - Champ lointain	Bameville-Carteret	-01,78616	49,37671	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	03/02/2022	MO après combustion (Sec)	1,45	-
20,58 km	Flamanville - Champ lointain	Carteret au large	-01,84700	49,35300	Crustacés	Homard <i>Homarus gammarus</i>	Entier	29/08/2022	Gamma (Cendre)	3,23	2,28
20,58 km	Flamanville - Champ lointain	Carteret au large	-01,84700	49,35300	Crustacés	Homard <i>Homarus gammarus</i>	Entier	29/08/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	5,04	-
20,58 km	Flamanville - Champ lointain	Carteret au large	-01,84700	49,35300	Crustacés	Homard <i>Homarus gammarus</i>	Entier	29/08/2022	C élémentaire (Sec)	5,04	-
20,58 km	Flamanville - Champ lointain	Carteret au large	-01,84700	49,35300	Crustacés	Homard <i>Homarus gammarus</i>	Entier	29/08/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	5,04	-
20,58 km	Flamanville - Champ lointain	Carteret au large	-01,84700	49,35300	Crustacés	Homard <i>Homarus gammarus</i>	Entier	29/08/2022	H-3 lié (Sec)	5,04	-
20,58 km	Flamanville - Champ lointain	Carteret au large	-01,84700	49,35300	Crustacés	Homard <i>Homarus gammarus</i>	Entier	29/08/2022	Pourcentage massique de hydrogène (Sec)	5,04	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Algues brunes	Fucus <i>Fucus serratus</i>	Entier	03/02/2022	Ni-63 par Sc. Liq. (Cendre)	4,71	4,00
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Algues brunes	Fucus <i>Fucus serratus</i>	Entier	03/02/2022	Gamma (Frais)	4,71	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Algues brunes	Fucus <i>Fucus serratus</i>	Entier	03/02/2022	Gamma (Cendre)	4,71	4,00
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Algues brunes	Fucus <i>Fucus serratus</i>	Entier	03/02/2022	I-127 par Absor. Atom. (Sec)	4,63	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Algues brunes	Fucus <i>Fucus serratus</i>	Entier	03/02/2022	C-14 par MS (spectrométrie de masse) (Sec)	4,63	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Algues brunes	Fucus <i>Fucus serratus</i>	Entier	03/02/2022	C élémentaire (Sec)	4,63	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Algues brunes	Fucus <i>Fucus serratus</i>	Entier	03/02/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	4,63	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Algues brunes	Fucus <i>Fucus serratus</i>	Entier	03/02/2022	H-3 lié (Sec)	4,63	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Algues brunes	Fucus <i>Fucus serratus</i>	Entier	03/02/2022	Pourcentage massique de hydrogène (Sec)	4,63	-



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Situation par rapport au CNPE	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais / Sec	Sec / Cendres
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Algues brunes	Fucus serratus	Entier	03/02/2022	H-3 libre (Liquide)	4,63	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Algues brunes	Fucus serratus	Entier	03/02/2022	Fe-55 par SL (Cendre)	4,71	4,00
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	02/02/2022	Gamma (Cendre)	5,57	5,17
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	02/02/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	5,44	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	02/02/2022	C élémentaire (Sec)	5,44	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	02/02/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	5,44	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	02/02/2022	H-3 lié (Sec)	5,44	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	02/02/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	5,44	-
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	02/02/2022	Fe-55 par SL (Cendre)	5,57	5,17
22,95 km	Flamanville - Champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	-01,75881	49,34636	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	02/02/2022	Ni-63 par Sc. Liq. (Cendre)	5,57	5,17
20,3 km	Flamanville - Champ lointain ss influence EDF et ORANO	Auderville	-01,94587	49,71444	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	04/01/2022	Gamma (Sec)	1,27	-
20,3 km	Flamanville - Champ lointain ss influence EDF et ORANO	Auderville	-01,94587	49,71444	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	04/01/2022	Granulométrie (Sec)	1,27	-
20,3 km	Flamanville - Champ lointain ss influence EDF et ORANO	Auderville	-01,94587	49,71444	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	04/01/2022	MO après combustion (Sec)	1,27	-
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Crustacés	Araignée de mer Maja squinado	Entier	28/07/2022	Gamma (Cendre)	2,38	1,73
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Crustacés	Araignée de mer Maja squinado	Entier	28/07/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	5,19	-
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Crustacés	Araignée de mer Maja squinado	Entier	28/07/2022	C élémentaire (Sec)	5,19	-
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Crustacés	Araignée de mer Maja squinado	Entier	28/07/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	5,19	-
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Crustacés	Araignée de mer Maja squinado	Entier	28/07/2022	H-3 lié (Sec)	5,19	-
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Crustacés	Araignée de mer Maja squinado	Entier	28/07/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	5,19	-
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Mollusques	Bulot Buccinum undatum	Chair	23/07/2022	Gamma (Cendre)	3,87	10,39
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Poissons	Vieille Labrus bergylta	Muscle	22/07/2022	Gamma (Cendre)	4,61	15,20
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Poissons	Vieille Labrus bergylta	Muscle	22/07/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	4,67	-
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Poissons	Vieille Labrus bergylta	Muscle	22/07/2022	C élémentaire (Sec)	4,67	-
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Poissons	Vieille Labrus bergylta	Muscle	22/07/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	4,67	-
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Poissons	Vieille Labrus bergylta	Muscle	22/07/2022	H-3 lié (Sec)	4,67	-
1,14 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville au large	-01,89720	49,53830	Poissons	Vieille Labrus bergylta	Muscle	22/07/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,67	-
1,7 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville	-01,86953	49,54976	Algues brunes	Fucus serratus	Entier	09/09/2022	Gamma (Cendre)	4,65	5,09



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Situation par rapport au CNPE	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais / Sec	Sec / Cendres
2,18 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville	-01,86087	49,55088	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	04/01/2022	Gamma (Sec)	2,49	-
2,18 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville	-01,86087	49,55088	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	04/01/2022	C-14 par MS (spectrométrie de masse) (Sec)	2,69	-
2,18 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville	-01,86087	49,55088	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	04/01/2022	C élémentaire (Sec)	2,69	-
2,18 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville	-01,86087	49,55088	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	04/01/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	2,69	-
2,18 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville	-01,86087	49,55088	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	04/01/2022	H-3 lié (Sec)	2,69	-
2,18 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville	-01,86087	49,55088	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	04/01/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	2,69	-
2,18 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville	-01,86087	49,55088	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	04/01/2022	Granulométrie (Sec)	2,49	-
2,18 km	Flamanville - Champ proche	Flamanville	-01,86087	49,55088	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	04/01/2022	MO après combustion (Sec)	2,49	-
2,8 km	Flamanville - Champ proche	Tréauville	-01,85410	49,55446	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	03/01/2022	Ni-63 par Sc. Liq. (Cendre)	5,01	5,17
2,8 km	Flamanville - Champ proche	Tréauville	-01,85410	49,55446	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	03/01/2022	Gamma (Cendre)	5,01	5,17
2,8 km	Flamanville - Champ proche	Tréauville	-01,85410	49,55446	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	03/01/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	4,90	-
2,8 km	Flamanville - Champ proche	Tréauville	-01,85410	49,55446	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	03/01/2022	C élémentaire (Sec)	4,90	-
2,8 km	Flamanville - Champ proche	Tréauville	-01,85410	49,55446	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	03/01/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	4,90	-
2,8 km	Flamanville - Champ proche	Tréauville	-01,85410	49,55446	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	03/01/2022	H-3 lié (Sec)	4,90	-
2,8 km	Flamanville - Champ proche	Tréauville	-01,85410	49,55446	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	03/01/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,90	-
2,8 km	Flamanville - Champ proche	Tréauville	-01,85410	49,55446	Mollusques	Patelle Patella species	Chair	03/01/2022	Fe-55 par SL (Cendre)	5,01	5,17
2,95 km	Flamanville - Champ proche	Siouville-Hague	-01,85992	49,55916	Algues brunes	Fucus Fucus serratus	Entier	31/01/2022	Ni-63 par Sc. Liq. (Cendre)	4,14	3,89
2,95 km	Flamanville - Champ proche	Siouville-Hague	-01,85992	49,55916	Algues brunes	Fucus Fucus serratus	Entier	31/01/2022	Gamma (Frais)	4,14	-
2,95 km	Flamanville - Champ proche	Siouville-Hague	-01,85992	49,55916	Algues brunes	Fucus Fucus serratus	Entier	31/01/2022	Gamma (Cendre)	4,14	3,89
2,95 km	Flamanville - Champ proche	Siouville-Hague	-01,85992	49,55916	Algues brunes	Fucus Fucus serratus	Entier	31/01/2022	I-127 par Absor. Atom. (Sec)	5,01	-
2,95 km	Flamanville - Champ proche	Siouville-Hague	-01,85992	49,55916	Algues brunes	Fucus Fucus serratus	Entier	31/01/2022	C-14 par MS (spectrométrie de masse) (Sec)	5,01	-
2,95 km	Flamanville - Champ proche	Siouville-Hague	-01,85992	49,55916	Algues brunes	Fucus Fucus serratus	Entier	31/01/2022	C élémentaire (Sec)	5,01	-
2,95 km	Flamanville - Champ proche	Siouville-Hague	-01,85992	49,55916	Algues brunes	Fucus Fucus serratus	Entier	31/01/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	5,01	-
2,95 km	Flamanville - Champ proche	Siouville-Hague	-01,85992	49,55916	Algues brunes	Fucus Fucus serratus	Entier	31/01/2022	H-3 lié (Sec)	5,01	-
2,95 km	Flamanville - Champ proche	Siouville-Hague	-01,85992	49,55916	Algues brunes	Fucus Fucus serratus	Entier	31/01/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	5,01	-
2,95 km	Flamanville - Champ proche	Siouville-Hague	-01,85992	49,55916	Algues brunes	Fucus Fucus serratus	Entier	31/01/2022	H-3 libre (Liquide)	5,01	-
2,95 km	Flamanville - Champ proche	Siouville-Hague	-01,85992	49,55916	Algues brunes	Fucus Fucus serratus	Entier	31/01/2022	Fe-55 par SL (Cendre)	4,14	3,89

- : absence de traitement. Distance au site calculée en ligne droite entre les coordonnées d'un point de référence du site et celles du point de prélèvement



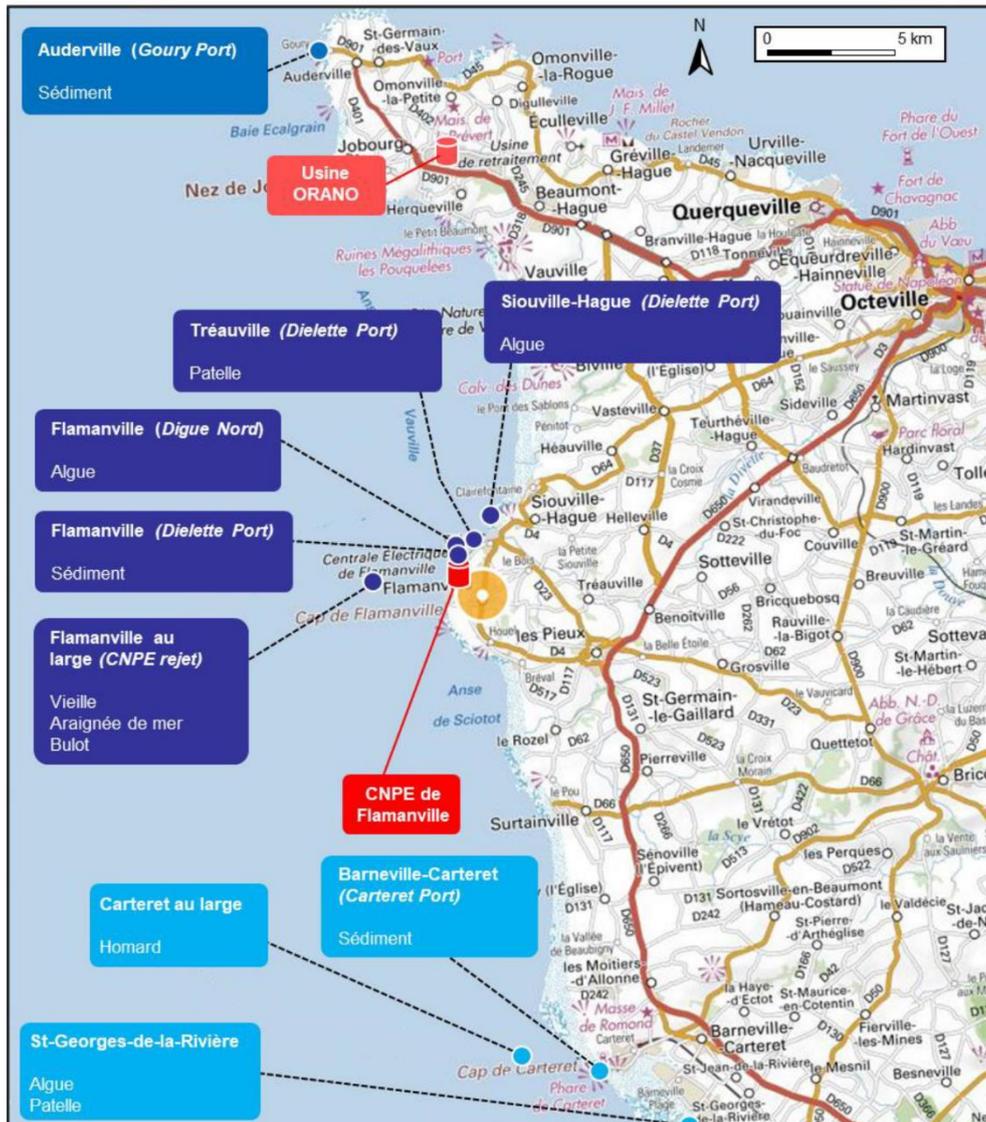
Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Dans les tableaux des pages suivantes, pour le milieu marin :

	Prélèvements en champ lointain et hors influence potentielle du dispositif de rejet des effluents liquides du CNPE
	Prélèvements en champ lointain et sous influence potentielle du dispositif de rejet des effluents liquides du CNPE et situé à proximité de l'usine ORANO
	Prélèvements en champ proche et sous influence potentielle du dispositif de rejet des effluents liquides du CNPE

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00



**Figure 9 - Localisation du CNPE de Flamanville et des stations marines<sup>6</sup> échantillonnées dans le cadre du suivi radioécologique 2022.**

<sup>6</sup> Bleu foncé : stations en champ proche (sous influence potentielle des rejets d'effluents liquides du CNPE ; CP). Bleu clair : station en champ lointain et hors influence potentielle des rejets d'effluents liquides du CNPE (CL). Bleu moyen : station en champ lointain et sous influence potentielle des rejets d'effluents liquides du CNPE, ainsi qu'à proximité de l'usine ORANO La Hague (CL). Les anciens noms des stations (jusqu'en 2018) sont indiqués en italique lorsqu'ils diffèrent de la nomenclature actuelle.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

### 4.3.2. Résultats et interprétation

#### 4.3.2.1. Radionucléides émetteurs gamma

##### Radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle

Les résultats d'analyse par spectrométrie  $\gamma$  des activités en radionucléides d'origine naturelle dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville sont présentés au sein du Tableau 22 page 67.

En 2022, la radioactivité d'origine naturelle détectée dans les matrices marines environnant le CNPE de Flamanville est qualitativement et quantitativement du même ordre de grandeur que celle mesurée lors de l'état de référence et depuis le début des suivis radioécologiques annuels. Les activités détectées sont en accord avec les valeurs habituelles pour ces matrices [3]. Le  $^{40}\text{K}$  est le radionucléide prépondérant en termes d'activité. Les activités en  $^{40}\text{K}$  dans les poissons sont en accord avec les valeurs attendues pour ces animaux dont la teneur en potassium est physiologiquement régulée (activité massique toujours proche de 100 Bq.kg<sup>-3</sup> frais). Le  $^7\text{Be}$  est détecté, dans les matrices régulièrement émergées lors du cycle de marée (sédiments, algues et patelles), à des teneurs plus élevées dans les algues du fait de leur capacité à capter les aérosols. Il l'est également à l'état de traces dans les araignées de mer et les bulots. L'ensemble des résultats obtenus permet d'assurer que les échantillons n'ont pas subi de biais au cours des étapes de préparation et d'analyse par spectrométrie gamma.

##### Radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle

Les résultats d'analyse par spectrométrie  $\gamma$  des activités en radionucléides d'origine artificielle dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville sont présentés au sein du Tableau 23 page 68.

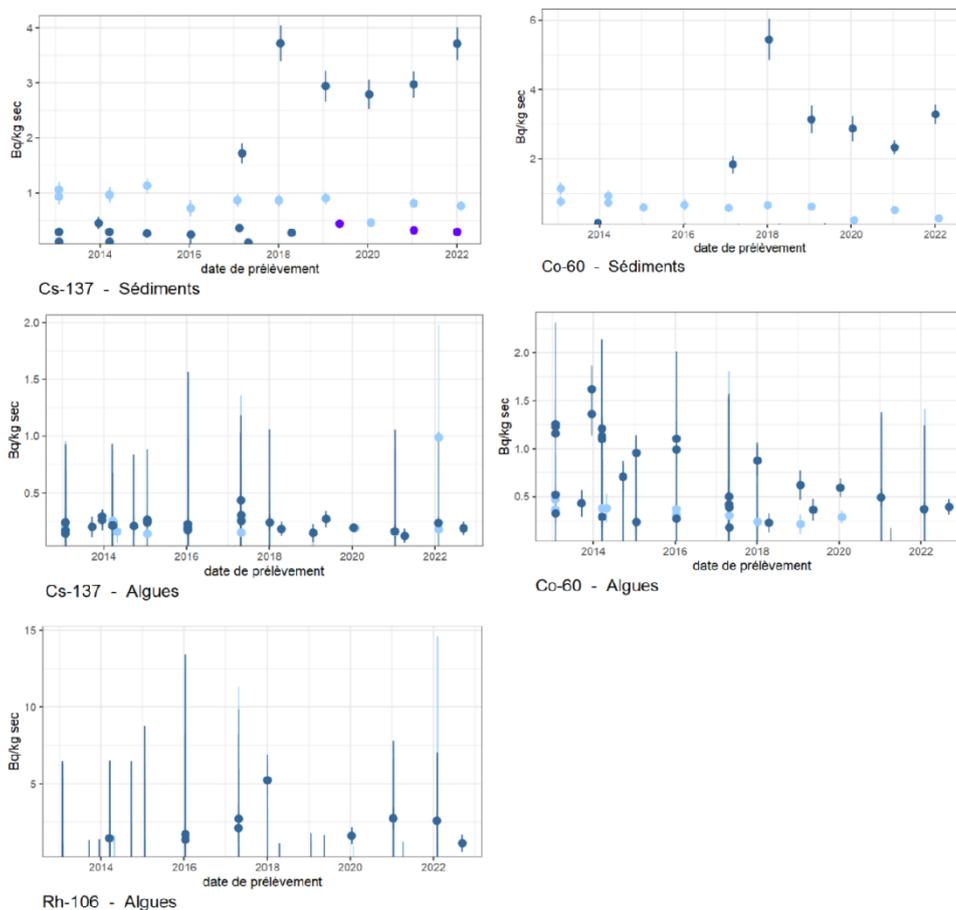
La radioactivité d'origine artificielle au sein des sédiments et des organismes marins végétaux et animaux est essentiellement imputable au  $^{137}\text{Cs}$  et au  $^{60}\text{Co}$ , et dans une moindre mesure, à l' $^{108\text{m}}\text{Ag}$ , à l' $^{110\text{m}}\text{Ag}$ , au  $^{106}\text{Ru/Rh}$ , et au  $^{241}\text{Am}$ . Le  $^{137}\text{Cs}$  est le plus fréquemment quantifié. Comme ils le furent occasionnellement au cours de la dernière décennie, l' $^{110\text{m}}\text{Ag}$  et l' $^{108\text{m}}\text{Ag}$  sont détectés dans l'environnement marin en champ proche ( $^{110\text{m}}\text{Ag}$  et  $^{108\text{m}}\text{Ag}$ ) et lointain ( $^{108\text{m}}\text{Ag}$ ) du CNPE de Flamanville, dans les mollusques uniquement, à des niveaux proches du seuil de décision. Le  $^{60}\text{Co}$  est détecté dans 6 des 12 échantillons (deux sédiments en champ proche et lointain, deux algues, un crustacé et un mollusque en champ proche, à des niveaux plus élevés dans les sédiments fins. L' $^{131}\text{I}$  recherché dans les algues ne présente pas d'activité supérieure au seuil de décision. Les mollusques restent les matrices au sein desquelles la plus grande diversité de radionucléides émetteurs gamma est quantifiée, avec la présence de  $^{137}\text{Cs}$ , de  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{108\text{m}}\text{Ag}$ ,  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ,  $^{106}\text{Ru/Rh}$  et  $^{241}\text{Am}$ . Les résultats de mesure par spectrométrie gamma obtenus en 2022 confirment ceux des années précédentes quant à la stabilité des niveaux d'activités en radionucléides artificiels mesurés dans les matrices environnementales marines proches du CNPE de Flamanville (Tableau 10 à Tableau 14, pages 56 et suivantes; et Figure 10 à Figure 12, pages 43 à 45). Par ailleurs, le contexte régional (concentration d'industries nucléaires dans un rayon proche du CNPE) et hydrologique du nord-Cotentin rend difficile une discrimination du marquage spécifique par les rejets du CNPE de Flamanville sur l'environnement marin.



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

42/227

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

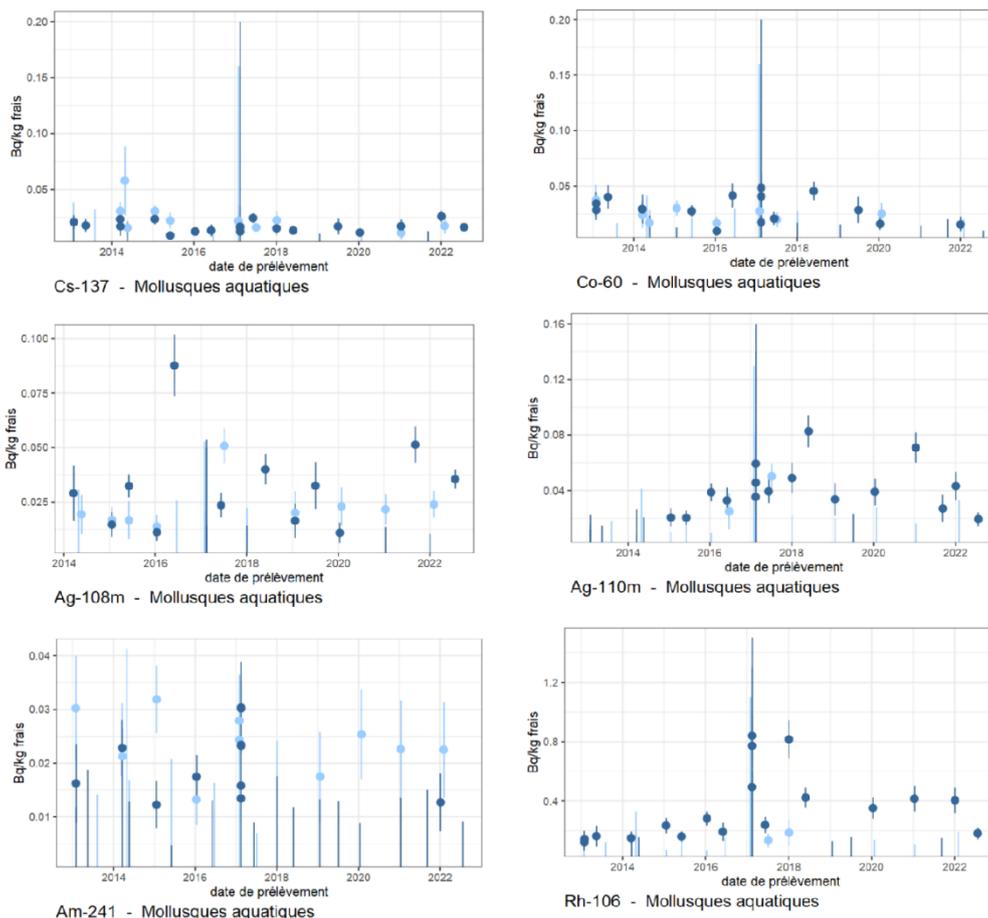


Légende pour les figures des pages suivantes en milieu marin :

- Prélèvements en champ lointain et hors influence potentielle du dispositif de rejet des effluents liquides du CNPE
- Prélèvements en champ proche et sous influence potentielle du dispositif de rejet des effluents liquides du CNPE
- Prélèvements en champ lointain et sous influence potentielle du dispositif de rejet des effluents liquides du CNPE et situé à proximité de l'usine ORANO

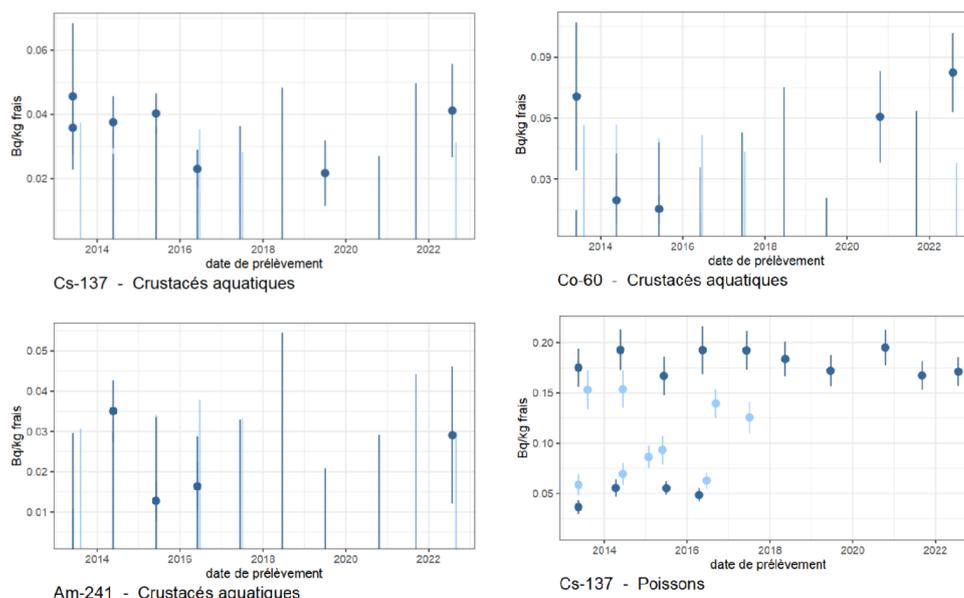
**Figure 10 – Variation temporelle entre 2013 et 2022 des activités des principaux radionucléides artificiels détectés par spectrométrie gamma au sein des sédiments et des algues échantillonnés dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville.**

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00



**Figure 11 – Variation temporelle entre 2013 et 2022 des activités des principaux radionucléides artificiels détectés par spectrométrie gamma au sein des mollusques échantillonnés dans l’environnement marin du CNPE de Flamanville.**

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00



**Figure 12 – Variation temporelle de 2013 à 2022 des activités des principaux radionucléides artificiels détectés par spectrométrie gamma au sein des crustacés et des poissons échantillonnés dans l’environnement marin du CNPE de Flamanville.**

#### 4.3.2.2. Radionucléides émetteurs bêta

##### Tritium

Les résultats d’analyse des activités en tritium libre et en tritium organiquement lié dans l’environnement marin du CNPE de Flamanville sont présentés au sein du Tableau 24 et du Tableau 25 pages 69 et 70, respectivement.

Les activités en tritium libre et organiquement lié en champ lointain ( $2,7 \pm 0,8 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ ED}$  pour l’HTO dans les algues ; et  $2,5 \pm 0,7$  et  $4,5 \pm 1,1 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ EC}$  pour le TOL dans les algues et les mollusques, respectivement) correspondent aux valeurs attendues du fait des niveaux d’activités mesurables dans l’eau de mer en Manche (de l’ordre de  $5 \text{ Bq.L}^{-1}$ , et comprises entre  $3,7$  et  $5,9 \text{ Bq.L}^{-1}$  à distance de l’usine ORANO [3, 25, 26]). Elles sont majoritairement imputables à la dispersion des rejets d’effluents liquides de l’usine ORANO La Hague. Néanmoins, l’activité en tritium lié mesurée dans les crustacés en champ lointain ( $6,8 \pm 1,2 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ EC}$ ) est supérieure à ce bruit de fond en 2022. En champ proche, les activités en tritium libre et en tritium organiquement lié ( $8,0 \pm 1,2 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ ED}$  pour l’HTO ;  $6,1 \pm 0,9$  à  $12,5 \pm 1,7 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ EC}$  pour le TOL ; toutes matrices confondues hormis les sédiments) sont plus élevées qu’en champ lointain (hormis pour les crustacés, pour lesquels les activités sont comparables en champ proche et lointain). Cette observation, cohérente avec les valeurs observées au cours de la dernière décennie, témoigne d’un marquage local pour ce radionucléide, notamment pour les mollusques et les algues (absence de mesures en champ lointain dans les poissons pour comparer). L’origine de ce marquage peut notamment provenir des rejets d’effluents liquides du CNPE de Flamanville, ainsi que de ceux de l’usine ORANO La Hague toute proche. Les incertitudes de mesure élevées (champ proche) des activités en tritium organiquement lié dans

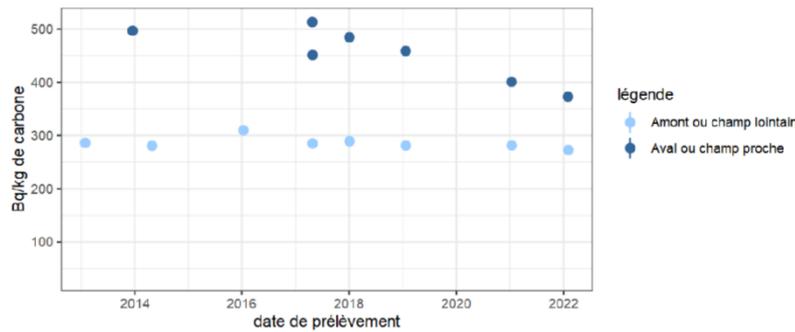
	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

les sédiments, et la faible teneur en hydrogène des sédiments (champ lointain, rendant la mesure impossible) ne permettent pas de conclure quant au marquage éventuel des sédiments par le tritium.

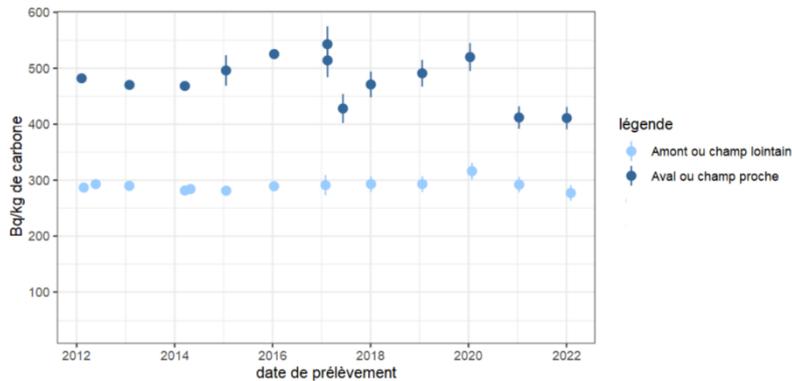
**Carbone 14**

Les résultats d'analyse des activités en <sup>14</sup>C dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville sont présentés au sein du Tableau 26 page 71.

Les activités en <sup>14</sup>C quantifiées échantillonnées en champ proche (sédiments, algues, mollusques, poissons et crustacés) et en champ lointain (sédiments, algues, crustacés et mollusques) des rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville sont supérieures au bruit de fond en <sup>14</sup>C observé hors influence dans les matrices biologiques collectées en entrée de Manche (233±5 Bq.kg<sup>-1</sup> C en 2021 d'après nos mesures et d'après [3]). Elles sont cependant cohérentes avec les valeurs moyennes enregistrées par le passé du fait du marquage global par les INB de la Manche [27], et notamment de la proximité de l'usine ORANO La Hague. Ce marquage en <sup>14</sup>C est plus prononcé au voisinage du point des rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville qu'en champ lointain en 2022 pour les algues et les mollusques, qui témoignent d'une contribution locale des rejets d'effluents liquides du CNPE et de ceux de l'usine ORANO La Hague.



C-14 - Algues



C-14 - Mollusques aquatiques

**Figure 13 – Variation temporelle de 2013 à 2022 des activités en <sup>14</sup>C au sein des algues et mollusques dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville.**



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

### Nickel 63 et Fer 55

Les résultats d'analyse des activités en <sup>63</sup>Ni et en <sup>55</sup>Fe dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville sont présentés au sein du Tableau 27 et du Tableau 28 page 72, respectivement.

Le <sup>63</sup>Ni est détectable dans les algues en champ proche et lointain des rejets d'effluents liquides du CNPE de Flamanville, avec une activité plus élevée en champ proche qu'en champ lointain. Les activités mesurées dans l'environnement du CNPE de Flamanville sont dans la même gamme que les valeurs mesurées depuis 2016 dans les algues, et témoignent d'un marquage des algues en 2022. Le <sup>63</sup>Ni est un radionucléide émetteur bêta rejeté à la fois par les CNPE en fonctionnement normal, par les sites en démantèlement et par l'usine de retraitement de la Hague.

Le <sup>55</sup>Fe, recherché dans les algues, n'y est pas décelable en 2022. La technique de mesure du <sup>55</sup>Fe fournit pour ces échantillons des limites de détection trop élevées pour affiner le diagnostic, comme ce fut le cas pour les précédents suivis annuels et bilans décennaux des CNPE de la Manche et de la Mer du Nord depuis 2011.



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

47/227

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

#### 4.4. Conclusion de l'état radiologique de l'environnement du CNPE de Flamanville

Les niveaux d'activités des radionucléides naturels détectés en 2022 dans l'environnement du CNPE de Flamanville sont du même ordre de grandeur que ceux mesurés depuis l'instauration des suivis radioécologiques. Le <sup>40</sup>K est le radionucléide d'origine naturelle prépondérant dans les échantillons de sol, d'herbe, de salade, de sédiment, d'algues, de crustacés, de mollusques et de poissons, et le <sup>7</sup>Be est le radionucléide d'origine naturelle prépondérant dans les mousses terrestres.

La radioactivité gamma d'origine artificielle du milieu terrestre est exclusivement imputable au <sup>137</sup>Cs, présent dans le sol, le lait et la mousse terrestre échantillonnés. La présence de ce radionucléide artificiel dans l'environnement terrestre est essentiellement liée aux retombées des essais aériens d'armes nucléaires, comme le confirment les niveaux comparables en ZI et en ZNI, l'accident de Tchernobyl ayant peu marqué le Cotentin. La dispersion de <sup>137</sup>Cs depuis le milieu marin, quelle que soit son origine, vers l'environnement terrestre *via* les aérosols marins n'est également pas à exclure pour expliquer la présence de ce radionucléide au sein des matrices terrestres échantillonnées à proximité immédiate de la côte. Les activités en tritium dans les feuilles de lierre mettent en évidence un marquage lié aux rejets d'effluent à l'atmosphère à proximité du CNPE de Flamanville. Les activités en <sup>14</sup>C dans le lait échantillonné en champ proche et lointain est comparable au bruit de fond sur le territoire français hors influence industrielle (222±7 Bq.kg<sup>-1</sup> C d'après [3]), de même que celle de la salade échantillonnée en champ lointain.

En 2022, les diverses matrices sédimentaires et biologiques collectées dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville sont quasi-systématiquement marquées par le <sup>137</sup>Cs. À une fréquence moindre, d'autres radionucléides artificiels sont également quantifiés dans les sédiments (<sup>60</sup>Co et <sup>241</sup>Am), les algues (<sup>60</sup>Co et <sup>106</sup>Ru/Rh), les crustacés (<sup>60</sup>Co et <sup>241</sup>Am), et les mollusques (<sup>60</sup>Co, <sup>108m</sup>Ag, <sup>110m</sup>Ag, <sup>106</sup>Ru/Rh et <sup>241</sup>Am). Outre la rémanence des retombées atmosphériques globales dans le cas du <sup>137</sup>Cs, les radionucléides artificiels quantifiés dans les matrices marines ont pour la plupart une double origine : les rejets d'effluents liquides de l'usine ORANO La Hague et ceux du CNPE de Flamanville (hormis pour le <sup>241</sup>Am et le <sup>106</sup>Ru/Rh, présents uniquement dans les rejets de l'usine ORANO La Hague). Dans les mollusques, le <sup>110m</sup>Ag est quantifié en champ proche, tandis que le <sup>108m</sup>Ag est quantifié en champ proche et en champ lointain. Il est à noter que le <sup>108m</sup>Ag ne fait pas partie des radionucléides les plus représentés dans les rejets d'effluents radioactifs liquides des CNPE, même s'il peut toutefois être ponctuellement présent. L'<sup>131</sup>I n'est pas détecté dans les algues mesurées à l'état frais en champ proche et lointain du CNPE. Les niveaux d'activité en radionucléides artificiels émetteurs gamma quantifiés dans l'environnement marin proche du CNPE de Flamanville, notamment dans les produits de consommation (crustacés et poissons) restent très faibles. Les activités en tritium organiquement lié dans les différents échantillons prélevés dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville sont dans la gamme des valeurs attendues considérant les niveaux d'activité mesurables dans l'eau de mer, principalement liés à la dispersion des rejets d'effluents liquides de l'usine ORANO La Hague. Par ailleurs, le contexte régional (concentration d'industries nucléaires dans un rayon proche du CNPE) et hydrologique du nord-Cotentin rend difficile une discrimination du marquage spécifique par les rejets du CNPE de Flamanville sur l'environnement marin. Les activités en tritium libre et organiquement lié restent toutefois significativement plus élevées en champ proche qu'en champ lointain dans les algues et les mollusques. Un marquage par le <sup>14</sup>C des algues et des mollusques est également décelable à proximité de l'exutoire des effluents liquides du CNPE de Flamanville.

	RAPPORT RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

## 4.5. Tableaux de résultats

**Tableau 3 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  au sein d'échantillons de sols collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville de 2013 à 2022 dans le cadre du suivi radioécologique.**

Date	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Distance au site	2,5 km	5,0 km	0,7 et 18 km	0,7 et 18 km	0,7 à 18 km	4,8 et 16,5 km	4,8 et 16,5 km	4,8 et 17,0 km	4,8 et 17,0 km	4,9 et 16,51 km
Émetteurs $\gamma$ d'origine artificielle (Bq.kg <sup>-1</sup> .sec)										
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	4,0 (1/1)	3,7 (1/1)	3,3-4,6 (2/2)	2,7-5,6 (2/2)	2,9-7,1 (7-7)	3,3-9,5 (2/2)	3,4-8,9 (2/2)	3,2-5,3 (2/2)	4,26-9,50 (2/2)	2,98-4,26 (2/2)
<sup>57</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>58</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>60</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>110m</sup> Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>106</sup> Ru/Rh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>241</sup> Am	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-

n.a. : non analysé. - : inférieur au seuil de décision.



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

49/  
227

	RAPPORT <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 4 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  au sein d'échantillons de mousses et de lichens collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville de 2013 à 2022 dans le cadre du suivi radioécologique.**

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		
Fractio n	Entier																				
Chroniq ue	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents dominants (>5 km)	
<b>Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup>.sec)</b>																					
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<sup>137</sup> Cs	6,0 (1/1)	3,8 (1/1)	6,02 (1/1)	0,87 (1/1)	0,66 (1/1)	3,29 (1/1)	0,76 (1/1)	1,45 (1/1)	7,25 (1/1)	1,33 (1/1)	0,88 (1/1)	4,12 (1/1)	0,44- 0,56 (3/3)	2,32- 2,57 (2/2)	5,13 (1/1)	-	6,30 (1/1)	8,1 (1/1)	8,0 (1/1)	4,86 (1/1)	2,59 (1/1)
<sup>60</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<sup>60</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<sup>110m</sup> Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<sup>54</sup> Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<sup>124</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<sup>125</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<sup>137</sup> I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Espèces concernées : Polytric, Polytric formosum, Ramatine des Rochers

n.a. : non analysé. - : inférieur au seuil de décision



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 5 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  au sein d'échantillons d'herbe collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville de 2013 à 2022 dans le cadre du suivi radioécologique.**

Année	2013	2014	2015	2016	2017		2018	2019	2021	2022
Fraction	Parties aériennes		Parties aériennes	Parties aériennes	Parties aériennes	Parties aériennes				
Chronique	Flamanville - zone sous les vents (>5 km)	Flamanville - zone sous les vents (>5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)
<i>Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup>.sec)</i>										
<sup>136</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	-	0,154 (1/1)	0,348 (1/1)	0,092 (1/1)	-	0,046-0,057 (2/3)	0,254 (1/1)	-	0,093 (1/1)	-
<sup>138</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>140</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>110m</sup> Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>59</sup> Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>124</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>125</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>131</sup> I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<i>Emetteurs beta (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de dessiccation, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de combustion, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup>.C)</i>										
<sup>3</sup> H libre	n.a.	n.a.	2,6 (1/1)	7,2 (1/1)	0,9 (1/1)	8,78 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<sup>3</sup> H lié	n.a.	n.a.	n.a.	6,2 (1/1)	1,4 (1/1)	5,22 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<sup>14</sup> C	243,2 (1/1)	239 (1/1)	260,5 (1/1)	263,5 (1/1)	243,4 (1/1)	282,4 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Espèces concernées : Herbe de prairie permanente

n.a. : non analysé. - : inférieur au seuil de décision.

	RAPPORT RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 6 - Activités en radionucléides émetteurs β au sein d'échantillons de lierre collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville de 2013 à 2022 dans le cadre du suivi radioécologique.**

Année	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Fraction	Feuilles	Feuilles	Feuilles	Feuilles	Feuilles annuelles	Feuilles annuelles	Feuilles annuelles	Feuilles annuelles	
Chronique	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)
Emetteurs beta ( <sup>3</sup> H libre : Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de dessiccation, <sup>3</sup> H lié : Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de combustion, <sup>14</sup> C : Bq.kg <sup>-1</sup> C)									
<sup>3</sup> H libre	n.a.	6,00 (1/1)	1,82 (1/1)	9,32 (1/1)	3,52 (1/1)	2,40 (1/1)	1,50 (1/1)	8,30 (1/1)	1,8 (1/1)
<sup>3</sup> H lié	n.a.	n.a.	1,29 (1/1)	6,28 (1/1)	3,49 (1/1)	2,90 (1/1)	2,60 (1/1)	4,50 (1/1)	2,9 (1/1)
<sup>14</sup> C	235-245 (4/4)	239-245 (3/3)	235,8 (1/1)	240-258,9 (5/5)	234-245 (4/4)	240-248 (4/4)	230-238 (3/3)	225-234 (3/3)	226-238 (4/4)

Espèces concernées : Lierre commun

n.a. : non analysé, - : inférieur au seuil de décision.

	RAPPORT RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00
		Page : 89/ 108	

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 7 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  au sein d'échantillons de légumes (salades) collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville de 2013 à 2022 dans le cadre du suivi radioécologique.**

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2021		2022	
	Fracton	Feuilles	Feuilles	Parties aériennes	Parties aériennes	Parties aériennes	Parties aériennes	Parties aériennes	Parties aériennes									
Chronique	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)
<b>Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup>.sec)</b>																		
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	1,03 (1/1)	0,40 (1/1)	0,432 (1/1)	0,192 (1/1)	0,542 (1/1)	0,293 (1/1)	0,412 (1/1)	-	1,16 (1/1)	-	-	-	0,95 (1/1)	0,118 (1/1)	0,545 (1/1)	-	-	-
<sup>55</sup> Co	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>60</sup> Co	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>109m</sup> Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>54</sup> Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>124</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>125</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>131</sup> I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	n.a.	n.a.								
<b>Emetteurs beta (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de dessication, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de combustion, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C)</b>																		
<sup>3</sup> H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2,5 (1/1)	n.a.	2,7 (1/1)	2,06 (1/1)	1,73 (1/1)	n.a.	1,46 (1/1)	1,9 (1/1)	2 (1/1)	1,2 (1/1)n.a.	2,7 (1/1)	2,7 (1/1)	2,7 (1/1)
<sup>3</sup> H lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2,6 (1/1)	n.a.	2,4 (1/1)	1,69 (1/1)	2,78 (1/1)	n.a.	1,69 (1/1)	3,0 (1/1)	2,7 (1/1)	1,1 (1/1)	1,9 (1/1)	1,9 (1/1)	1,9 (1/1)
<sup>14</sup> C	250 (1/1)	229 (1/1)	410 (1/1)	303 (1/1)	233 (1/1)	237 (1/1)	243 (1/1)	244 (1/1)	247 (1/1)	245 (1/1)	233 (1/1)	237 (1/1)	259 (1/1)	266 (1/1)	232 (1/1)	229 (1/1)	229 (1/1)	229 (1/1)

Espèces concernées : Laitue, Salades

n.a. : non analysé. - : inférieur au seuil de décision.



Sur réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 8 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  au sein d'échantillons de lait collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville de 2013 à 2022 dans le cadre du suivi radioécologique.**

Année	2013	2014	2015	2016	2017		2018	2019	2020	2021	2022		
	Entier	Entier	Entier	Entier	Entier	Phase grasse	Entier	Entier	Entier	Entier	Entier	Entier	
Chronique	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (>5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (>5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (>5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (>5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville - zone sous les vents (>5 km)	Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Flamanville - zone sous les vents (<5 km)
<b>Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.L<sup>-1</sup>)</b>													
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	n.a.	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	0,0056 (1/1)	0,0099 (1/1)	0,0044 (1/1)	0,0063 (1/1)	0,0070 (1/1)	0,0032 (1/1)	n.a.	0,0052 (1/1)	0,005 (1/1)	n.a.	-	0,0119 (1/1)	0,0050 (1/1)
<sup>51</sup> Co	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	n.a.	-	-	-
<sup>60</sup> Co	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	n.a.	-	-	-
<sup>110m</sup> Ag	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	n.a.	-	-	-
<sup>54</sup> Mn	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	n.a.	-	-	-
<sup>124</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	n.a.	-	-	-
<sup>125</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	n.a.	-	-	-
<sup>131</sup> I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<b>Emetteurs beta (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de dessiccation, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de combustion, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C ; <sup>90</sup>Sr : Bq.L<sup>-1</sup>)</b>													
<sup>3</sup> H libre	1,10 (1/1)	0,80 (1/1)	0,70 (1/1)	0,80 (1/1)	1,32 (1/1)	1,00 (1/1)	n.a.	1,66 (1/1)	1,20 (1/1)	0,90 (1/1)	1,00 (1/1)	2 (1/1)	-
<sup>3</sup> H lié	1,40 (1/1)	2,30 (1/1)	1,10 (1/1)	1,80 (1/1)	1,4 (1/1)	1,53 (1/1)	-	0,86 (1/1)	1,40 (1/1)	n.a.	1,70 (1/1)	2,5 (1/1)	1,6 (1/1)
<sup>14</sup> C	270 (1/1)	n.a.	237-239 (4/4)	235-239 (3/3)	235,3 (1/1)	241 (1/1)	236,2 (1/1)	241 (1/1)	243 (1/1)	242 (1/1)	248 (1/1)	231 (1/1)	228 (1/1)
<sup>90</sup> Sr	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,0133 (1/1)	0,0183 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Espèces concernées : Lait de vache

n.a. : non analysé. - : inférieur au seuil de décision.

	RAPPORT <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 9 - Activités en radionucléides émetteurs β au sein d'échantillons d'eau de boisson collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville de 2013 à 2022 dans le cadre du suivi radioécologique.**

Date	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Distance au site	4,0 km	5,0 km	5,0 km	5,0 km	5,0 km	4,8 km	4,8 km	-	4,8 km	4,9 km
<b>Émetteurs β (H libre : Bq.L<sup>-1</sup>)</b>										
<sup>3</sup> H libre	-	-	-	-	-	-	0,9 (1/1)	n.a.	-	-

n.a. : non analysé. - : inférieur au seuil de décision.

	RAPPORT RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 10 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  au sein d'échantillons de sédiments collectés dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville de 2013 à 2022 dans le cadre du suivi radioécologique.**

Date	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Distance au site	3 à 20 km	2,2 à 20,3 km	2,7 à 20,3 km	2,2 et 19,1 km	2,2 à 20,3 km	2,18 à 20,3 km				
<b>Émetteurs <math>\gamma</math> d'origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup> sec)</b>										
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	0,11-1,06 (3/3)	0,11-0,97 (3/3)	0,26-1,13 (2/3)	0,24-0,64 (2/3)	0,09-1,72 (4/4)	0,27-3,72 (3/3)	0,44-2,94 (3/3)	0,46-2,79 (2/2)	0,32-2,97 (3/3)	0,29-3,71 (3/3)
<sup>58</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>60</sup> Co	1,1 (1/3)	0,93 (1/3)	0,59 (1/3)	0,40 (1/3)	0,57-1,83 (3/4)	0,66-5,40 (2/3)	0,62-3,14 (2/3)	0,23-2,87 (2/2)	0,52-2,33 (2/3)	0,28-3,28(2/3)
<sup>110m</sup> Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>106</sup> Ru/Rh	-	-	-	-	-	5,8 (1/3)	-	-	3,90 (1/3)	-
<sup>241</sup> Am	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,85-1,39 (3/3)	0,65-1,96 (3/3)
<b>Émetteurs <math>\beta</math> (<sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-3</sup> d'eau de combustion, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-4</sup> C)</b>										
<sup>3</sup> H lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	3,5 (1/2)
<sup>14</sup> C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	305,6-306,5 (2/3)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	264,6-269,7 (2/2)

n.a. : non analysé. - : inférieur au seuil de décision.

	RAPPORT RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 11 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  au sein d'échantillons d'algues collectés dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville de 2013 à 2022 dans le cadre du suivi radioécologique.**

Date	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Déclassement au site	0,5 à 25 km	0,5 à 25 km	3 à 25 km	3 à 25 km	3 à 25 km	1,6 à 22,8 km	2,1 à 22,8 km	3,0 et 22,7 km	1,7 à 22,9 km	1,7 à 23,0 km
Émetteurs $\gamma$ d'origine artificielle (Bq.kg <sup>-1</sup> .sec)										
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	0,14-0,24 (4/4)	0,21-0,25 (4/4)	0,14-0,26 (3/3)	0,17-0,23 (3/3)	0,15-0,44 (4/4)	0,18-0,24 (2/3)	0,15-0,27 (2/3)	0,19 (2/2)	0,12-0,163 (3/3)	0,18-0,24 (3/3)
<sup>57</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>58</sup> Co	-	-	-	0,18 (1/3)	-	-	-	-	-	-
<sup>60</sup> Co	0,3-1,3 (4/4)	0,29-1,10 (4/4)	0,24-0,96 (2/3)	0,27-1,10 (3/3)	0,18-0,50 (4/4)	0,23-0,88 (3/3)	0,21-0,62 (3/3)	0,29-0,59 (2/2)	0,490 (1/3)	0,37-0,39 (2/3)
<sup>110m</sup> Ag	-	-	-	-	-	0,17 (1/3)	-	-	-	-
<sup>106</sup> Ru/Rh	-	1,5 (1/4)	-	1,4 (1/3)	2,1-2,7 (2/4)	5,2 (1/3)	-	1,63 (1/2)	2,74 (1/3)	1,14-2,60 (2/3)
<sup>241</sup> Am	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>131</sup> I	-	-	-	-	-	-	1,57 (1/2)	-	-	-

Date	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Déclassement au site	0,5 à 25 km	0,5 à 25 km	3 et 25 km	3 et 25 km	3 à 25 km	3,1 et 22,8 km	2,1 à 22,8 km	3,0 et 22,7 km	3,1 et 22,9 km	3,1 à 23,0 km
Émetteurs $\beta$ (H libre : Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de dessiccation, <sup>3</sup> H lié : Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de combustion ; <sup>14</sup> C : Bq.kg <sup>-1</sup> .C ; <sup>59</sup> Fe : Bq.kg <sup>-1</sup> .sec ; <sup>63</sup> Ni : Bq.kg <sup>-1</sup> .sec)										
<sup>3</sup> H libre	n.a.	n.a.	2,7-7,3 (2/2)	1,8-4,1 (2/2)	3,3-8,5 (3/3)	2,0-4,4 (2/2)	1,9-4,6 (2/2)	n.a.	2,30-6,80 (2/2)	2,7-8,0 (2/2)
<sup>3</sup> H lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	3,7-10,8 (3/3)	3,9-7,8 (2/2)	3,8-11,0 (2/2)	n.a.	3,40-8,70 (2/2)	2,5-10,4 (2/2)
<sup>14</sup> C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	285-513 (3/3)	289-484 (2/2)	281-459 (2/2)	n.a.	281,5-400,8 (2/2)	272,8-372,7 (2/2)
<sup>59</sup> Fe	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	-	n.a.	-	-
<sup>63</sup> Ni	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,409-0,530 (3/3)	0,469-0,97 (2/2)	0,55-1,58 (2/2)	n.a.	0,50-0,97 (2/2)	0,49-1,03 (2/2)

Espèces concernées : Fucus dentelé, Fucus spirale, Fucus vésiculeux ; n.a. : non analysé. - : inférieur au seuil de décision.



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

57/  
227

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 12 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  au sein d'échantillons de mollusques collectés dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville de 2013 à 2022 dans le cadre du suivi radioécologique.**

Date	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Distance au site	2 à 25 km	2 à 25 km	2 à 25 km	2 à 25 km	2 à 25 km	2,0 à 22,8 km	2,0 à 22,8 km	2,6 et 22,7 km	1,1 à 22,9 km	1,1 à 23,0 km
<b>Émetteurs <math>\gamma</math> d'origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup> frais)</b>										
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	0,02 (2/5)	0,016-0,031 (4/5)	0,009-0,030 (4/4)	0,012-0,013 (3/4)	0,016-0,024 (5/5)	0,013-0,022 (3/3)	0,017 (1/3)	0,011 (1/2)	0,0111-0,0171 (2/3)	0,0162-0,0259 (3/3)
<sup>57</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>58</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>60</sup> Co	0,03-0,04 (4/5)	0,017-0,029 (4/5)	0,027-0,030 (2/4)	0,009-0,041 (3/4)	0,017-0,041 (5/5)	0,045 (1/3)	0,028 (1/3)	0,016-0,025 (2/2)	-	0,0154 (1/3)
<sup>110m</sup> Ag	-	-	0,020-0,021 (2/4)	0,025-0,039 (3/4)	0,035-0,059 (4/5)	0,049-0,083 (2/3)	0,034 (1/3)	0,039 (1/2)	0,0271-0,071 (2/3)	0,0194-0,0430 (2/3)
<sup>108m</sup> Ag	-	0,019-0,029 (2/5)	0,015-0,032 (4/4)	0,011-0,088 (3/4)	0,024-0,051 (2/5)	0,040 (1/3)	0,016-0,033 (3/3)	0,011-0,023 (2/2)	0,0216-0,0512 (2/3)	0,0239-0,0355 (2/3)
<sup>106</sup> Ru/Rh	0,12-0,16 (3/5)	0,15 (1/5)	0,16-0,23 (2/4)	0,19-0,28 (2/4)	0,13-0,77 (4/5)	0,19-0,82 (3/3)	-	0,35 (1/2)	0,415 (1/3)	0,181-0,405 (2/3)
<sup>241</sup> Am	0,02-0,03 (2/5)	0,021-0,023 (2/5)	0,012-0,032 (2/4)	0,013-0,017 (2/4)	0,016-0,030 (3/5)	-	0,018 (1/3)	0,025 (1/2)	0,023 (1/3)	0,0127-0,0225 (2/3)

Date	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Distance au site	3 et 25 km	2 à 25 km	2,5 et 22,8 km	2,0 à 22,8 km	2,6 et 22,7 km	2,4 et 22,9 km	2,8 et 23,0 km			

<b>Émetteurs <math>\beta</math> (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de dessiccation, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de combustion ; <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C)</b>										
<sup>3</sup> H libre	2,0-2,5 (2/2)	2,7-16,2 (2/2)	2,5-8,1 (2/2)	2,4-2,6 (2/2)	2,9-8,2 (2/2)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<sup>3</sup> H lié	3,7-8,1 (2/2)	2,6-11,2 (2/2)	3,3-8,8 (2/2)	3,8-7,8 (2/2)	2,4-10,1 (4/4)	3,2-8,5 (2/2)	3,10-9,9 (2/2)	2,1-14,2 (2/2)	3,5-8,6 (2/2)	4,5-9,2 (2/2)
<sup>14</sup> C	290-470 (2/2)	281-468 (2/2)	281-496 (2/2)	289-525 (2/2)	291-543 (4/4)	293-471 (2/2)	293-491 (2/2)	316-520 (2/2)	292-412 (2/2)	277-411 (2/2)

Espèces concernées : Bulot, Patelle

n.a. : non analysé. - : inférieur au seuil de décision.



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

58/  
227

	RAPPORT RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 13 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  au sein d'échantillons de crustacés collectés dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville de 2013 à 2022 dans le cadre du suivi radioécologique.**

Date	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Distance au site	2 et 20 km	2 et 20 km	2 et 20 km	2 et 20 km	2 et 20 km	2 km	2 km	1,1 km	1,1 km	1,1 et 20,6 km
<b>Émetteurs <math>\gamma</math> d'origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup> frais)</b>										
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	0,04-0,05 (2/3)	0,038 (1/3)	0,040 (1/3)	0,023 (1/3)	-	-	0,022 (1/1)	0,061 (1/1)	-	0,041 (1/2)
<sup>57</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>58</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>60</sup> Co	0,07 (1/3)	0,02 (1/3)	0,015 (1/3)	-	-	-	-	-	-	0,082 (1/2)
<sup>110m</sup> Ag	-	-	0,035 (1/3)	0,046 (1/3)	-	-	-	-	-	-
<sup>109m</sup> Ag	-	0,034 (1/3)	0,080 (1/3)	0,018 (1/3)	-	-	-	-	-	-
<sup>106</sup> Ru/Rh	-	-	0,11 (1/3)	-	-	-	-	-	-	-
<sup>241</sup> Am	-	0,035 (1/3)	0,013 (1/3)	0,016 (1/3)	-	-	-	-	-	0,029 (1/2)

Date	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Distance au site	2 et 20 km	2 et 20 km	2 et 20 km	2 et 20 km	2 et 20 km	2 km	2 km	1,1 km	1,1 km	1,1 et 20,6 km
<b>Émetteurs <math>\beta</math> (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de dessiccation, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de combustion ; <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C)</b>										
<sup>3</sup> H libre	n.a.	n.a.	6,1-7,3 (2/2)	8,1-10,10 (2/2)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<sup>3</sup> H lié	n.a.	n.a.	4,8-12,0 (2/2)	5,2-12,1 (2/2)	9,4-13,0 (2/2)	7,1 (1/1)	8,2 (1/1)	7,8 (1/1)	9,5 (1/1)	6,1-6,8 (2/2)
<sup>14</sup> C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	377 (1/1)	376 (1/1)	408 (1/1)	320-345 (2/2)

Espèces concernées : Araignée de mer, Homard gammarus, Tourteau

n.a. : non analysé. - : inférieur au seuil de décision.



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

59/  
227

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 14 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  au sein d'échantillons de poissons collectés dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville de 2013 à 2022 dans le cadre du suivi radioécologique.**

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
Fraction	Muscle		Muscle		Muscle		Muscle		Muscle		Muscle									
Chronique	Flamanville - champ lointain	Flamanville - champ proche	Flamanville - champ lointain	Flamanville - champ proche	Flamanville - champ lointain	Flamanville - champ proche	Flamanville - champ lointain	Flamanville - champ proche	Flamanville - champ lointain	Flamanville - champ proche										
<b>Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup> frais)</b>																				
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0080 (1/1)	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	0,058-0,153 (2/2)	0,0364-0,175 (2/2)	0,069-0,154 (2/2)	0,0555-0,193 (2/2)	0,086-0,093 (2/2)	0,0553-0,167 (2/2)	0,0629-0,140 (2/2)	0,0485-0,193 (2/2)	0,126 (1/1)	0,192 (1/1)	0,184 (1/1)	0,172 (1/1)	0,195 (1/1)	0,167 (1/1)	0,171 (1/1)	-	-	-	-	-
<sup>54</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>60</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>110m</sup> Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>51</sup> Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>125</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>125</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>131</sup> I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.								
<b>Emetteurs beta (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de dessiccation, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de combustion, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C)</b>																				
<sup>3</sup> H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4,9 (1/1)	12,8 (1/1)	13,1 (1/1)	19,8 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<sup>3</sup> H lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	5,3 (1/1)	11,6 (1/1)	11,3 (1/1)	17,1 (1/1)	4,39 (1/1)	13,2 (1/1)	14,3 (1/1)	13,2 (1/1)	11,7 (1/1)	11,3 (1/1)	12,5 (1/1)	-	-	-	-	-
<sup>14</sup> C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	318 (1/1)	550 (1/1)	437 (1/1)	292 (1/1)	347 (1/1)	548 (1/1)	505 (1/1)	590 (1/1)	453 (1/1)	472 (1/1)	450 (1/1)	-	-	-	-	-

Espèces concernées : Plie commune ou Carrelet, Sole, Vieille

n.a. : non analysé. - : inférieur au seuil de décision.

	RAPPORT <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 15 - Teneur en matière organique et caractéristiques granulométriques des échantillons de sol collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Frais/sec	Fractions	%
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	03/06/2022	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	≤ 2 mm	12/12/2022	sec	1,10	Matière organique	4,8±0,2
									Argile (< 2µm)	11,3±0,5
									Limons fins	10,4±0,6
									Limons grossiers	17,6±0,9
									Sables fins	25,7±1,0
Sables grossiers	35,0±1,2									
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Sortosville-an-Beaumont	08/09/2022	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	≤ 2 mm	12/12/2022	sec	1,12	Matière organique	3,7±0,2
									Argile (< 2µm)	12,6±0,6
									Limons fins	17,3±0,8
									Limons grossiers	30,6±1,4
									Sables fins	24,8±1,0
Sables grossiers	14,7±0,8									

Dans les tableaux des pages suivantes, pour le milieu terrestre :

Prélèvements hors vents dominants de l'installation (> 5km)
Prélèvements sous les vents dominants de l'installation (< 5km)
Prélèvements sous les vents dominants de l'installation (> 5km)
Prélèvement d'eau phréatique hors aval hydraulique



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

61/  
227

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 16 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  d'origine naturelle au sein des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	<sup>40</sup> K	Famille du <sup>232</sup> Th		Famille de <sup>235</sup> U			<sup>226</sup> Ra	Unité
										<sup>228</sup> Ac	<sup>228</sup> Th	<sup>230</sup> Pa	<sup>210</sup> Pb			
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Surtainville	29/08/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	Cendre	27,41	28/11/2022	1 900±150	≤ 0,58	≤ 1,5	≤ 19	11,9±2,1	153±13	Bq.Kg <sup>-1</sup> sec	
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville	13/06/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	Cendre	3,38	31/08/2022	583±42	4,44±0,35	≤ 0,42	≤ 4,9	13,3±1,6	165±13	Bq.Kg <sup>-1</sup> sec	
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	31/01/2022	Mousses terrestres	Polytric	Entier	Frais	1,18	04/02/2022	223±13	≤ 1,5	n.a.	n.a.	n.a.	390±22	Bq.Kg <sup>-1</sup> sec	
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	03/06/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	Cendre	8,05	31/08/2022	44,9±3,4	≤ 0,017	≤ 0,040	≤ 0,55	≤ 0,055	≤ 0,071	Bq.L <sup>-1</sup>	
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Le Rozel	07/09/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	Cendre	8,07	28/11/2022	47,0±3,6	≤ 0,020	≤ 0,052	≤ 0,67	≤ 0,067	≤ 0,067	Bq.L <sup>-1</sup>	
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Sortosville-en-Beaumont	08/09/2022	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	≤ 2 mm	Sec	1,12	12/10/2022	487±34	44,7±4,9	38±7	41±11	50±15	≤ 1,7	Bq.Kg <sup>-1</sup> sec	
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	03/06/2022	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	≤ 2 mm	Sec	1,10	12/10/2022	449±31	31,3±3,5	26±5	29±9	40±12	≤ 5,0	Bq.Kg <sup>-1</sup> sec	

n.a. : non analysé.



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

62/  
227

	RAPPORT <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 17 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  d'origine artificielle au sein des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>57</sup> Co	<sup>60</sup> Co	<sup>65</sup> Zn	<sup>109m</sup> Ag	<sup>54</sup> Mn	<sup>124</sup> Sb	<sup>125</sup> Sb	<sup>131</sup> I*	Unité
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Surtainville	29/08/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	Cendre	27,41	28/11/2022	≤ 0,12	≤ 0,12	≤ 0,059	≤ 0,31	≤ 0,17	≤ 0,19	≤ 0,15	≤ 0,27	≤ 0,27	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville	13/06/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	Cendre	3,38	31/08/2022	≤ 0,035	≤ 0,033	≤ 0,017	≤ 0,083	≤ 0,056	≤ 0,056	≤ 0,049	≤ 0,076	≤ 0,090	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	31/01/2022	Mousses terrestres	Polytrich	Entier	Frais	1,18	04/02/2022	≤ 0,35	2,59±0,59	≤ 0,15	≤ 0,35	≤ 0,47	≤ 0,35	≤ 0,35	≤ 0,35	≤ 0,82	≤ 0,38	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	03/06/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	Cendre	8,05	31/08/2022	≤ 0,0038	0,0050±0,0019	≤ 0,0021	≤ 0,0095	≤ 0,0055	≤ 0,0055	≤ 0,0047	≤ 0,0087	≤ 0,0087	n.a.	Bq.L <sup>-1</sup>
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Le Rozel	07/09/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	Cendre	8,07	28/11/2022	≤ 0,0037	0,0119±0,0026	≤ 0,0020	≤ 0,0096	≤ 0,0067	≤ 0,0059	≤ 0,0052	≤ 0,0089	≤ 0,0096	n.a.	Bq.L <sup>-1</sup>
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Sortosville-en-Beaumont	08/09/2022	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	≤ 2 mm	Sec	1,12	12/10/2022	≤ 0,14	4,26±0,32	≤ 0,11	≤ 0,18	≤ 0,16	≤ 0,19	≤ 0,19	≤ 0,19	≤ 0,42	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	03/06/2022	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	≤ 2 mm	Sec	1,10	12/10/2022	≤ 0,14	2,98±0,24	≤ 0,14	≤ 0,44	≤ 0,15	≤ 0,22	≤ 0,21	≤ 0,50	≤ 0,39	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec

n.a. : non analysé. \* Du fait de sa courte période radioactive, l'<sup>131</sup>I a été analysé sur des échantillons frais.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 18 - Activités en tritium libre (HTO) mesurées au sein des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	<sup>3</sup> H libre (Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de dessiccation)	<sup>3</sup> H libre (Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou frais ou Bq.L <sup>-1</sup> )	Unité
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Surtainville	29/08/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	21,95	01/12/2022	2,7±0,9	2,58±0,86	Frais
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville	17/05/2022	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	3,92	05/10/2022	1,8±0,8	1,34±0,60	Frais
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	17/05/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	7,36	05/10/2022	≤ 0,70	≤ 0,60	Liquide
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Le Rozel	07/09/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	7,63	01/12/2022	2,0±0,8	1,74±0,70	Liquide
Flamanville - Eau phréatique hors aval hydraulique	Siouville-Hague	03/06/2022	Eaux de boisson	Eau de boisson	Filtrée 0,2µm	-	05/10/2022	≤ 0,70	≤ 0,70	Liquide

n.a. : non analysé.

**Tableau 19 - Activités en tritium organiquement lié (TOL) mesurées au sein des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg <sup>-1</sup> frais ou Bq.L <sup>-1</sup> )	Unité
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Surtainville	29/08/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	21,95	10/01/2023	1,9±0,8	0,049±0,021	Frais
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Flamanville	17/05/2022	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	3,92	06/10/2022	2,9±0,8	0,47±0,13	Frais
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	17/05/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	7,36	24/10/2022	1,6±0,7	0,161±0,071	Liquide
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Le Rozel	07/09/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	7,63	10/01/2023	2,5±0,8	0,255±0,082	Liquide

n.a. : non analysé.



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

	RAPPORT RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 20 - Activités en <sup>14</sup>C mesurées au sein des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du CNPE de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélevement	Nature	Espèce	Fraction	Frais /Sec	Date de mesure <sup>14</sup> C	<sup>14</sup> C (Bq.kg <sup>-1</sup> C)	<sup>14</sup> C (Bq.kg <sup>-1</sup> frais ou Bq.L <sup>-1</sup> d'ECH)	C <sub>1011</sub> (g.kg <sup>-1</sup> frais ou g.L <sup>-1</sup> d'ECH)	δ <sup>13</sup> C/ <sup>12</sup> C (‰)	pPMC (%)	Unité
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Surtainville	29/08/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	21,95	03/06/2023	229±11	4,10±0,20	18	-27,53	101,8±4,9	Frais
Flamanville - zone sous les vents (<5 km)	Siouville-Hague	17/05/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	7,36	26/08/2022	228±11	16,03±0,77	70	-20,92	100,1±4,8	Liquide
Flamanville - zone hors vents dominants (>5 km)	Le Rozel	07/09/2022	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	7,63	25/06/2023	231±11	16,02±0,76	69	-28,32	102,9±4,9	Liquide

	RAPPORT <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 21 - Teneur en matière organique et caractéristiques granulométriques des échantillons de sédiment collectés dans l'environnement marin du CNPE de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Frais/sec	Fractions	%
Flamanville - champ proche	Flamanville	04/01/2022	Sédiments	Sédiments	≤ 2 mm	12/12/2022	Sec	2,49	Matière organique	5,3±0,3
									Argile (< 2µm)	20,8±0,8
									Limons fins	31,6±1,3
									Limons grossiers	39,8±1,8
									Sables fins	6,9±0,6
									Sables grossiers	0,9±0,5
Flamanville - champ lointain ss influence edf et orano	Auderville	04/01/2022	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	12/12/2022	sec	1,27	Matière organique	0,2±0,2
									Argile (< 2µm)	1,8±0,3
									Limons fins	0,3±0,2
									Limons grossiers	0,1±0,1
									Sables fins	1,1±0,5
									Sables grossiers	96,7±0,2
Flamanville - champ lointain	Barneville-Carteret	03/02/2022	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	12/12/2022	sec	1,45	Matière organique	1,3±0,4
									Argile (< 2µm)	10,1±0,5
									Limons fins	6,7±0,4
									Limons grossiers	14,4±0,8
									Sables fins	62,0±1,7
									Sables grossiers	6,8±0,6

Dans les tableaux des pages suivantes, pour le milieu marin :

Prélèvements en champ lointain et hors influence potentielle du dispositif de rejet des effluents liquides du CNPE
Prélèvements en champ lointain et sous influence potentielle du dispositif de rejet des effluents liquides du CNPE et situé à proximité de l'usine ORANO
Prélèvements en champ proche et sous influence potentielle du dispositif de rejet des effluents liquides du CNPE



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 22 - Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  d'origine naturelle au sein des échantillons collectés dans l'environnement marin du site de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	<sup>40</sup> K	Famille de <sup>232</sup> Th		Famille de <sup>238</sup> U		<sup>70</sup> Se	Unité
										<sup>228</sup> Ac	<sup>228</sup> Th	<sup>232</sup> Pa	<sup>210</sup> Pb		
Flamanville - champ lointain	Barneville-Carteret	03/02/2022	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	Sec	1,45	09/05/2022	271±19	14,6±1,7	17,4±3	≤ 13	28±6	13,5±2,1	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ lointain ss influence edf et orano	Auderville	04/01/2022	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	Sec	1,27	06/07/2022	385±27	7,4±0,5	9,7±1,8	≤ 12	12,4±3	≤ 6,0	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ proche	Flamanville	04/01/2022	Sédiments	Sédiments	≤ 2 mm	Sec	2,49	06/05/2022	543±37	41±4,4	59±8	41±15	113±22	6,7±3,6	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ proche	Stouville-Hague	31/01/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Entier	Frais	4,14	31/01/2022	1 388±54	6,2±3,7	n.a.	n.a.	n.a.	25,3±6,6	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ proche	Stouville-Hague	31/01/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Entier	Cendre	4,14	06/05/2022	1 360±110	5,81±0,49	18,8±2,1	22,6±7,2	5,1±1,1	26,5±2,3	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ proche	Flamanville	09/09/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Entier	Cendre	4,65	28/11/2022	882±69	5,91±0,51	14,5±1,8	24,0±8,4	4,20±0,94	14,3±1,6	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	03/02/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Entier	Frais	4,71	03/02/2022	1 408±56	8,9±4,2	n.a.	n.a.	n.a.	15,1±6,1	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	03/02/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Entier	Cendre	4,71	06/05/2022	1 390±110	8,6±1,0	11,2±1,5	≤ 12	4,6±1,0	33,0±2,7	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ proche	Flamanville au large	28/07/2022	Crustacés aquatiques	Araignée de mer Maja squinado	Entier	Cendre	2,38	18/11/2022	70,3±5,6	1,48±0,22	1,45±0,24	≤ 3,1	1,96±0,41	0,92±0,44	Bq.kg <sup>-1</sup> frats
Flamanville - champ lointain	Carteret au large	29/08/2022	Crustacés aquatiques	Homard Homarus gammarus	Entier	Cendre	3,23	28/11/2022	55,7±4,6	0,67±0,15	≤ 0,31	≤ 5,3	≤ 0,49	≤ 0,56	Bq.kg <sup>-1</sup> frats
Flamanville - champ proche	Tréauville	03/01/2022	Mollusques aquatiques	Patelle Patella vulgata	Chair	Cendre	5,01	17/10/2022	59,4±4,6	0,251±0,039	0,498±0,081	≤ 1,0	4,17±0,77	11,3±1,5	Bq.kg <sup>-1</sup> frats
Flamanville - champ proche	Flamanville au large	23/07/2022	Mollusques aquatiques	Bulot Buccinum undatum	Chair	Cendre	3,87	18/11/2022	111,6±8,7	≤ 0,030	0,276±0,032	≤ 0,92	0,52±0,10	0,365±0,099	Bq.kg <sup>-1</sup> frats
Flamanville - champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	02/02/2022	Mollusques aquatiques	Patelle Patella vulgata	Chair	Cendre	5,57	28/11/2022	52,5±4,2	0,464±0,075	0,97±0,15	1,59±0,94	1,59±0,33	≤ 3,8	Bq.kg <sup>-1</sup> frats
Flamanville - champ proche	Flamanville au large	22/07/2022	Poissons	Vieille Labrus bergylta	Muscle	Cendre	4,61	28/11/2022	117,0±8,6	≤ 0,036	≤ 0,086	≤ 1,1	≤ 0,11	≤ 0,23	Bq.kg <sup>-1</sup> frats

n.a. : non analysé.



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

67/  
227

	RAPPORT RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 23 - Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle au sein des échantillons collectés dans l'environnement marin du site de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélevement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais / Sec	Date de mesure	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Co	<sup>60</sup> Co	<sup>109m</sup> Ag	<sup>54</sup> Mn	<sup>124</sup> Sb	<sup>125</sup> Sb	<sup>241</sup> Am	<sup>106m</sup> Ru/Rh	<sup>108m</sup> Ag	<sup>131</sup> I	Unité
Flamanville - champ lointain	Baveville-Carteret	03/02/2022	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	Sec	Frais	09/05/2022	≤ 0,11	0,76± 0,09	≤ 0,23	0,28± 0,07	≤ 0,15	≤ 0,14	≤ 0,28	≤ 0,30	0,91± 0,14	≤ 1,2	≤ 0,12	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ lointain ss influence edf et orano	Auderville	04/01/2022	Sédiments	Sable de plage	≤ 2 mm	Sec	Frais	06/07/2022	≤ 0,100	0,29± 0,06	≤ 0,50	≤ 0,12	≤ 0,17	≤ 0,13	≤ 0,60	≤ 0,25	0,65± 0,12	≤ 1,1	≤ 0,11	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ proche	Flamanville	04/01/2022	Sédiments	Sédiments	≤ 2 mm	Sec	Frais	06/05/2022	≤ 0,19	3,71± 0,3	≤ 0,50	3,28± 0,28	≤ 0,28	≤ 0,25	≤ 0,70	≤ 0,50	1,96± 0,35	≤ 2,2	≤ 0,21	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ proche	Stouville-Hague	31/01/2022	Algues	Fucus serratus	Entier	Frais	Frais	31/01/2022	≤ 0,83	≤ 1,0	≤ 1,2	≤ 1,2	≤ 0,83	≤ 1,2	≤ 0,83	≤ 2,1	n.a.	≤ 7,0	n.a.	≤ 0,62	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ proche	Stouville-Hague	31/01/2022	Algues	Fucus serratus	Entier	Cendre	Frais	06/05/2022	≤ 0,095	0,237± 0,054	≤ 0,26	0,370± 0,069	≤ 0,15	≤ 0,12	≤ 0,23	≤ 0,23	≤ 0,13	2,60± 0,57	≤ 0,13	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ proche	Flamanville	09/09/2022	Algues	Fucus serratus	Entier	Cendre	Frais	28/11/2022	≤ 0,092	0,189± 0,057	≤ 0,22	0,393± 0,081	≤ 0,14	≤ 0,12	≤ 0,20	≤ 0,24	≤ 0,098	1,14± 0,57	≤ 0,14	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	03/02/2022	Algues	Fucus serratus	Entier	Frais	Frais	03/02/2022	≤ 0,94	0,99± 0,99	≤ 0,94	≤ 1,4	≤ 0,94	≤ 1,4	≤ 0,94	≤ 1,9	n.a.	≤ 15	n.a.	≤ 0,66	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	03/02/2022	Algues	Fucus serratus	Entier	Cendre	Frais	06/05/2022	≤ 0,087	0,180± 0,047	≤ 0,22	≤ 0,12	≤ 0,12	≤ 0,11	≤ 0,20	≤ 0,22	≤ 0,11	≤ 0,95	≤ 0,12	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ proche	Flamanville au large	28/07/2022	Crustacés aquatiques	Araignée de mer Maja squinado	Entier	Cendre	Frais	18/11/2022	≤ 0,027	0,041± 0,015	≤ 0,070	0,082± 0,019	≤ 0,044	≤ 0,031	≤ 0,082	≤ 0,078	0,029± 0,017	≤ 0,31	≤ 0,039	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Flamanville - champ lointain	Carteret au large	29/08/2022	Crustacés aquatiques	Homard Homarus gammarus	Entier	Cendre	Frais	28/11/2022	≤ 0,029	≤ 0,031	≤ 0,068	≤ 0,038	≤ 0,045	≤ 0,034	≤ 0,068	≤ 0,082	≤ 0,030	≤ 0,31	≤ 0,044	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Flamanville - champ proche	Tréauville	03/01/2022	Mollusques aquatiques	Patelle Patella vulgata	Chair	Cendre	Frais	17/10/2022	≤ 0,0089	0,0259± 0,0050	≤ 0,12	0,0154± 0,0066	0,043± 0,010	≤ 0,014	≤ 0,17	≤ 0,023	0,0127± 0,0054	0,405± 0,085	≤ 0,010	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Flamanville - champ proche	Flamanville au large	23/07/2022	Mollusques aquatiques	Bulot Buccinum undatum	Chair	Cendre	Frais	18/11/2022	≤ 0,0065	0,0162± 0,0035	≤ 0,020	≤ 0,0094	0,0194± 0,0050	≤ 0,0082	≤ 0,020	≤ 0,015	≤ 0,0092	0,181± 0,040	0,0355± 0,0042	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Flamanville - champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	02/02/2022	Mollusques aquatiques	Patelle Patella vulgata	Chair	Cendre	Frais	28/11/2022	≤ 0,014	0,0173± 0,0070	≤ 0,21	≤ 0,020	≤ 0,033	≤ 0,021	≤ 0,33	≤ 0,038	0,0225± 0,0089	≤ 0,19	0,0239± 0,0061	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Flamanville - champ proche	Flamanville au large	22/07/2022	Poissons	Vieille Labrus bergylla	Muscle	Cendre	Frais	28/11/2022	≤ 0,0071	0,171± 0,014	≤ 0,027	≤ 0,011	≤ 0,013	≤ 0,0100	≤ 0,027	≤ 0,017	≤ 0,0100	≤ 0,086	≤ 0,0100	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> frais

n.a. : non analysé. \* Du fait de sa courte période radioactive, l'<sup>131</sup>I a été analysé sur des échantillons frais.



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

68/  
227

	RAPPORT RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 24 - Activités en tritium libre (HTO) mesurées au sein des échantillons collectés dans l'environnement marin du site de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frac/Sec	Date de mesure	<sup>3</sup> H libre (Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de dessiccation)	<sup>3</sup> H libre (Bq.kg <sup>-1</sup> frac)
Flamanville - champ proche	Stouville-Hague	31/01/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Entier	5,01	17/05/2022	8,0±1,2	6,40±0,96
Flamanville - champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	03/02/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Entier	4,63	17/05/2022	2,7±0,8	2,12±0,63

	RAPPORT <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 25 - Activités en tritium organiquement lié (TOL) mesurées au sein des échantillons collectés dans l'environnement marin du site de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou frais)	Unité
Flamanville - champ proche	Flamanville	04/01/2022	Sédiments	Sable de plage	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	2,69	07/12/2022	3,5±3,6	0,23±0,23	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ lointain	Barneville-Carteret	03/02/2022	Sédiments	Sable de plage	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	1,47	07/12/2022	H inf. 0,3%	0,14±0,14	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ proche	Tréauville	31/01/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Résidu sec obtenu après lyophilisation	5,01	15/09/2022	10,4±1,4	0,93±0,14	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Flamanville - champ lointain	Saint-Jean-de-la-Rivière	03/02/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Résidu sec obtenu après lyophilisation	4,63	15/09/2022	2,5±0,7	0,238±0,068	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Flamanville - champ proche	Flamanville	28/07/2022	Crustacés aquatiques	Araignée de mer Maja squinado	Chair	5,19	18/12/2022	6,1±0,9	0,76±0,12	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Flamanville - champ lointain	Les Mottiers-d'Allonne	29/08/2022	Crustacés aquatiques	Homard gammarus	Chair	5,04	10/01/2023	6,8±1,2	0,87±0,16	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Flamanville - champ proche	Tréauville	03/01/2022	Mollusques aquatiques	Patelle Patella vulgata	Chair	4,90	17/01/2023	9,2±1	1,09±0,13	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Flamanville - champ lointain	Saint-Jean-de-la-Rivière	02/02/2022	Mollusques aquatiques	Patelle Patella vulgata	Chair	5,44	17/01/2023	4,5±1,1	0,45±0,11	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Flamanville - champ proche	Flamanville	22/07/2022	Poissons	Vielle Labrus bergylta	Muscle	4,67	10/01/2023	12,5±1,7	1,68±0,24	Bq.kg <sup>-1</sup> frais



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

70/  
227

	<b>RAPPORT</b> <b>RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023</b>		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 26 - Activités en <sup>14</sup>C mesurées au sein des échantillons collectés dans l'environnement marin du site de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure <sup>14</sup> C	<sup>14</sup> C (Bq.kg <sup>-1</sup> de C)	δ <sup>13</sup> C (‰)	pMC (%)	<sup>14</sup> C (Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou frais)	C TOT. (g.kg <sup>-1</sup> sec ou frais)	Unité
Flamanville - champ proche	Flamanville	04/01/2022	Sédiments	Sable de plage	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	2,69	16/11/2022	269,7±3	-18,27	117,7±1,3	12,70±0,14	47	Sec
Flamanville - champ lointain	Barneville-Carteret	03/02/2022	Sédiments	Sable de plage	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	1,47	16/11/2022	264,6±3	-2,02	111,7±1,3	15,61±0,18	59	Sec
Flamanville - champ proche	Tréauville	31/01/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Résidu sec obtenu après lyophilisation	5,01	16/11/2022	372,7±4	-19,65	163,1±1,8	25,75±0,28	69	Frais
Flamanville - champ lointain	Saint-Jean-de-la-Rivière	03/02/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Résidu sec obtenu après lyophilisation	4,63	16/11/2022	272,8±3	-16,79	118,7±1,3	19,19±0,21	70	Frais
Flamanville - champ proche	Flamanville	28/07/2022	Crustacés aquatiques	Araignée de mer Maja squinado	Chair	5,19	09/05/2023	320±16	-19,58	140,1±7,0	27,6±1,4	86	Frais
Flamanville - champ lointain	Les Mottiers-d'Allonne	29/08/2022	Crustacés aquatiques	Homard gammarus	Chair	5,04	20/05/2023	345±17	-19,4	150,9±7,4	30,2±1,5	88	Frais
Flamanville - champ proche	Tréauville	03/01/2022	Mollusques aquatiques	Patelle Patella vulgata	Chair	4,90	21/03/2023	411±20	-18,9	179,6±8,7	34,0±1,7	83	Frais
Flamanville - champ lointain	Saint-Jean-de-la-Rivière	02/02/2022	Mollusques aquatiques	Patelle Patella vulgata	Chair	5,44	21/03/2023	277±14	-14,44	120,0±6,1	20,0±1,0	72	Frais
Flamanville - champ proche	Flamanville	22/07/2022	Poissons	Vieille Labrus bergylta	Muscle	4,67	20/05/2023	450±22	-18,03	196,3±9,6	44,1±2,2	98	Frais



Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué, divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable. Il est susceptible de contenir des informations confidentielles, au regard de la sécurité notamment, ou protégées au titre de la propriété intellectuelle ou du secret en matière industrielle et commerciale.

71/  
227

	RAPPORT RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL DU CNPE DE FLAMANVILLE- ANNEE 2023		
	FLA_STE	Référence : D454124016534	Indice : 00

Rapport IRSN N° 2024-00233

**Tableau 27 - Activités en <sup>63</sup>Ni mesurées au sein des échantillons collectés dans l'environnement marin du site de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Qualité	Date de mesure <sup>63</sup> Ni	<sup>63</sup> Ni (Bq.kg <sup>-1</sup> sec)	Ni (g.kg <sup>-1</sup> sec)
Flamanville - champ proche	Stouville-Hague	31/01/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Entier	Cendre	4,14	26/10/2022	1,03±0,18	0,378
Flamanville - champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	03/02/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Entier	Cendre	4,71	26/10/2022	0,49±0,10	0,376

**Tableau 28 - Activités en <sup>55</sup>Fe mesurées au sein des échantillons collectés dans l'environnement marin du site de Flamanville lors du suivi radioécologique 2022.**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	<sup>55</sup> Fe	Unité
Flamanville - champ proche	Stouville-Hague	31/01/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Entier	Cendre	4,14	04/11/2022	≤ 10,5	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Flamanville - champ lointain	Saint-Georges-de-la-Rivière	03/02/2022	Algues	Fucus Fucus serratus	Entier	Cendre	4,71	12/12/2022	≤ 5,0	Bq.kg <sup>-1</sup> sec