

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

Golfech

2023

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

SOMMAIRE

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Golfech en 2023	4
I. Contexte	4
II. Le CNPE de GOLFECH	4
III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de GOLFECH	5
IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	5
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des évènements significatifs pour l'environnement	6
Partie II - Prélèvements d'eau	8
I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement	10
II. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel	10
III. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique	11
IV. Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance	11
Partie III – Restitution et consommation d'eau	13
I. Restitution d'eau	13
II. Consommation d'eau	13
Partie IV - Rejets d'effluents	15
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	15
II. Rejets d'effluents liquides	23
III. Rejets thermiques	39
Partie V - Prévention du risque microbiologique	42
I. Bilan annuel des colonisations en circuit	42
II. Synthèse des traitements biocides et rejets associés	43
Partie VI - Surveillance de l'environnement	44
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	44
II. Physico-chimie des eaux souterraines	51
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	52
IV. Hydrobiologie	55

V. Acoustique environnementale _____	57
<i>Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation</i> _____	<i>58</i>
<i>Partie VIII - Gestion des déchets</i> _____	<i>62</i>
I. Les déchets radioactifs _____	62
II. Les déchets non radioactifs _____	66
<i>ABREVIATIONS</i> _____	<i>69</i>
<i>ANNEXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de Golfech Année 2023</i> _____	<i>70</i>
<i>ANNEXE 2 : Synthèse du suivi radioécologique annuel du CNPE de Golfech Année 2022</i> _____	<i>71</i>

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Golfech en 2023

I. 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 2022 du CNPE de Golfech en matière d'environnement.

II. Le CNPE de GOLFECH

Le site de Golfech est situé sur la commune de Golfech (département de Tarn-et-Garonne) entre Toulouse et Agen. Il occupe une surface de 220 hectares, sur la rive droite de la Garonne. Les premiers travaux de construction ont eu lieu à partir de 1982 sur une zone choisie pour ses caractéristiques géologiques.

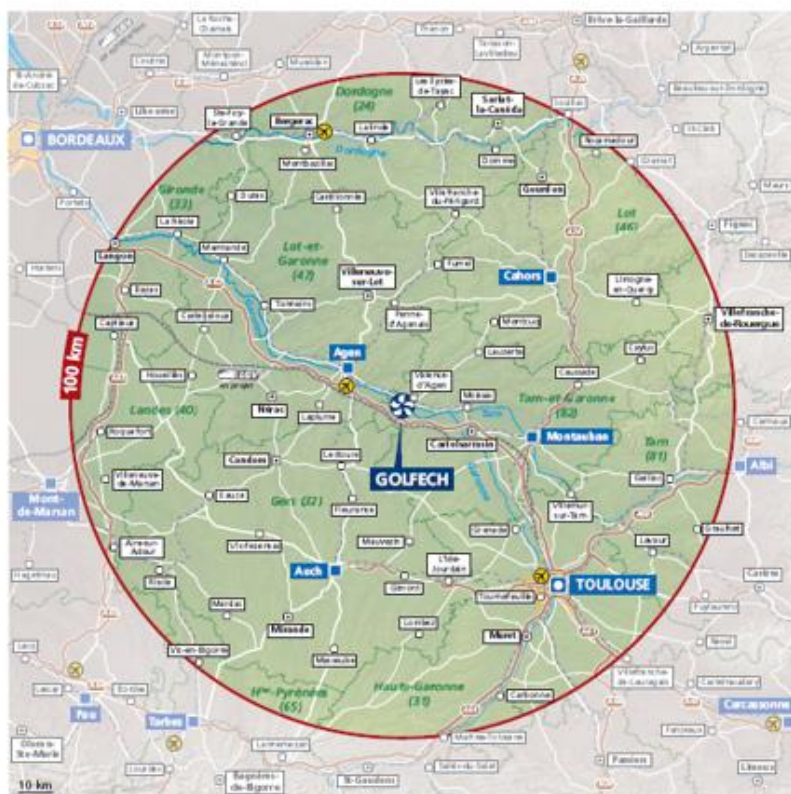
Les installations de Golfech regroupent deux unités de production d'électricité en fonctionnement :

- une unité de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 1 300 mégawatts électriques refroidie par l'eau de la Garonne : Golfech 1, mise en service en 1991. Ce réacteur constitue l'installation nucléaire de base (INB) n° 135 ;

- une unité de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 1 300 mégawatts électriques refroidie par l'eau de la Garonne : Golfech 2, mise en service en 1994. Ce réacteur constitue l'installation nucléaire de base (INB) n° 142.

Le centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Golfech emploie plus de 1000 salariés d'EDF et d'entreprises extérieures, et fait intervenir, pour réaliser les travaux lors des arrêts pour maintenance des unités, de 500 à 1 500 personnes supplémentaires.

LOCALISATION DU SITE



Les grandes villes et axes de communication



- Préfecture de région
- Préfecture départementale
- ⊗ Sous-préfecture
- Autre ville

III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de GOLFECH

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 Golfech n'a été identifiée.

o

IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact

Dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue, EDF mène des études afin d'améliorer la connaissance de ses rejets (identification de sous-produits de la morpholine et de l'éтанолamine, 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 valeurs 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 incidences sur l'environnement. A noter que les PNEC sont validées par la R&D d'EDF après revue bibliographique exhaustive et, si nécessaire, réalisation de tests écotoxicologiques commandités par EDF et réalisés selon les normes OCDE et les Bonnes Pratiques de Laboratoire.

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

V. Bilan des incidents de fonctionnement et des évènements significatifs pour l'environnement

En 2003 le CNPE de Golfech 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 Golfech 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 Golfech. 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 Golfech a mis en place un système permettant de détecter, tracer, déclarer, les Événements Significatifs pour l'Environnement (ESE) à l'Autorité de Sûreté Nucléaire, de traiter ces évènements 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. Bilan des évènements significatifs pour l'environnement déclarés

Le tableau suivant récapitule les évènements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de Golfech.

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives
ESE 23-01	01/07/23	Cumul annuel 2023 d'émission de fluide frigorigène supérieur à 100 kg sur le CNPE de Golfech. ⇒ Emission de gaz à effet de serre	Réparation des différents groupes concernés
ESE 23-02	29/08/23	Contournement temporaire des voies normales de rejets ayant conduit à rejeter une faible quantité de fer dans le milieu ⇒ Rejet de boues issues de prétraitement des eaux de Garonne contenant des résidus de floculant (fer)	Réparation des matériels défectueux à l'origine de l'évènement Réalisation d'un diagnostic de fiabilité des matériels et d'une étude d'une cartographie des flux de fer avec appui de l'ingénierie nationale Pompage des boues résiduelles présentes dans l'installation
ESE 23-03	24/10/23	Émission ponctuelle de Fluide Frigorigène sur le groupe froid 2DEG033GF. ⇒ Emission de gaz à effet de serre	Matériel non concerné par l'ESE 23-01. Réparation du groupe concerné Formation réactive du prestataire sur le geste technique
ESE 23-04	27/12/23	Aléa au niveau du déshuileur ayant conduit à la présence d'irisation dans le bassin d'orage. ⇒ Le volume et la nature d'huile minérale rejetée n'a pas eu de conséquence sur le milieu.	Evolution du programme de maintenance. Evolution de la fiche d'exploitation du matériel. Renforcement des rondes de surveillance

2. Bilan des incidents de fonctionnement

Le CNPE de Golfech a connu, durant l'année 2023, les incidents suivants :

Le réservoir de stockage des effluents radioactif T1 a vu son indisponibilité prolongée dans le cadre de ses travaux sans accord de l'ASN. Cela a fait l'objet de la déclaration d'un EIE le 14/02/23. Les travaux ont été soldés en novembre 2023, après un nouvel accord ASN.

Lors des essais d'étanchéité des réservoirs TER, 30 m3 ont été transférés de l'un à l'autre sans accord de l'ASN. Cela a fait l'objet de la déclaration d'un EIE le 21/06/23.

Coté prélèvements des effluents gazeux radioactifs, deux indisponibilités fortuites des prélèvements à la cheminée du réacteur N°1 (1 KRT 083 MA et 1 KRT 117 MA) ont été observées. Elles ont fait l'objet d'une déclaration d'EIE le 15/10/23 et le 05/12/23. A noter que les systèmes de prélèvements redondants étaient pleinement opérationnels, ce qui n'entraîne pas de manquement dans la comptabilisation des rejets gazeux.

Partie II - Prélèvements 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 bars) 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 :
 - o 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 m³ 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.
 - o 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 CO₂. 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 m³ par seconde.

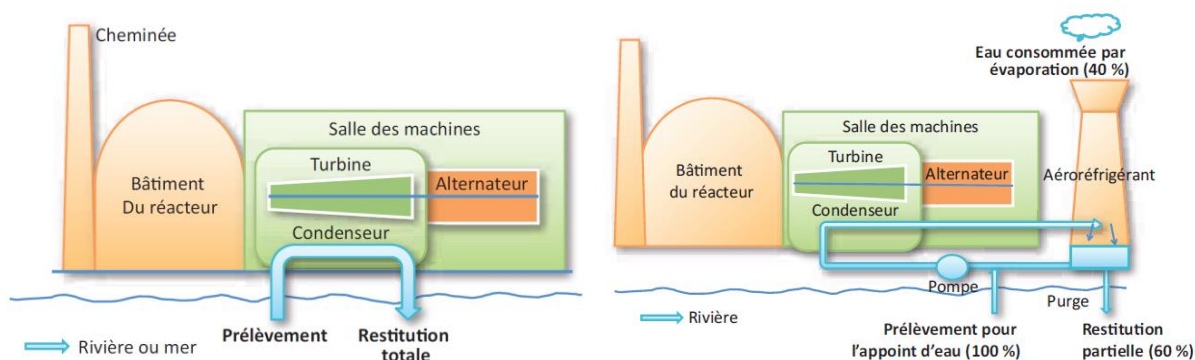


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert (à gauche) et fermé (à droite) (Source : EDF)

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. Plus précisément, 80 % de l'eau prélevée est restituée au fleuve, les 20 % restants étant très majoritairement attribuables à l'évaporation d'eau au niveau des tours aéroréfrigérantes.

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 elles sont implantées.

I. 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 ³)
Janvier	13,27
Février	11,03
Mars	13,38
Avril	9,72
Mai	7,79
Juin	8,09
Juillet	12,22
Août	17,02
Septembre	18,49
Octobre	17,73
Novembre	16,49
Décembre	16,05
TOTAL	161,28

Afin de répondre à l'exigence de non-réchauffement de la Garonne, avec les deux réacteurs à l'arrêt, les prélèvements d'août et septembre ont été majorés, pour permettre un rendement maximal d'extraction de l'énergie par les tours aéroréfrigérantes.

II. 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 m ³)
Janvier	17 498
Février	9 913
Mars	15 759
Avril	5 460
Mai	8 155
Juin	16 653
Juillet	21 364
Août	34 797
Septembre	42 374
Octobre	33 103
Novembre	37 568
Décembre	34 761
TOTAL	277 408

III. 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 m ³)
Janvier	2 247
Février	2 737
Mars	1 115
Avril	2 399
Mai	1 482
Juin	2 129
Juillet	2 058
Août	1 810
Septembre	1 130
Octobre	1 261
Novembre	2 735
Décembre	1 824
TOTAL	22 927

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

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 (millions de m ³)
2021	Eau douce superficielle	187,34
2022		153,68
2023		161,55
Prévisionnel 2023		180

Commentaires : Le volume annuel d'eau prélevé est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2023.

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 l'arrêté de prélèvements et rejets du 18 septembre 2006.

Milieu	Limites de prélèvement		Prélèvement		Unité
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
Canal	Débit horaire	9,8	8,96	5,1	m ³ / s
	Volume journalier	743 000	695 913*	441 874	m ³
	Volume annuel	238 ^{E6}	161 ^{E6}	S.O.	m ³

Commentaires : Les valeurs maximales observées sont inférieures aux limites autorisées, à l'exception d'une journée sur le volume journalier :

Comme énoncé au §I, le 25 aout ont été poussés les prélèvements au maximum technologique possible. Cela a entraîné un volume journalier prélevé de 758 931 m³.

Le dépassement de la limite autorisée est donc de 2%.

Un EIE a été déclaré par le CNPE à la découverte de l'évènement (EIE 24-01).

*Est indiquée dans le tableau la 2^e valeur de prélèvement la plus haute de l'année 2023.

Remarque :

Sur le dépassement du 25/08, la totalité du volume prélevé a été restituée au milieu naturel, les deux réacteurs étant à l'arrêt. L'impact de ce prélèvement sur le milieu naturel est donc nul.

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

Des interventions de remise en état des pompes participant au prélèvement des eaux de refroidissement du réacteur N°1 ont été réalisées lors de la visite décennale.

Des opérations visant également à remettre en état par chemisage le tronçon intervoies du ru d'eau (station de pompage) suite à des phénomènes de corrosion ambiante ont également été réalisées.

4. Opérations exceptionnelles de prélèvements

Le CNPE de Golfech n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans le fleuve en 2023.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

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

		Restitution d'eau			Unités
		Eau de refroidissement Mm3	Rejets radioactifs m3	Rejets industriels m3	
Restitution mensuelle	Janvier	12,061	4 950	661	
	Février	10,067	3 960	1 030	
	Mars	12,561	8 620	2 340	
	Avril	9,721	2 830	949	
	Mai	7,787	2 130	649	
	Juin	8,087	5 600	1 370	
	Juillet	12,220	9 820	1 700	
	Août	17,017	17 600	3 150	
	Septembre	18,493	22 200	1 830	
	Octobre	16,509	21 300	1 450	
	Novembre	15,345	21 800	2 710	
	Décembre	15,072	15 600	2 320	
TOTAL	Restitution au milieu aquatique	155,081			Millions de m ³
	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	96			%

Les rejets radioactifs correspondent au cumuls mensuels des réservoirs T, S et EX.

Les rejets d'eaux industrielles correspondent aux rejets des eaux d'exhaures de la station de déminéralisation.

La fraction restituée a été très importante en 2023, liée à la très faible évaporation (seul le réacteur N°2 a fonctionné sur une période de six mois, avec suivi de charge pour la période d'octobre à décembre 2023).

II. Consommation d'eau

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 millions de m3)
Janvier	1,221
Février	0,968
Mars	0,824
Avril	7 ^E -4
Mai	8,4 ^E -3
Juin	12,6 ^E -3
Juillet	9,9 ^E -3
Août	14,0 ^E -3
Septembre	18 ^E -3
Octobre	1,231
Novembre	1,158
Décembre	1,010
TOTAL	6,476

Cette consommation correspond en grande majorité à l'eau évaporée (tours aéroréfrigérantes).

2. Comparaison aux valeurs limites

Limite de la fraction évaporée (m ³ /s)	Valeur maximale fraction évaporée (m ³ /s)	Limite de la fraction évaporée (Mm ³)	Fraction évaporée (Mm ³)
2,4	0,56	42	6,34

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

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 :
 - o Tritium,
 - o Carbone 14,
 - o Iode,
 - o Autres produits de fission ou d'activation,
 - o Gaz rares.
- Les rejets chimiques liquides classés en deux catégories :
 - o Les rejets de substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides ou eaux non radioactives issues des salles des machines,
 - o 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 1mSv/an dans l'article R1333-8 du code de la santé publique

I. Rejets d'effluents à l'atmosphère

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 est 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 β ou γ , 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.

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 décision¹ 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	⁴¹ Ar
	⁸⁵ Kr
	^{131m} Xe
	¹³³ Xe
	¹³⁵ Xe
Tritium	³ H
Carbone 14	¹⁴ C
Iodes	¹³¹ I
	¹³³ I
Produits de fission et d'activation	⁵⁸ Co
	⁶⁰ Co
	¹³⁴ Cs
	¹³⁷ Cs

c. Cumul mensuel

Les cumuls mensuels des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère sont donnés dans les tableaux suivants.

¹ 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 métrologue 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. »

	⁴¹ Ar (GBq)	⁸⁵ Kr (GBq)	^{131m} Xe (MBq)	¹³³ Xe (GBq)	¹³⁵ Xe (GBq)	¹³¹ I (MBq)	¹³³ I (MBq)	⁵⁸ Co (MBq)	⁶⁰ Co (MBq)	¹³⁴ Cs (MBq)	¹³⁷ Cs (MBq)
Janvier	1,137	4,7 ^{E-2}	0,652	21,14	12,51	0,156	1,059	0,039	0,053	0,039	0,037
Février	1,100	1,1 ^{E-2}	10,85	17,66	9,76	0,172	0,641	0,042	0,061	0,045	0,034
Mars	0,850	1,8 ^{E-3}	5,2	19,60	11,25	0,160	0,571	0,043	0,058	0,036	0,037
Avril	/	/	/	22,20	12,48	0,175	0,770	0,041	0,062	0,049	0,046
Mai	/	6,41 ^{E-3}	0,124	21,52	12,15	0,164	0,780	0,047	0,072	0,042	0,043
Juin	/	/	/	22,63	12,82	0,172	0,680	0,049	0,073	0,052	0,044
Juillet	/	/	/	24,06	13,59	0,181	0,795	0,052	0,073	0,052	0,047
Août	2,09 ^{E-3}	8,13 ^{E-3}	1,10	22,09	12,51	0,138	0,640	0,042	0,065	0,044	0,038
Septembre	1,087 ^{E-3}	/	/	19,89	11,43	0,140	0,685	0,044	0,067	0,044	0,030
Octobre	1,136	3,9 ^{E-3}	0,461	20,70	22,26	4,690	0,710	0,038	0,052	0,036	0,034
Novembre	0,801	3,7 ^{E-3}	0,458	17,80	10,65	2,918	0,569	0,031	0,045	0,029	0,031
Décembre	3,475	3,9 ^{E-3}	0,451	18,60	10,78	0,143	0,572	0,037	0,040	0,038	0,033
TOTAL ANNUEL	8,50	0,086	19,3	248	152	9,21	8,47	0,504	0,722	0,506	0,453

	Volumes rejetés (m ³)	Activités gaz rares (TBq)	Activité Tritium (TBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (MBq)	Activités Autres PF et PA (MBq)
Janvier	3,86 ^{E8}	0,0351	0,0258	103	1,215	0,168
Février	3,37 ^{E8}	0,0285	0,0222		0,814	0,182
Mars	3,65 ^{E8}	0,0317	0,0288		0,734	0,174
Avril	4,08 ^{E8}	0,0347	0,0516	58,6	0,945	0,197
Mai	4,15 ^{E8}	0,0337	0,0528		0,944	0,203
Juin	4,23 ^{E8}	0,0354	0,0692		0,852	0,219
Juillet	4,36 ^{E8}	0,0377	0,0916	24,53	0,976	0,224
Août	4,01 ^{E8}	0,0348	0,0809		0,778	0,189
Septembre	3,26 ^{E8}	0,0313	0,0543		0,825	0,185
Octobre	3,66 ^{E8}	0,0441	0,0506	22,07	5,400	0,159
Novembre	3,64 ^{E8}	0,0292	0,0400		3,488	0,136
Décembre	3,39 ^{E8}	0,0329	0,0342		0,715	0,148
TOTAL ANNUEL	45,66^{E8}	0,409	0,602	208,2	17,7	2,19

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

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	406	820	362	1,97 ^{E-2}	2,15 ^{E-3}
2022	388	794	346	2,74 ^{E-2}	2,06 ^{E-3}
2023	409	602	208	1,77 ^{E-2}	2,19 ^{E-3}
Prévisionnel 2023	500	1 000	400	3 ^{E-2}	3 ^{E-3}

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

Les faibles rejets de C14 sont liés à la prolongation d'arrêt des réacteurs N°1 et N°2.

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par l'arrêté de rejets du 18 septembre 2006.

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	45000	409
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5 ^{E7}	2,8 ^{E5}
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5 ^{E7}	3,9 ^{E5}
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1400	208
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	8000	602
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5 ^{E6}	2,29 ^{E4}
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5 ^{E6}	3,17 ^{E4}
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,8	0,0177
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	500	4
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	500	2,68
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,8	0,0022
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	500	6,45 ^{E-2}
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	500	4,75 ^{E-2}

*Correspond à l'activité annuelle rejetée

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites réglementaires.

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.

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

	Volume (m ³)	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	4 940	0	0	3,399 ^{E7}	0
Février	4 020	0	0	8,54 ^{E6}	0
Mars	13 600	2,45 ^{E8}	0	2,627 ^{E8}	0
Avril	3 400	0	0	5,577 ^{E6}	0
Mai	4 600	0	0	2,311 ^{E7}	0
Juin	9 560	0	0	2,744 ^{E7}	0
Juillet	15 000	0	0	3,749 ^{E7}	0
Août	20 000	0	0	3,248 ^{E6}	0
Septembre	22 300	0	0	5,447 ^{E6}	0
Octobre	21 400	0	0	1,448 ^{E7}	0
Novembre	19 000	0	0	3,494 ^{E7}	0
Décembre	15 600	0	0	2,78 ^{E7}	0
TOTAL ANNUEL	153 420	6,058^{E8}	0	4,85^{E8}	0

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 (SO₂, NO_X) 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 équipée 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 frigorigène. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.
- 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 de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2023, 32,32 m³ de calorifuges dans l'enceinte du bâtiment réacteur 1 et 4,65 m³ dans l'enceinte du bâtiment réacteur 2 ont été renouvelés, pour un total de 36,97 m³.

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 ³	Formaldéhyde	1,81E-3	5,96E-5
		Monoxyde de carbone	1,69E-3	5,56E-5

f. 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.

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

Paramètre	Masse en kg	Tonne équivalent CO ₂
Chloro-fluoro-carbone (CFC)	0	0
Hydrogène-chloro-fluor-carbone (HCFC)	0	0
Hydrogène-fluoro-carbone (HFC)	657,92	961
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	28,34	714
Total des émissions de GES en tonne équivalent CO₂		1666

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 CO₂ 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 360 tonnes équivalent CO₂.

L'équivalent CO₂ total des émissions de GES du CNPE constituées des pertes de fluides frigorigènes et SF₆ et de la combustion des diesels de secours, représente 0,422 g CO₂ / kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 4,806 TWh sur l'année 2023.

Ce résultat en dégradation est lié en partie à un événement source de la moitié des émissions de fluides frigorigènes de l'année 2023, et qui a fait l'objet de l'ESE 23-03.

Les autres émissions sont conformes à la moyenne (voire moindre pour les émissions aux systèmes de secours).

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'ont été nécessaires.

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

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

II. Rejets d'effluents liquides

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 (xénon, iode, césium, ...) et des produits d'activation (cobalt, 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.
- 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 décision¹ donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au SD.

¹ 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 métrologue 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.* »

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.

g. 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	^3H
Carbone 14	^{14}C
Iodes	^{131}I
Produits de fission et d'activation	^{54}Mn
	^{63}Ni
	^{58}Co
	^{60}Co
	$^{110\text{m}}\text{Ag}$
	$^{123\text{m}}\text{Te}$
	^{124}Sb
	^{125}Sb
	^{134}Cs
	^{137}Cs

h. Cumul mensuel

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

	¹³¹ I (MBq)	^{110m} Ag (MBq)	^{123m} Te (MBq)	¹²⁴ Sb (MBq)	¹²⁵ Sb (MBq)	¹³⁴ Cs (MBq)	¹³⁷ Cs (MBq)	⁵⁴ Mn (MBq)	⁵⁸ Co (MBq)	⁶⁰ Co (MBq)	⁶³ Ni (MBq)
Janvier	0,455	0,463	0,346	0,505	1,383	0,493	0,448	0,537	6,821	5,517	1,114
Février	0,298	0,612	0,236	0,321	1,028	0,319	0,387	0,351	0,814	2,904	13,33
Mars	0,472	2,953	0,339	0,414	1,283	0,484	0,455	0,604	1,837	1,011	0,924
Avril	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Mai	0,249	0,605	0,194	0,248	0,727	0,233	0,224	0,268	1,714	3,056	0,813
Juin	0,195	0,362	0,167	0,229	0,521	0,213	0,297	0,253	0,352	2,833	1,250
Juillet	0,849	1,012	0,630	0,744	2,447	0,827	0,838	0,832	1,769	3,865	1,425
Août	0,389	1,424	0,335	2,249	2,580	0,495	0,521	0,698	1,873	3,877	2,735
Septembre	0,630	1,557	0,505	0,804	5,992	0,713	0,756	0,703	1,293	2,973	5,139
Octobre	0,805	1,385	0,846	0,851	2,605	0,851	0,851	0,963	1,003	4,785	2,657
Novembre	0,825	1,874	0,630	0,739	2,319	0,767	0,762	0,816	0,857	3,650	3,956
Décembre	0,458	0,850	0,370	0,322	1,286	0,382	0,391	0,453	0,406	3,136	0,686
TOTAL ANNUEL	5,625	13,097	4,598	7,426	22,171	5,777	5,930	6,478	18,739	37,607	34,029

Remarque : Absence de rejets de réservoirs T et S en avril.

	Volumes rejetés (m ³)	Activité Tritium (MBq)	Activité Carbone 14 (MBq)	Activités Iodes (MBq)	Activités Autres PF et PA (MBq)
Janvier	4 950	3,076 ^{E6}	2,690 ^{E3}	0,455	16,51
Février	3 960	1,337 ^{E6}	7,211 ^{E2}	0,297	6,975
Mars	8 620	1,608 ^{E6}	1,561 ^{E3}	0,472	18,48
Avril	2 830	/	/	/	/
Mai	2 130	3,923 ^{E5}	2,658 ^{E2}	0,249	7,269
Juin	5 600	1,792 ^{E5}	5,396 ^{E1}	0,195	5,227
Juillet	9 820	1,791 ^{E5}	1,932 ^{E2}	0,849	12,96
Août	17 600	1,583 ^{E5}	9,097 ^{E1}	0,389	14,05
Septembre	22 200	2,930 ^{E5}	9,371 ^{E1}	0,630	15,28
Octobre	21 300	1,113 ^{E6}	3,58 ^{E2}	0,805	14,14
Novembre	21 800	2,975 ^{E6}	1,173 ^{E3}	0,825	11,91
Décembre	15 600	2,511 ^{E6}	4,992 ^{E2}	0,458	7,60
TOTAL ANNUEL	120 810	1,38^{E7}	7,70^{E3}	5,63	130,4

Il a été vérifié que les rejets ne présentent pas d'activité volumique alpha globale

i. 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			
	Tritium (GBq)	Carbone 14 (GBq)	Iodes (MBq)	Autres PA et PF (MBq)
2021	43 020	16,59	6,53	269
2022	39 407	15,46	4,65	176
2023	13 822	7,70	5,63	130
Prévisionnel 2023	63 000	25	8	200

Commentaire : Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2023. Les faibles rejets de tritium et C14 sont liés à la prolongation d'arrêt des réacteurs N°1 et N°2.

j. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par l'arrêté de rejets du 18 septembre 2006.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur	Valeur (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	80 000	13 822
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	190	7,70
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,1	0,00563
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	25	0,130

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

f. Surveillance des rejets

Paramètres	Type réservoir	Limite de rejet		Valeur Maximale
		Prescription	Valeur	
Tritium	Bâche T et S	Débit d'activité moyen (Bq/s)	80*D	50*D
	Bâche Ex	Activité Volumique (Bq/L)	4 000	31
Iodes	Bâche T et S	Débit d'activité moyen (Bq/s)	0,1*D	2,8 ^E -4*D
PF - PA	Bâche T et S	Débit d'activité moyen (Bq/s)	0,7*D	2,0 ^E -3*D
β Global	Bâche Ex	Activité Volumique (Bq/L)	4	2,71

Commentaire : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées

k. Surveillance des eaux de surface

Des prélèvements d'eau de Garonne 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	Valeur maximale	Limite réglementaire	Valeur moyenne	Valeur maximale	Limite réglementaire
Eau filtrée	Activité bêta globale	0,14 ⁽¹⁾ Bq/L	0,24 ⁽¹⁾ Bq/L	2 Bq/L	-	-	-
	Tritium	25 Bq/L	61 Bq/L	280 ⁽¹⁾ Bq/L	8 Bq/L	61 Bq/L	140 ⁽¹⁾ / 100 ⁽²⁾ Bq/L
	Potassium	2,07 mg/L	2,80 mg/L	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	0,03 Bq/kg sec	0,107 Bq/kg sec	-	-	-	-

(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 2022 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.

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 (N₂H₄) : 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 (C₄H₉NO), l'éthanolamine (C₂H₇NO) et l'ammoniaque (NH₄OH) 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 (C₂H₇NO), 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 sécheurs-surchauffeurs de la turbine.
- Le phosphate trisodique (Na₃PO₄) : 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 également réglementés au niveau des émissaires de rejet.

Les circuits fermés de refroidissement des condenseurs véhiculent de l'eau chaude dans laquelle peuvent se développer des salissures et des micro-organismes. Pour limiter leurs développements pendant la période estivale, un traitement contre le tartre ou un traitement biocide est mis en œuvre dans les circuits fermés de refroidissement des condenseurs.

L'injection d'acide sulfurique agit sur les causes de la formation du tartre. Il permet de se placer dans le domaine où les ions, à partir desquels se forme le carbonate de calcium, sont en dessous de la saturation ou dans les limites de sursaturation ne donnant pas lieu à précipitation.

Il existe également des rejets chimiques résultant du traitement contre la prolifération des amibes *Naegleria fowleri* et des légionelles *Legionella pneumophila* qui sont :

- Des composés liés à la fabrication de la monochloramine sur CNPE, tels que le sodium, les chlorures et l'ammonium issus respectivement de l'hypochlorite de sodium (NaOCl) et de l'ammoniaque (NH₄OH),

- Des composés issus de la réaction du chlore de la monochloramine avec les matières organiques présentes dans l'eau circulant dans les circuits de refroidissement, tels que les AOX (dérivés organo-halogénés),
- Des nitrites et nitrates liés à la décomposition de la monochloramine et à l'oxydation de l'azote réduit (ammonium).

Le résiduel en chlore total à maintenir en sortie de condenseur (paramètre de pilotage) est à l'origine du flux de Chlore Résiduel Total (CRT).

a. Etat des connaissances sur la toxicité de la morpholine et de ses produits dérivés

Une évolution des connaissances sur la toxicité de la morpholine a été identifiée en 2019. De même, une substance formée à partir de la réaction de nitrosation d'un sous-produit de la morpholine a été identifiée récemment. Ces évolutions sont présentées ci-après.

Les principaux effets connus sont également rappelés ci-après.

La morpholine a des propriétés irritantes (respiratoire, oculaire et cutané) et corrosives. Une Valeur Toxicologique de Référence (VTR) chronique par voie orale de 0,12 mg/kg/j a été établie par l'ANSES en 2019. Une mise à jour de l'évaluation de risque sanitaire suite à la prise en compte de cette VTR pour la morpholine a été réalisée. Elle conclut à une absence de risque sanitaire pour les populations riveraines et à des concentrations ajoutées faibles dans l'environnement.

Les produits de dégradation de la morpholine sont constitués de composés carbonés : ions acétates, formiates, glycolates et oxalates, ainsi que de composés azotés : diéthanolamine, éthanolamine, méthylamine, pyrrolidine, diéthylamine, éthylamine, N-nitrosomorpholine. Il s'agit de substances qui sont faiblement toxiques dans les conditions de rejet. Aucune VTR issue des bases de données de référence n'est associée à ces substances à l'exception de la N-nitrosomorpholine.

De plus, la morpholine peut notamment être transformée in vivo en N-nitrosomorpholine en présence de nitrites. Une VTR chronique par voie orale pour la N-nitrosomorpholine de 4 (mg/kg/j) a été établie par l'ANSES en 2012.

De même, la pyrrolidine peut être transformée in vivo en N-nitrosopyrrolidine. Il s'agit d'une substance formée à partir de la réaction de nitrosation d'un sous-produit de la morpholine, la pyrrolidine. Une VTR chronique par voie orale pour la N-nitrosopyrrolidine de 2,1 (mg/kg/j)-1 a été établie par l'US EPA en 1987. Une mise à jour de l'évaluation de risque sanitaire suite à la prise en compte de cette substance a été réalisée. Elle conclut à une absence de risque sanitaire pour les populations riveraines et à des concentrations ajoutées faibles dans l'environnement.

L'étude d'impact n'a pas mis en évidence de risque sanitaire attribuable aux rejets liquides de morpholine 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 1er 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.

c. Rejets d'effluents liquides chimiques via l'ouvrage de rejets principal

i. Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets chimiques issus des réservoirs S, T et Ex transitant par l'ouvrage de rejet principal, ainsi que les rejets SDP est donné dans le tableau suivant :

	Acide borique (kg)	Morpholine (kg)	Hydrazine (kg)	Lithine (kg)	Détergents (kg)	Azote (kg)	Phosphates (kg)	Matières en suspension (kgs)	DCO (kgs)
Janvier	361	2,1	0,016	0,025	0,000	125,0	4,1	10,9	14,8
Février	296	5,1	0,018	0,050	0,053	89,4	6,1	8,87	37,8
Mars	666	15,2	0,022	0,015	0,073	162,0	10,6	16,44	99,1
Avril	0	1,8	0,007	0,000	0,000	2,2	3,5	7,35	8,48
Mai	226	0,6	0,005	0,012	0,018	1,2	14,4	19,17	30,5
Juin	1010	8,4	0,014	0,012	0,265	4,9	28,8	144,8	7,16
Juillet	551	5,0	0,025	0,048	0,035	6,0	8,9	308	29,45
Août	404	31,8	0,044	0,025	0,036	12,1	7,9	134,4	151,3
Septembre	506	17,9	0,055	0,037	0,035	27,3	7,8	23,0	77,0
Octobre	1596	62,9	0,053	0,048	0,034	76,2	7,3	21,3	193,4
Novembre	420	71,0	0,055	0,049	0,000	119,5	15,4	40,83	217,5
Décembre	540	24,2	0,039	0,025	0,036	132,1	19,3	46,93	122,3
TOTAL ANNUEL	6576	245,8	0,353	0,345	0,585	758	134	782	989

Le tableau ci-dessous détaille les principaux métaux du paramètre « Métaux totaux ». Chaque métal est analysé en total (dissout et non dissout) et est exprimé en kg rejetés.

	Chrome	Cuivre	Manganèse	Nickel	Aluminium	Zinc	Fer	Métaux Totaux
Janvier	12,4 ^{E-3}	31,4 ^{E-3}	56,3 ^{E-3}	12,4 ^{E-3}	49,5 ^{E-3}	77,7 ^{E-3}	0,36	0,6
Février	9,9 ^{E-3}	35,7 ^{E-3}	54,8 ^{E-3}	31,3 ^{E-3}	39,6 ^{E-3}	87,5 ^{E-3}	0,85	1,1
Mars	21,5 ^{E-3}	41,6 ^{E-3}	145 ^{E-3}	21,5 ^{E-3}	86,2 ^{E-3}	102 ^{E-3}	1,06	1,5
Avril	7,1 ^{E-3}	7,1 ^{E-3}	62,2 ^{E-3}	7,1 ^{E-3}	28,3 ^{E-3}	42,4 ^{E-3}	0,36	0,5
Mai	5,3 ^{E-3}	18,9 ^{E-3}	111 ^{E-3}	5,3 ^{E-3}	21,3 ^{E-3}	85,8 ^{E-3}	1,35	1,6
Juin	14,0 ^{E-3}	24,8 ^{E-3}	23,2 ^{E-3}	14,0 ^{E-3}	2,48	490 ^{E-3}	7,16	10,5
Juillet	24,5 ^{E-3}	229 ^{E-3}	594 ^{E-3}	24,5 ^{E-3}	2,23	480 ^{E-3}	14,52	18,1
Aout	44,1 ^{E-3}	516 ^{E-3}	666 ^{E-3}	44,8 ^{E-3}	549 ^{E-3}	472 ^{E-3}	4,96	7,3
Septembre	55,5 ^{E-3}	216 ^{E-3}	268 ^{E-3}	55,5 ^{E-3}	222 ^{E-3}	370 ^{E-3}	1,95	3,1
Octobre	53,2 ^{E-3}	173 ^{E-3}	207 ^{E-3}	53,2 ^{E-3}	207 ^{E-3}	138 ^{E-5}	1,98	2,1
Novembre	54,6 ^{E-3}	78,7 ^{E-3}	209 ^{E-3}	54,7 ^{E-3}	427 ^{E-3}	203 ^{E-3}	1,30	2,3
Décembre	39,1 ^{E-3}	49,8 ^{E-3}	199 ^{E-3}	39,1 ^{E-3}	1,30	221 ^{E-3}	2,00	4,0
Total	0,3	1,4	2,6	0,4	7,6	2,6	37,9	52,6

ii. 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	6666	4239	6576	6000
Morpholine	kg	559	210	246	350
Hydrazine	kg	0,456	0,283	0,353	0,400
Lithine	kg	0,695	0,261	0,345	SO
Détergents	kg	0,277	0,582	0,585	0,500
Azote	kg	2090	1826	758	2200
Phosphates	kg	119	201	134	140
Métaux totaux	kg	30,2	20,6	52,6	40

Commentaires :

Plusieurs espèces chimiques sont supérieures au prévisionnel 2023 :

Acide Borique

Les rejets ont été répartis de façon homogène sur l'ensemble de l'année. On peut imputer ces rejets à une campagne d'arrêt prolongée du réacteur N°2.

Le rejet annuel d'acide borique est de 6,58 tonnes pour un objectif de 6 tonnes, soit un dépassement de 10%.

Détergents :

50% de l'objectif est consommé sur le mois de juin, suite à l'inétanchéité d'un matériel lors du test de remise en exploitation après maintenance, ayant entraîné la vidange des effluents de la rétention dédiée vers les réservoirs T.

Le dépassement est de 17% de l'objectif

Métaux Totaux :

Les rejets issus du circuit secondaire du réacteur n°1 sur la période juin à août ont fortement marqué cet indicateur. Ceux-ci sont notamment dus aux opérations de chemisage métallique de certaines parties du circuit secondaire. Le rejet annuel de métaux totaux sur l'année est de 52,5 kgs, pour un objectif de 40 kgs, soit un dépassement de 30 % de celui-ci.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets issus des réservoirs T, S et Ex fixées par l'arrêté du 18 septembre 2006.

Substances	Limite Concentration maximale ajoutée (mg/l)	Rejet Valeur maximale calculée	Limite Flux 2h (kg)	Rejet Valeur maximale calculée	Limite Flux 24h (kg)	Rejet Valeur maximale calculée	Limite Flux annuel ajouté (kg)	Rejet Flux annuel calculé
Acide borique	50	2,9	900	138	5600	396	25000	6576
Morpholine	1,7	0,047	-	-	80	5,2	1000	246
Hydrazine	0,09	1,25 ^E -4	-	-	4	5,7 ^E -3	80	0,35
Ethanolamine	0,44	-	-	-	16	-	600	-
Détergents	1,1	5,5 ^E -4	20	0,01	120	8,7 ^E -2	3100	0,59
Azote	-	-	-	-	124	28,8	4500	758
Phosphates	5,5	0,61	100	8,1	160	21,7	1000	134
Métaux totaux	0,12	0,06	-	-	4,5	2,76	145	52,6
MES	4,8	3,0	-	-	180	38,3	-	-
DCO	6,5	0,5	-	-	450	17,5	-	-

i. Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets chimiques liés à la production d'eau déminéralisée (SDP), au traitement contre le tartre et le traitement biocide est donné dans le tableau suivant :

	Sodium (SDP) t	Chlorures (SDP) t	Chlorures (Biocide) t	Sodium (Biocide) t	AOX kg	THM kg	CRT kg	Ammonium kg	Nitrites kg	Nitrates t	Azote total t	Sulfates t
Janvier	0,85	1,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,80
Février	0,86	1,30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41,40
Mars	2,07	3,78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,90
Avril	0,22	0,39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Mai	0,23	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Juin	1,32	2,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Juillet	1,18	2,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Août	2,79	4,61	0,074	0,053	0	0	12	11	9	0,018	0,012	0,00
Septembre	2,64	4,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Octobre	1,85	3,17	5,740	4,160	6	0	122	65	68	2,14	0,491	36,41
Novembre	3,87	5,92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64,50
Décembre	2,43	6,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21,65
TOTAL ANNUEL	20,3	36,3	5,815	4,213	6	0	134	76	77	2,158	0,503	206,7

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Les limites réglementaires relatives aux rejets des substances chimiques liées au traitement antitartre, biocide et à la production d'eau déminéralisée sont réglementées par l'arrêté du 18 septembre 2006.

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
Chlorures (SDP)	t	21,70	10,15	36,3	40
Sodium (SDP)	t	39,59	17,91	20,3	22
Chlorures (Biocide)	t	33,63	45,84	5,815	100
Sodium (Biocide)	t	22,43	30,47	4,213	60
AOX	kg	107,6	204	6	500
THM	kg	0	0	0	0
CRT	kg	152,5	1047	134	2000
Ammonium	kg	0	13	76	50
Nitrites	kg	91	11,9	77	100
Nitrates	t	28,05	39,60	2,16	80
Azote total	t	7,01	10,43	0,50	-
Sulfates	t	761	418	207	900

Commentaires :

Un seul dépassement du prévisionnel 2023, pour l'ammonium, dû à un objectif trop ambitieux et un démarrage de campagne de traitement tardif.

Les rejets liés au traitement biocide et antitartre sont très inférieurs à l'objectif, en raison des prolongations d'arrêt des réacteurs N°1 et N°2.

A noter également un résultat de rejets de chlorures et sodium en forte augmentation, lié à la nécessité de production d'eau déminéralisée et conditionnée importante en lien avec les activités de démarrage des réacteurs N°1 et N°2.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets issus des réservoirs T, S et Ex fixées par l'arrêté du 18 septembre 2006.

Paramètres	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée au rejet (mg/L)	Valeur maximale (mg/L)	Flux 24h ajouté (kg)	Valeur maximale (kg)	Flux 2h (kg)	Valeur maximale (kg)
AOX	0,17	3,2 ^E -3	75	1,86	28	0,16
THM	0,004	0	1,8	0	0,75	0
CRT	0,3	4,6 ^E -2	220	26,9	/	/
Ammonium	/	/	73	10,7	/	/
Nitrites	/	/	230/1130	12,5	/	/
Nitrates	/	/	3035	403	/	/
Sulfate	56	20,9	24000	10500	/	/
Chlorure		1,77	/	1030		
Sodium		1,28	/	744		

Commentaire : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées. Les flux chlorure et sodium spécifique au traitement biocide n'ont pas de limite réglementaire, seul le suivi est exigé.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets issus de plusieurs origines fixées par l'arrêté du 18 septembre 2006. Ces paramètres ne font pas l'objet de prévisionnel de rejet ni de suivi de cumul mensuel (indicateur global).

Substances	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée (mg/l)	Valeur maximale calculée	Flux 2h (kg)	Valeur maximal calculée	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé
Azote	1,8	0,62	-	-	810	29	-	-
Sodium	8	2,01	-	-	3500	953	-	-
Chlorures	12	2,62	-	-	5100	1430	-	-

Commentaires : Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de l'arrêté du 18 septembre 2006.

d. Rejets d'effluents liquides chimiques des autres émissaires

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques via les émissaires d'eaux pluviales, stations d'épurations et déshuileurs de site du CNPE de Golfech pour l'année 2023. Il regroupe des contrôles à fréquence variables (à chaque rejet, hebdomadaire, mensuelle ou trimestrielle). La périodicité de contrôle est décrite dans l'arrêté de prise d'eau et de rejet du 18 septembre 2006.

Paramètres	Localisation prélèvement	Prescription	Limite	Valeur maximale
DBO5	STEP principale	Concentration (mg/L)	35	2
	STEP Belvédère			1
Hydrocarbures	Eaux pluviales au point de rejet W2, W3; R9, R9, R10 et R16	Concentration (mg/L)	5	0,16
	Effluents en sortie de l'aire de transit des déchets industriels conventionnels			2,3
	Bassin d'orage			1725
	Effluents SEH		10	3,8
MES	Effluents en sortie de l'aire de transit des déchets industriels conventionnels	Concentration (mg/L)	40	20,2
DCO	Emissaire W1	Concentration (mg/L)	150	18
β global	Emissaire W1	Absence de radioactivité (Bq/L)	< 0,5*	1,06 ⁽¹⁾
	Emissaire W2, W3			0,15
3H	Emissaire W1	Absence de radioactivité (Bq/L)	< 50*	8,92
	Emissaire W2, W3			< 5,5

Commentaires :

⁽¹⁾ Activité β global due à la présence de potassium 40.

* Seuil de décision réglementaire

Le 24 décembre, un aléa au niveau du déshuileur de site a conduit à la présence d'irisation au bassin d'orage. La teneur maximale en hydrocarbures mesuré à ce moment a été de 1725 mg/L après fermeture de la vanne pelle

En dehors de cet événement, les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de l'arrêté du 18 septembre 2006.

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'ont été nécessaires.

3. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

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

III. 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 : ΔT °C) est lié à la puissance thermique (P_{th}) à évacuer au condenseur et du 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.

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du CNPE de Golfech et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans l'arrêté de rejets du 18 septembre 2006

Les températures amont et aval après mélange sont issues de moyennes journalières 00h-24h. Les données d'échauffement amont-aval calculé sont issues de moyennes horaires.

1. En conditions climatiques normales

Le CNPE de Golfech 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 (*Température aval du rejet après mélange et échauffement Aval/Amont*). Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents paramètres pour l'année 2023 est présenté dans les tableaux suivants :

	Température amont (°C)			Echauffement amont-aval calculé (°C)			Température aval après mélange (°C)		
	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max
Janvier	4,30	7,36	9,78	0,04	0,21	0,59	4,42	7,57	10,16
Février	5,12	6,67	8,68	0,11	0,24	0,51	5,32	6,90	8,86
Mars	6,55	10,50	14,10	0,01	0,12	0,39	6,79	10,62	14,13
Avril	12,95	14,72	17,58	0,01	0,02	0,04	12,97	14,74	17,60
Mai	14,06	16,89	19,57	0,00	0,01	0,04	14,06	16,90	19,58
Juin	18,67	20,73	23,57	0,00	0,01	0,03	18,62	20,74	23,59
Juillet	21,81	25,23	27,12	-0,11	0,01	0,08	21,82	25,23	27,12
Août	20,79	25,48	29,23	-0,86	-0,07	0,26	20,72	25,42	29,13
Septembre	21,16	22,98	24,39	-0,36	-0,06	0,38	21,13	22,92	24,30
Octobre	15,54	19,36	22,52	-0,14	0,19	0,54	15,72	19,55	22,78
Novembre	8,74	11,97	15,34	0,06	0,13	0,27	8,85	12,10	15,52
Décembre	7,61	8,63	9,92	0,02	0,07	0,16	7,69	8,70	9,96

2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites suivantes :

Paramètres	Unité	Limite en vigueur	Valeurs maximales
Echauffement amont-aval calculé entre le 1 ^{er} juin et le 30 septembre	°C	1,25	0,38
Echauffement amont-aval calculé entre le 1 ^{er} octobre et le 30 avril	°C	2	0,59

Température aval après mélange	°C	28	29,13*
--------------------------------	----	----	--------

Commentaires : En fonctionnement, les limites réglementaires d'échauffement et de température aval calculée après mélange ont toujours été respectées.

En ce qui concerne la température aval après mélange, la valeur de 28°C a été dépassée mais les exigences réglementaires ont bien été respectées : Les deux réacteurs étaient à l'arrêt. Néanmoins, un échauffement résiduel horaire peut subsister par le refroidissement de différents matériels au titre de la sûreté des installations (piscine de désactivation du combustible par exemple).

Cette situation non prise en compte dans notre arrêté de rejets a fait l'objet de divers échanges entre le CNPE de Golfech, les ingénieries nationales et l'ASN.

Afin de limiter au maximum l'échauffement du CNPE en cette période, il a été décidé de réduire autant que possible les sources de rejets thermiques, et donc de bloquer le programme de redémarrage des installations du réacteur N°2, dans les limites d'un échauffement moyen journalier nul (et non plus horaire à +1,25°C)

L'utilisation des capacités d'extraction des calories des 2 tours aéroréfrigérantes a permis de maintenir un échauffement moyen journalier négatif (-0,1 à -0,5°C) et un échauffement horaire maximal de 0,11°C.

*Hors période de condition climatique exceptionnelle ou situation exceptionnelle

3. En situation climatique exceptionnelle

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

4. En situation exceptionnelle

Lors de l'année 2023, le CNPE de Golfech n'a pas été contraint sur requis RTE de dépasser les limites en conditions climatiques normales.

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

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.

Partie V - Prévention du risque microbiologique

Le CNPE de Golfech peut être confronté au risque de prolifération de micro-organismes pathogènes pour l'homme, comme les amibes ou les légionelles, qui sont naturellement présents dans les cours d'eau en amont des installations et transitent par les circuits de refroidissement.

Ces micro-organismes trouvent en effet un terrain de développement favorable dans l'eau des circuits de refroidissement fermés des CNPE. Ces circuits de refroidissement, équipés de tours aéroréfrigérantes, sont soumis depuis le 1^{er} avril 2017 à une réglementation commune, la décision ASN n° 2016-DC-0578 relative à la prévention des risques résultant de la dispersion de micro-organismes pathogènes, qui fixe des seuils à partir desquels des actions doivent être menées afin de rétablir les concentrations à des niveaux inférieurs.

Afin de limiter ces proliférations, le CNPE de Golfech applique un traitement biocide à l'eau des circuits de refroidissement depuis l'année 1999. Dans l'objectif de limiter l'impact sur l'environnement de ce traitement par injection de monochloramine, le CNPE de Golfech développe depuis plusieurs années une méthodologie de traitement séquentiel au lieu d'une injection continue. Cette méthode permet de maîtriser le risque microbiologique tout en diminuant de façon notable les quantités de produits chimiques rejetés.

Les résultats microbiologiques indiqués sont issus de l'exigence 5.4.1 de la décision ASN n°2016-DC-0578 dite « Amibes Légionelles ». Pour corréliser les résultats microbiologiques et le traitement biocide associés mis en place sur les CNPE, les exigences des décisions individuelles des CNPE liées à la surveillance et aux résultats de mesures du traitement biocide sont présentées également ci-dessous.

I. Bilan annuel des colonisations en circuit

Les valeurs maximales observées en 2023 en *Legionella pneumophila* mesurées en bassin et en *Naegleria fowleri* calculées en aval dans le fleuve sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

Les résultats des analyses de suivi de la concentration en *Legionella pneumophila* et en *Naegleria fowleri* calculés en aval dans le fleuve sont détaillés en annexe 1.

Paramètre	Valeur maximale observée en 2023	Seuil d'action
Legionella pneumophila	< 100	10 000 UFC / L
Naegleria fowleri	43	100 <i>N.fowleri</i> / L

Sur l'année 2023, aucune valeur n'a atteint la limite du seuil d'action. Toutes les mesures en *Legionella pneumophila* sont inférieures au seuil de détection. Le suivi n'a pas été réalisé lors de la période d'arrêt des deux réacteurs, conformément à la réglementation.

II. Synthèse des traitements biocides et rejets associés

Les données concernant les rejets associés aux traitements biocides se trouvent dans la Partie IV- Rejets d'effluents.

La stratégie de traitement préventif estival communiquée en début d'année consistait en un traitement continu, suivi d'un traitement séquentiel. Le traitement séquentiel consiste en une injection continue de 8 heures par jour. Le traitement est démarré et arrêté sur des critères basés sur les niveaux de colonisations en amibes *Naegleria fowleri*. La durée du traitement séquentielle est adaptée aux populations en *Naegleria fowleri* et peut être augmentée (passage de 8h jusqu'à 12h de traitement) mais le talon minimal de 8h a toujours été maintenu.

Le traitement en continu peut être remis en service en cas de dérive constatée des populations dans les installations du CNPE, avant un retour à un traitement optimisé dès que possible.

Pour rappel, le réacteur N°1 a été à l'arrêt sur toute la période de traitement.

Données d'ensemble de la campagne de traitement 2023 :

Paramètres	Unités de production	
	N°1	N°2
Date de démarrage et d'arrêt du traitement préventif	SO	11/10 – 18/10
Date d'arrêt de Tranche (Début et fin)	26/02/22 -	27/03-29/09
Nombre de jour de traitement continu	0	2
Nombre de jour de traitement séquentiel	0	5
Date de mise en œuvre du traitement renforcé	0	/
Nombre de jours de Chloration massive	0	/
CRT moyen sortie condenseur (mg/L)	0	0,25
Consommation réelle d'eau de Javel (kg)	0	2120
Consommation réelle d'ammoniaque (kg)	0	553

On peut noter une campagne particulièrement courte et tardive, qui nous a contraint à moduler notre mode de traitement CTE (gestion des stocks présents, commandes, préparation de la campagne d'hiver).

Partie VI - Surveillance de l'environnement

I. 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, plusieurs milliers d'analyses dont les résultats sont transmis à l'administration et publiés par EDF sur le site internet du CNPE : <https://www.edf.fr/la-centrale-nucleaire-de-golfech/l-exploitation-de-la-centrale-nucleaire-de-golfech.fr>. 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>).

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.

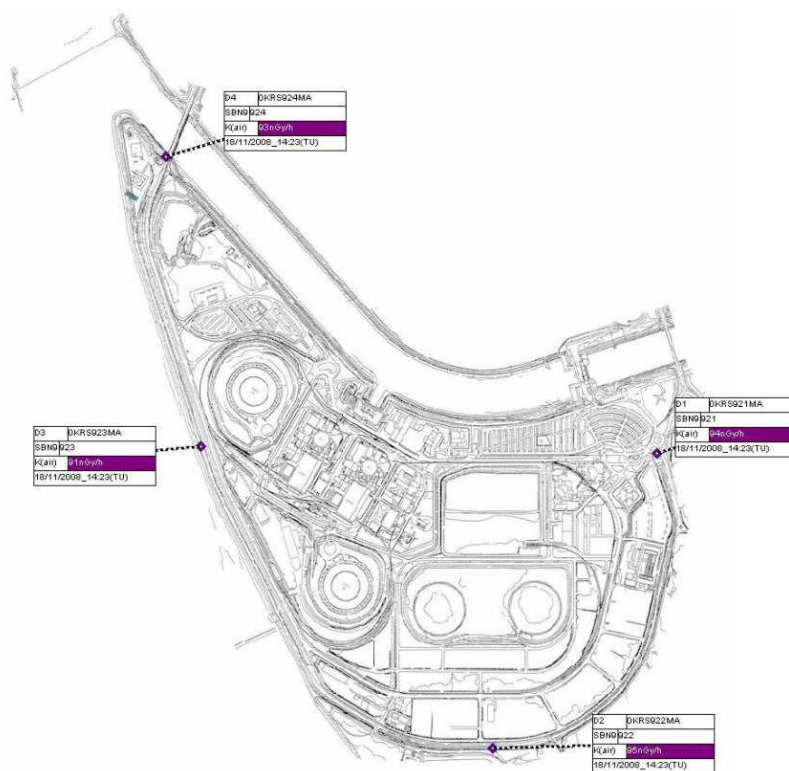
Ces études radioécologiques ont permis de caractériser finement les niveaux de radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les différents compartiments de l'environnement autour du CNPE, et de préciser l'influence des rejets d'effluents liquides et à l'atmosphère. Les données collectées depuis 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.

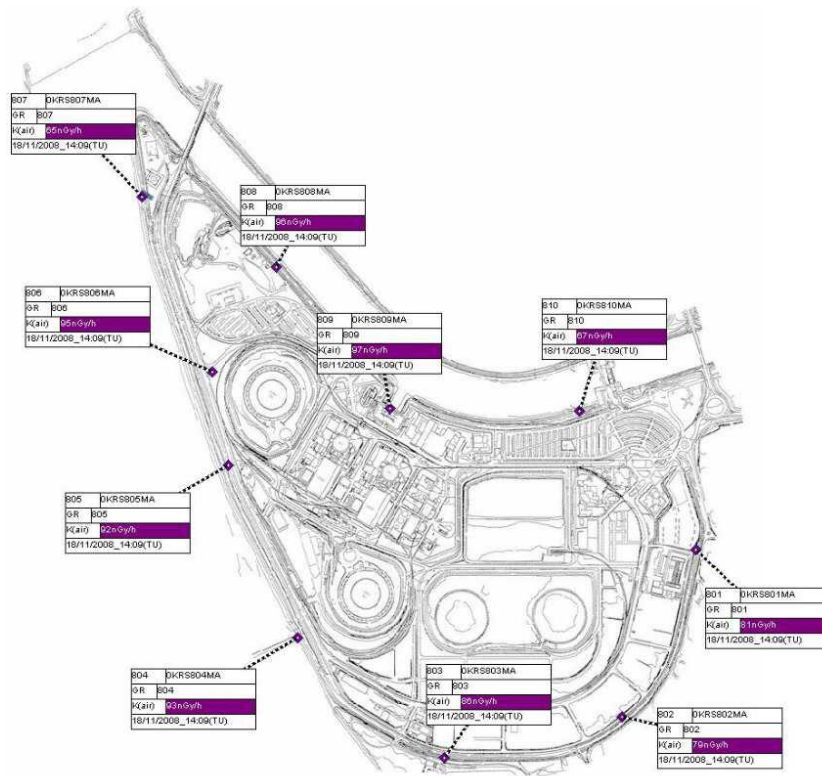
1. Surveillance de la radioactivité ambiante

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.

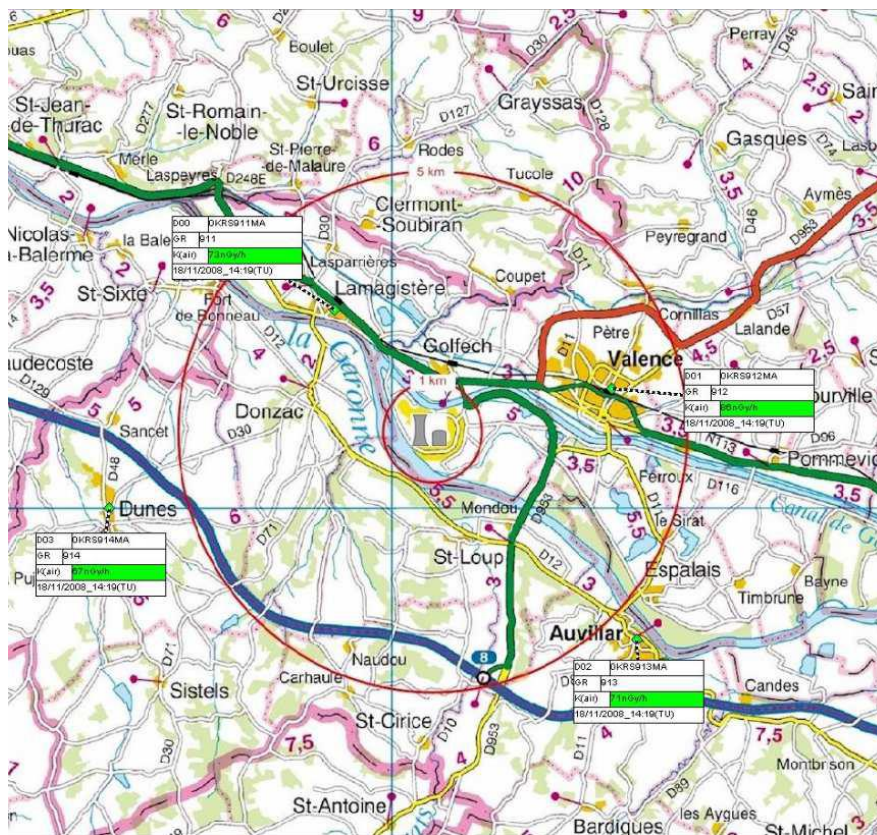
A noter que le réseau 10 km est surveillé au titre des situations accidentelles et n'est pas requis par l'arrêté du 18 septembre 2006.



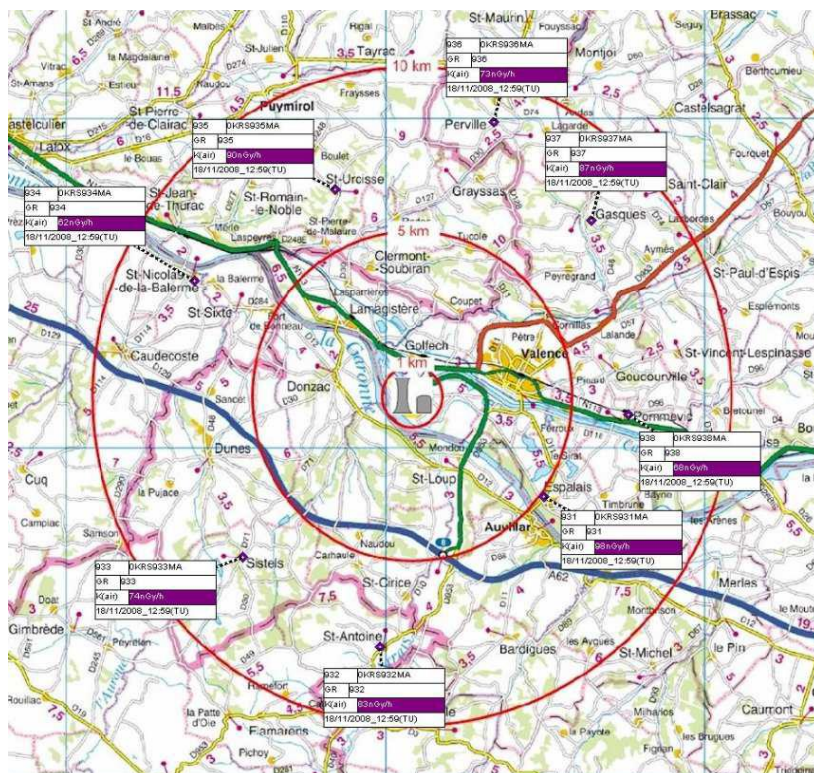
Plan du réseau 1 km



Plan du réseau clôture



Plan du réseau 5 kms



Plan du réseau 10 kms

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 2022 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives à l'année antérieure 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	98	119	96	97
1 km	103	119	96	96
5 km	112	131	108	112
10 km	111	162	111	119

Commentaire :

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 cohérents avec les résultats des années antérieures.

2. Surveillance du compartiment atmosphérique

Quatre 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 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 1er 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.

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment atmosphérique pour l'année 2022 sont donnés dans le tableau suivant.

Compartiment	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire	
Poussières atmosphériques Bq/m3	Bêta globale	0,00062	0,0030	0,03	
	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	< 1,5 ^E -5	<4,6 ^E -5	/
		⁶⁰ Co	<1,1 ^E -5	<4,1 ^E -5	/
		¹³⁴ Cs	<1,4 ^E -5	<3,2 ^E -5	/
		¹³⁷ Cs	<1,1 ^E -2	<2,7 ^E -5	/
		⁴⁰ K	<2,7 ^E -4	1,5 ^E -3	Mélange seuils / significatifs
Tritium atmosphérique Bq/m3		< 0,21	0,19	50	
Eau de pluie Bq/L	Bêta globale	0,15 Bq/L	0,36 Bq/L	/	
	Tritium	<4,4 Bq/L	8,2 Bq/L	Mélange seuils / significatifs	

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.

3. 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 et supérieures aux seuils de décision sont présentées.

Nature du prélèvement	Radionucléide		Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres (Bq/kg sec)	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	Mensuelle	<0,41	<0,6
		⁶⁰ Co		<0,41	<0,7
		¹³⁴ Cs		<0,31	<0,4
		¹³⁷ Cs		<0,34	<0,4
		⁴⁰ K		678	1080
Lait (Bq/L)	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	Mensuelle	<0,43	<0,6
		⁶⁰ Co		<0,37	<0,5
		¹³⁴ Cs		<0,41	<0,5
		¹³⁷ Cs		<0,43	<0,5
		⁴⁰ K		47	65

Commentaires :

La synthèse du rapport du suivi radioécologique annuel, pour l'année 2022, est présentée en annexe 02 (Un décalage d'un an est nécessaire à la réalisation de la totalité de la surveillance). Le rapport complet est disponible sur demande.

4. Surveillance du milieu aquatique

La synthèse du rapport du suivi radioécologique annuel, pour l'année 2022, est présentée en annexe 02 (Un décalage d'un an est nécessaire à la réalisation de la totalité de la surveillance). Le rapport complet est disponible sur demande.

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
Tritium	Bq/L	< 20
Bêta global MES	Bq/kg	0,07
Bêta global Eau Filtrée	Bq/L	0,4
Potassium	mg/L	6,7

Commentaires : RAS

II. Physico-chimie des eaux souterraines

Une surveillance physico-chimique des eaux souterraines est effectuée sur les paramètres physicochimiques par le biais de prélèvements sur 23 piézomètres du CNPE.

Les résultats de la surveillance des cinq piézomètres réglementaires sont indiqués dans le tableau ci-après.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH (Min-Moy-Max)	-	6,98 / 7,35 / 7,90
Conductivité	μS / cm	782
Hydrocarbures totaux	mg / l	0,05
COT		40
Manganèse (Dissous)		0,2
Nickel (Dissous)		0,0015
Cuivre (Dissous)		0,003
Zinc (Dissous)		0,01
Chrome (Dissous)		0,04
Aluminium (total)		0,3
Fer (total)		4,1
Phosphates		0,007
Chlorures		32

Commentaires : RAS

Comme suite à l'évènement ESE 22-02 de 2022, la remise en état de l'ouvrage de surveillance 0 SEZ013 PZ a permis de compléter la surveillance engagée en 2022.

Un marquage en sulfate a été observé, sans atteinte du seuil S2 d'action.

La concentration maximale en sulfate mesurée a été de 340 mg/l (novembre 2023), pour un S2 à 500 mg/L. Les concentrations mesurées sont en baisse constante depuis.

L'ingénierie nationale (TEGG) a confirmé le caractère modéré et très localisé du marquage, permettant de conclure à l'absence d'impact sur la qualité de l'ensemble de la nappe de la zone considérée par cet évènement.

L'ASN a été informée, le compte rendu d'évènement a été indicé.

Comme suite à l'évènement ESE 23-04 de 2023 (Alea au niveau du déshuileur ayant conduit à une irisation dans le bassin d'orage), les mesures mensuelles d'hydrocarbures ont démontré l'absence de marquage des eaux souterraines au droit du bassin d'orage (0 SEZ 003 PZ et 0 SEZ 023 PZ). La surveillance de ces ouvrages se poursuit selon le programme pérenne mis en œuvre sur le CNPE (mesure mensuelle).

III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface

1. Physico-chimie en continu

Les stations multi-paramètres (SMP), situées à « l'amont » et à « l'aval » du CNPE, mesurent en continu le pH, la conductivité, la température de l'eau et l'oxygène dissous dans le milieu récepteur.

Les tableaux suivants présentent les résultats du suivi sur l'année 2023 pour les stations amont, rejet et aval.

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,6	13,1	11,2	9,6	8,7	7,7	7,5	7,1	7,3	8,0	9,6	11,1
Conductivité (µS/cm)	340	342	294	277	247	246	265	262	253	288	310	308
pH	8,1	8,5	8,2	7,9	7,7	7,6	7,9	7,8	7,8	7,7	7,7	7,9
Température (°C)	7,4	6,7	10,5	14,7	16,9	20,7	26,5	26,2	23,0	19,4	12,0	8,6

Commentaires : La présence de bulles d'air liées à un défaut de notre système de pompage a perturbé la mesure d'oxygène. Celui-ci a pu être réparé courant mai.

Station rejet	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	10,4	10,4	9,9	9,8	9,4	8,6	8,4	8,6	9,2	8,9	9,8	10,5
Conductivité (µS/cm)	401	413	345	286	253	251	269	264	262	334	357	355
pH	8,4	8,5	8,3	8,0	7,9	7,8	8,1	8,1	8,1	8,1	8,3	8,3
Température (°C)	15,2	15,1	16,6	15,9	25,3	21,9	25,5	24,7	22,2	22,1	17,4	17,4

Commentaires : RAS

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,3	12,5	10,9	9,6	9,2	7,7	7,7	7,5	8,0	8,4	9,8	11,3
Conductivité (µS/cm)	348	358	312	286	252	255	279	276	268	297	330	328
pH	8,1	8,5	8,2	8,0	7,8	7,6	7,8	7,7	7,7	7,8	8,1	8,1
Température (°C)	7,8	7,2	11,0	15,1	17,4	21,2	25,5	25,8	23,0	19,7	12,6	10,5

Commentaires : RAS

Conclusion : Il n'y a pas de différence significative des mesures moyennes mensuelles de pH, oxygène dissous et de conductivité entre les stations amont et aval du CNPE.

Le pH au rejet est toujours resté dans les limites de l'arrêté de rejet (6 à 9).

2. Physico-chimie des eaux de surface

Le CNPE fait réaliser par le Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement (UMR 5245 CNRS / INP-ENSAT/UT3), en amont et en aval, des mesures bimestrielles et trimestrielles de certains paramètres physico-chimiques soutenant la vie biologique. Le rapport complet est disponible sur demande auprès du CNPE.

Vous trouverez ci-dessous le résumé du suivi des paramètres physicochimiques :

Il est important de noter que sur la période du 27/03/2023 au 29/09/2023, aucune tranche n'était en fonctionnement ; du 01/01/2023 au 27/03/2023 et du 29/09/2023 au 31/12/2023 seul le réacteur n°2 était en fonctionnement.

L'année 2023 a été marquée par une hydrologie inférieure aux valeurs habituelles de saison. L'entrée en étiage s'est opérée plus tardivement qu'en 2022, en raison d'épisodes pluvieux importants de mai et juin 2023.

Sur l'année, les écarts de températures sont variables. L'écart maximum entre l'aval et l'amont du CNPE de Golfech a été mesuré à 1,05 °C le 14 août 2023, sur les températures

moyennes journalières. Au niveau des maximales moyennes journalières, l'écart le plus important mesuré entre l'aval et l'amont est de 1,58°C le 11 juillet 2023. Il arrive également que l'amont soit plus chaud que l'aval, que l'on considère les températures moyennes journalières ou les températures maximales moyennes journalières. Les écarts entre l'amont et l'aval ne peuvent pas être imputés aux rejets du CNPE., alors à l'arrêt.

Les valeurs de qualité de l'eau obtenues dans les différentes stations sont conformes à des eaux carbonatées calciques de minéralisation moyenne. On observe cependant une augmentation de l'alcalinité (hydrogénocarbonates et TAC), de la conductivité et des concentrations d'ions dissous (calcium, magnésium, nitrates) en aval du CNPE de Golfech. Cela pourrait s'expliquer soit par un effet des rejets du CNPE en aval du site, soit à l'influence de la Barguelonne avec un mélange incomplet des eaux de ce cours d'eau et de la Garonne au niveau de la station ST2.

Concernant les métaux aluminium et fer notamment, on observe des concentrations plus élevées en aval du CNPE au cours de l'ensemble des campagnes, donc même en dehors du fonctionnement de la centrale nucléaire.

Au-delà de ces observations, les mesures physico-chimiques n'indiquent pas de différences significatives entre l'amont (ST1) et l'aval (ST2 et ST3) qui pourraient être directement imputables au fonctionnement du CNPE de Golfech.

Il est cependant important de noter que la fréquence des mesures ne permet pas de suivre et déceler des variations fines de la qualité de l'eau. En outre, les conditions de prélèvement, depuis la berge en rive droite en ST2, ne permettent pas toujours de garantir le bon mélange des masses d'eau (influence de la Barguelonne avec une eau de mauvaise qualité).

IV. Hydrobiologie

Chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance au Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement (UMR 5245 CNRS / INP-ENSAT/UT3), Sont distinguées la surveillance pérenne, réalisée annuellement, des surveillances en situation climatique exceptionnelle (SCE) ou en situation exceptionnelle (SE), dont le déclenchement est conditionné à l'attente des critères respectifs de 28°C et 30°C en température aval calculée.

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.

Le rapport complet est disponible sur demande auprès du CNPE de Golfech

1. Surveillance pérenne

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

Diatomées benthiques

Les espèces de diatomées identifiées sont majoritairement alcaliphiles et oligohalobes et traduisent un milieu alcalin avec des valeurs de conductivités moyennes. D'une manière générale, on constate des valeurs de structure (notamment diversité taxonomique et abondances) des peuplements moyens à élevés. La majorité des sites ont une qualité biologique moyenne qui se maintient au cours de la période considérée. L'analyse des caractéristiques écologiques des espèces de diatomées montre que l'ensemble de la zone de suivi est impacté par les matières fermentescibles. Le taux de formes anormales et/ou tératogènes est significatif d'anomalies particulières en termes de micropolluants toxiques pour les diatomées et/ou de facteurs environnementaux qui altèreraient leur morphologie. Les effets des facteurs à l'origine des déformations, sont ici difficilement déterminables à partir des seules données dont nous disposons. Ces déformations touchent essentiellement un seul taxon qui semble particulièrement sensible car il n'est pas rare de les observer dès que sa population devient abondante.

D'après ces observations, nous constatons que la qualité biologique périphytique est critique sur l'ensemble du secteur étudié et notamment dans des sites amont et aval éloigné du CNPE de Golfech. Les peuplements de diatomées sont toutefois relativement proches ou similaires d'un bout à l'autre du secteur étudié. Aussi, nous ne pouvons pas déceler un impact potentiel lié au fonctionnement du CNPE. Il n'est du moins pas suffisamment perceptible et identifiable.

Macrophytes

Les notes d'IBMR obtenues en amont (ST4) comme en aval (ST5) correspondent à un niveau trophique « très fort » et reflète la charge importante en éléments nutritifs. Il est normal d'observer un enrichissement de la teneur en nutriments dans la zone moyenne d'un grand cours d'eau comme la Garonne.

.Ce niveau trophique élevé est à mettre en relation avec les rejets anthropiques, principalement d'origine agricole et urbaine au niveau du bassin versant de la Garonne, sans que cela puisse impliquer spécifiquement le fonctionnement du CNPE de Golfech. Ceci est d'autant plus vrai en 2023.

Oligochètes des sédiments

Il est d'abord important de souligner que les sédiments sont un faciès très marginal dans l'ensemble du secteur de Garonne étudié et que leur collecte oblige à sélectionner des zones de dépôt très peu représentatives du secteur. La constitution des peuplements témoigne d'une contamination généralisée par des micropolluants (métaux, PCB) sur l'ensemble du secteur. Aucun lien avec des apports de micropolluants par le CNPE ne semble être mis en évidence.

Le réseau de suivi des stations présente de nombreuses sources de pollution, dont notamment des confluences de cours d'eau aux bassins versants importants (Tarn, Arrats). Ceci peut donc influencer sur les résultats obtenus, notamment en aval du CNPE.

Ainsi, les résultats obtenus ne mettent pas en évidence d'impact perceptible de la centrale nucléaire de Golfech sur la qualité biologique des sédiments de la Garonne.

Macroinvertébrés

De façon générale, les stations traduisent une qualité hydrobiologique du milieu variable. Le niveau de qualité en 2023 est équivalent entre les stations de l'amont (ST5 et ST4) et la station de l'aval (ST3). De façon globale, nous observons une baisse des indices entre juillet et septembre 2023 en lien avec la diminution des débits.

Les résultats obtenus ne mettent pas en évidence un éventuel impact du CNPE de Golfech sur la qualité biologique des peuplements de macroinvertébrés de la Garonne.

Ichtyofaune

Les inventaires à l'électricité montrent un plus grand effectif sur les stations ST4 et ST5.

Au niveau des inventaires aux filets, le nombre de prise est le plus important sur la station ST5. Les peuplements sont globalement composés de brème, gardon, barbeau, ablette. Le pseudorasbora occupe à nouveau une place importante dans les résultats.

Les résultats de l'IPR indiquent un milieu globalement en bon état piscicole, hormis la station amont ST5. Sur l'ensemble des stations, malgré la baisse de la note indiciaire, des pressions subsistent et impactent plus ou moins fortement le milieu. L'IPR n'est pas vraiment adapté aux grands cours d'eau et des espèces telles que le pseudorasbora, pourtant en qualité importante parfois et non autochtones, ne sont pas prises en compte dans le calcul.

Considérant que la note IPR est équivalente sur la Garonne entre la station amont éloignée et l'aval éloigné, et cela depuis 2020, il n'est pas possible de déterminer un quelconque impact du fonctionnement du CNPE.

Le suivi des poissons migrateurs montre des effectifs en baisse sur 2023 pour les saumons et les aloses, mais une augmentation des passages pour les anguilles. Certaines espèces n'ont pas été observées comme la truite de mer, la lamproie marine. Pour la 1ère fois depuis 2016, de la bouvière, de la carpe amour blanc de la perche, de la perche soleil, du pseudorasbora et du spiralin ont été détectés dans les espèces en phase de montaison.

Ces évolutions n'ont pas de lien avec le fonctionnement du CNPE de Golfech.

2. Surveillance en conditions climatiques exceptionnelles

Aucune surveillance en Situation Climatique Exceptionnelle n'a due être engagée sur l'année 2023.

3. Surveillance en situation exceptionnelle

Aucune surveillance en Situation Exceptionnelle n'a dû être engagée sur l'année 2023.

V. 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 Émergence Réglementée (ZER).

Le deuxième critère, en vigueur depuis le 1^{er} 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.

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 Golfech réalise des informations, par le biais de son site internet www.edf.fr/centrale-nucleaire-golfech, mais aussi en s'adressant directement aux mairies, à la CLI et aux médias 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 et graduellement en fonction de leur niveau sonore.

Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation

Une surveillance des niveaux de radioactivité est effectuée dans l'environnement du CNPE de Golfech 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 (retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl, ...). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique annuel réalisé par SUBATECH, disponible sur demande. Sa synthèse est disponible en Annexe 2.

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

À partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace³ 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 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...);
- l'eau captée à l'aval des installations est considérée comme provenant de captages d'eaux superficielles, même s'il s'agit de captages en nappes d'eaux souterraines, ce

³ La **dose efficace** est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique W_R (W_R = Radiation Weighting factor, facteur de pondération du rayonnement) pour tenir compte de la qualité du rayonnement (α , β , γ ...) et d'un facteur de pondération tissulaire W_T (W_T = 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** ».

qui revient à considérer que le milieu aquatique à l'aval du CNPE est toujours influencé par les rejets d'effluents liquides de l'installation ;

- on considère que l'eau de boisson n'a subi aucun traitement de potabilisation (autre que la filtration), et donc qu'aucune rétention de radionucléides n'a été effectuée lors de procédés de traitement ;
- la pêche de poissons dans les fleuves à l'aval des CNPE est supposée systématique, sans exclure les zones de pêche interdite.

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).

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

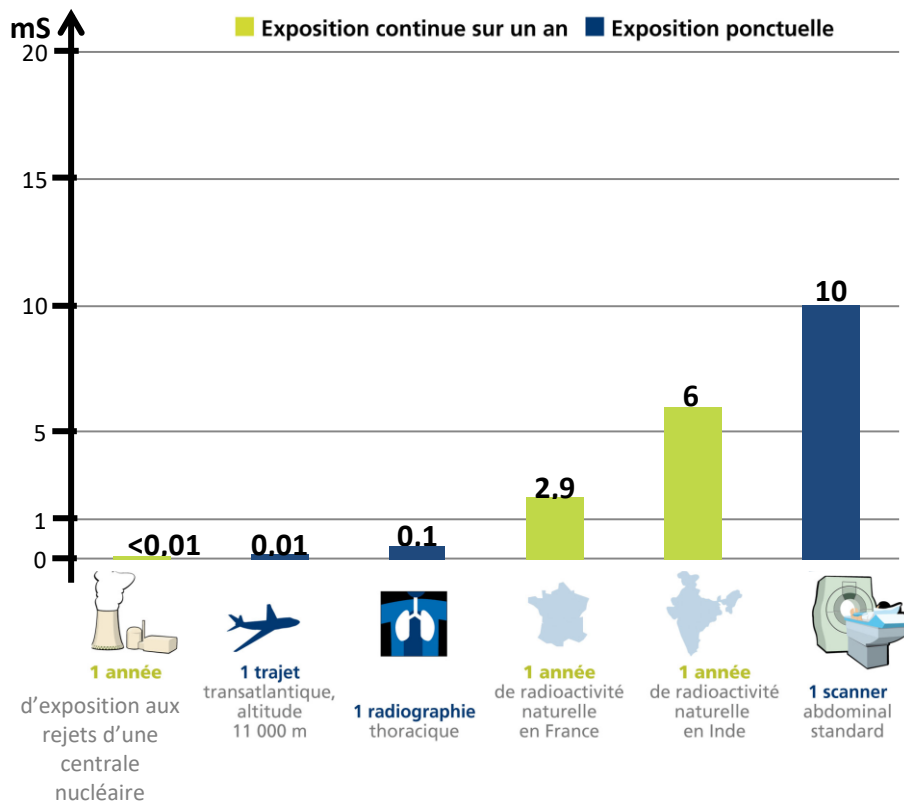


Figure 2 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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.

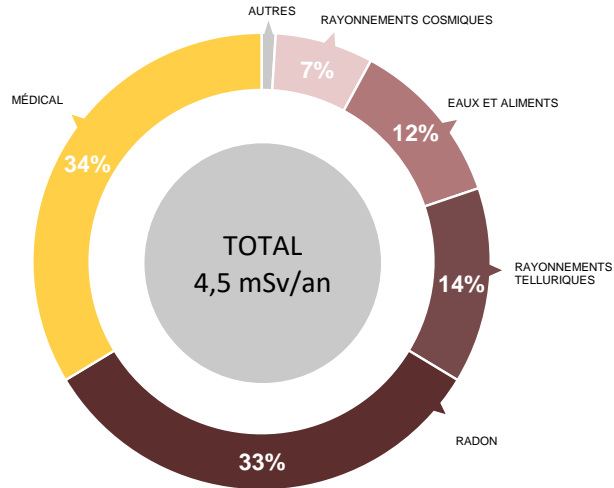


Figure 3 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

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 Golfech, 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	7,0E-07	6,8E-06	7,5E-06
Rejets d'effluents liquides	1,4E-07	3,2E-05	3,2E-05
Total	8,3E-07	3,8E-05	3,9E-05

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	7,3E-07	6,7E-06	7,5E-06
Rejets d'effluents liquides	s.o.	2,8E-05	2,8E-05
Total	7,3E-07	3,4E-05	3,5E-05

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	7,3E-07	1,2E-05	1,3E-05
Rejets liquides	s.o.	3,9E-05	3,9E-05
Total	7,3E-07	5,1E-05	5,1E-05

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à 1.10^{-4} mSv/an pour l'adulte, pour l'enfant de 10 ans et pour l'enfant de 1 an.

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 10 000 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.

scientifiques.

Partie VIII - Gestion des déchets

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 Golfech, 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.

I. 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.

1. 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 Soulaines (déchets de faible à moyenne activité à vie courte, FMAVC).

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) ».

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 et cellulosiques				
Déchets non métalliques (gravats...)				
Déchets graphite	Faible	Longue	FA-VL (faible activité à vie longue)	Entreposage sur site
Pièces métalliques et autres déchets actives	Moyenne		MA-VL (moyenne activité à vie longue)	Entreposage sur site (en piscine de refroidissement pour les grappes et autres déchets actives REP)

2. 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 Soulaines (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.

DE LA CENTRALE AUX CENTRES DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE

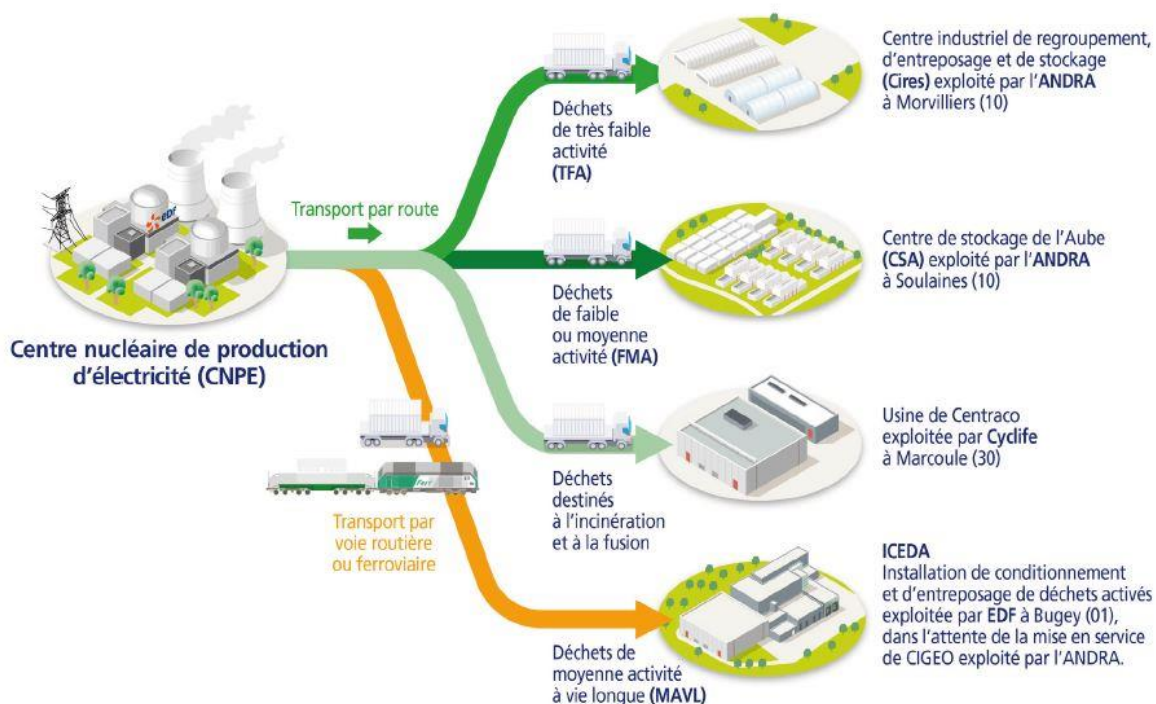


Figure 4 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

3. 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 Golfech.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2023	Commentaires
TFA	24,810 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA
FMAVC (Liquides)	35,214 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants...
FMAVC (Solides)	54,779 tonnes	Localisation Bâtiment des Auxiliaires Nucléaire (BAN) et Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE)
FAVL	186 objets	Concerne les grappes et les étuis dans les piscines de désactivation (déchets technologiques, galette inox, bloc béton et chemise graphite)
MAVL	24,810 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA

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 Golfech.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2023	Type d'emballage
TFA	100 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC (Liquides)	71 colis	Coques béton
FMAVC (Solides)	241 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
FAVL	10 colis	Autres (caissons, pièces massives...)
MAVL	100 colis	Tous types d'emballages confondus

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 Golfech.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	133
CSA à Soulaines	309
Centraco à Marcoule	1515

En 2023, 1957 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés.

II. 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, ...).

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

Quantités 2023 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
CNPE de Golfech	137	55	1729	1497	9538	9538	11404	11090

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 2022, les 2 unités de production du CNPE de Golfech ont produit 6460 tonnes de déchets conventionnels : 98,6 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

ASN - Autorité Sûreté Nucléaire

CNPE - Centre Nucléaire de Production d'Électricité

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 - Évènement 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

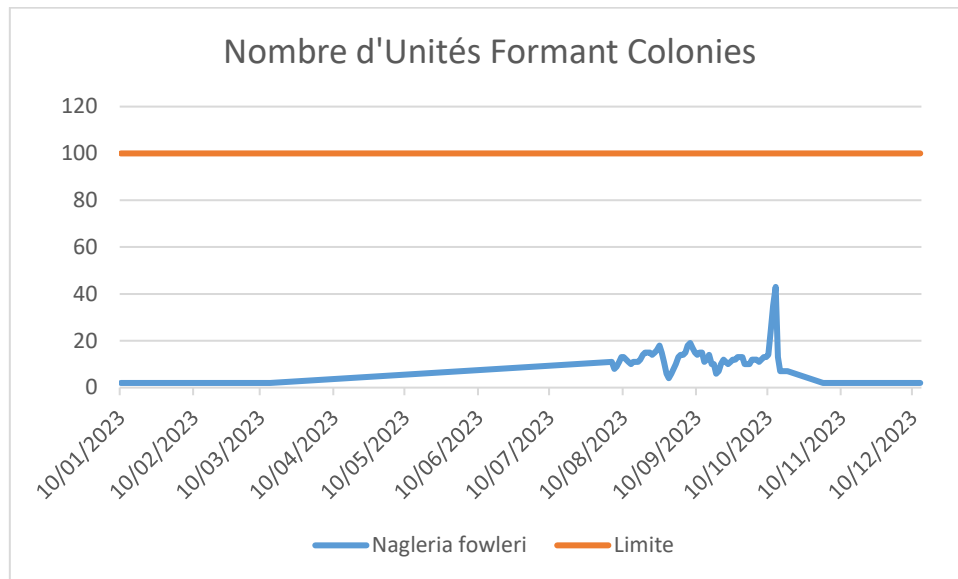
TEU - Traitement des Effluents Usés

TFA - Très Faible Activité

THE – Très Haute Efficacité

UFC - Unité Formant Colonie

ANNEXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de Golfech Année 2023



ANNEXE 2 : Synthèse du suivi radioécologique annuel du CNPE de Golfech Année 2022

Le suivi radioécologique des C.N.P.E. français a pour but de quantifier et de distinguer la radioactivité liée aux rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides de ces installations nucléaires de la radioactivité naturelle locale et de celle liée aux apports exogènes (essais aériens nucléaires, accidents de Tchernobyl et de Fukushima, rejets de centres hospitaliers...). Ces études consistent donc à suivre l'incidence spatiale et temporelle du fonctionnement normal des C.N.P.E. en déterminant des variations de radioactivité en termes de qualité (radionucléides détectés) et de quantité (niveaux d'activité) dans l'environnement des installations considérées.

Dans ce but, il s'agit de choisir des stations de prélèvement et des matrices permettant de détecter et de distinguer ces différentes contributions. En l'occurrence, dans le milieu terrestre, les prélèvements s'orientent principalement vers des bryophytes (mousses), des productions agricoles (asperges/salades), des sols, des herbes de prairie et du lait. Dans le milieu aquatique, les échantillons prélevés sont des sédiments, des végétaux aquatiques, des poissons, de l'eau de boisson et de l'eau d'irrigation. Les campagnes de prélèvements se sont déroulées d'avril à octobre 2022.

Dans toutes les matrices prélevées, hormis les eaux de boisson et d'irrigation, les analyses portent sur la mesure des radionucléides quantifiables par spectrométrie gamma (^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{110m}Ag , ^{54}Mn , ^{131}I ...) et, depuis 2000, la détermination du tritium libre dans le lait et les eaux. Depuis 2009, le programme d'analyses du suivi radioécologique annuel intègre des mesures de tritium organiquement lié (lait sous les vents dominants et poissons) et de carbone 14 (herbe de pâturage sous les vents dominants et poissons). Depuis 2015, des analyses réglementaires de tritium (libre et organiquement lié) et de carbone 14, publiées dans la décision ASN n°2013-DC- 0360 modifiée par la décision ASN n°2016-DC-0569 (« Décision environnement »), ont été intégrées au suivi radioécologique annuel. Cette évolution se traduit, suivant le C.N.P.E. considéré, par la réalisation dans le milieu terrestre de mesures de ^{14}C dans les salades/asperges (ZHV et/ou ZSV), les herbes (ZHV) et les laits (ZHV), de mesures de l'activité du tritium libre dans les salades/asperges et les herbes de pâturage récoltées sous les vents dominants ainsi que les laits (ZHV) et de mesures de tritium organiquement lié dans les salades/asperges/choux prélevées sous les vents dominants. Dans le milieu aquatique, le tritium libre est également mesuré dans les végétaux aquatiques prélevés à l'amont et à l'aval.

Les paragraphes suivants décrivent les résultats de mesure de la radioactivité artificielle, du tritium et du carbone 14 obtenus en 2022 dans les milieux terrestre et aquatique de l'environnement des C.N.P.E. du bassin de la Garonne.

Radioécologie du milieu terrestre en 2022

La Figure 7.1 (P138 du rapport complet) présente les activités supérieures aux seuils de décision des radionucléides artificiels émetteurs gamma détectés en 2022 dans les échantillons prélevés dans l'environnement terrestre des C.N.P.E. du bassin de la Garonne. Les activités sont exprimées en Bq.kg^{-1} sec pour les sols et les végétaux (mousses, asperges, herbes...) et en Bq.L^{-1} pour les laits. Les données sont représentées en fonction des stations de prélèvements, hors des vents dominants ou sous les vents dominants.

En 2022, la radioactivité d'origine artificielle dans le milieu terrestre est due à la présence de ^{137}Cs dans les sols non cultivés prélevés sous les vents dominants dans l'environnement proche des deux C.N.P.E., dans la mousse terrestre sous les vents dominants pour le C.N.P.E. de Golfech et dans les asperges prélevées dans la zone hors vents pour le C.N.P.E. de Blayais. Il est donc observé dans 4 des 11 échantillons prélevés (36%). Les niveaux d'activité sont comparables à ceux observés lors des études antérieures. Ces observations indiquent que la présence de traces de ^{137}Cs en 2022 provient principalement de la rémanence des retombées des essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl.

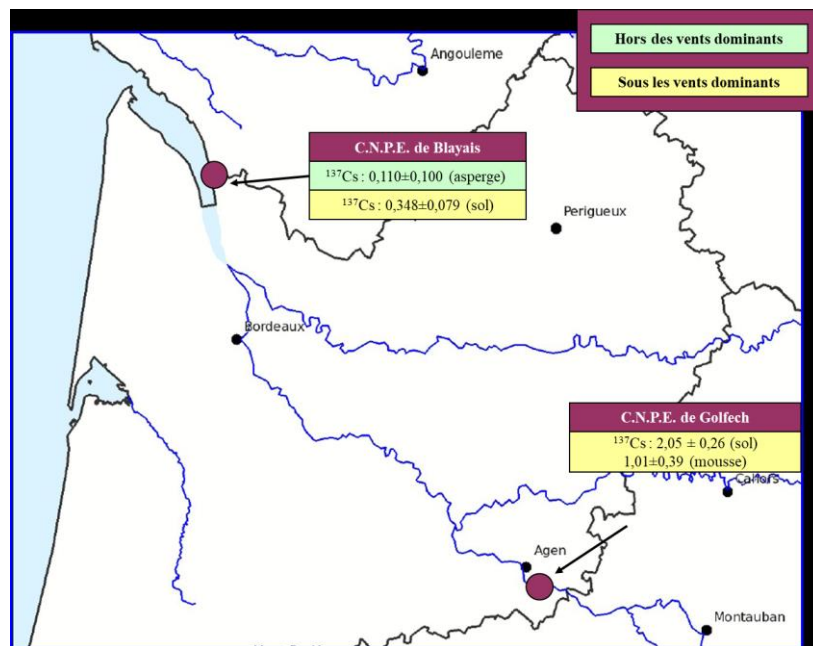


Figure 7.1. Synthèse des activités des radionucléides artificiels des échantillons prélevés en 2022 dans l'environnement terrestre des C.N.P.E. du bassin de la Garonne.

En 2022, les mesures de tritium (libre et organiquement lié) effectuées sont inférieures aux seuils de décision ou inférieures au bruit de fond ambiant hors influence industriel ($0\text{-}5\text{-}2,0 \text{ Bq.L}^{-1}$ [1]), à l'exception de la détection de tritium organiquement lié dans les salades (ZSV – $4,27 \pm 0,95 \text{ Bq.L}^{-1}$) prélevées dans l'environnement du C.N.P.E. de Golfech. Cette activité supérieure aux valeurs attendues en dehors de tout apport industriel local [1] met en évidence l'influence des rejets tritiés du C.N.P.E. de Golfech.

La Figure 7.2 présente les activités spécifiques en ^{14}C mesurées de 2013 à 2022 dans l'environnement terrestre des C.N.P.E. du bassin de la Garonne dans les herbes de pâturage prélevées au niveau des stations situées sous les vents dominants. Les activités sont exprimées en Bq.kg^{-1} de carbone.

De 2013 à 2022, les activités de ^{14}C mesurées dans les herbes de pâturage sont ponctuellement supérieures de quelques becquerels par kg de carbone au bruit de fond ambiant hors influence industrielle qui a diminué progressivement sur la période, de 232 ± 7 Bq.kg $^{-1}$ de carbone en 2013 à une valeur de 222 ± 7 Bq.kg $^{-1}$ de carbone en 2022 [1] (Bandeau vert sur la Figure 7-2). Les résultats obtenus lors des bilans décennaux des C.N.P.E. du Blayais de 2002 et 2013, et du C.N.P.E. de Golfech de 2000, 2011 et 2021 étaient cohérents avec ce constat.

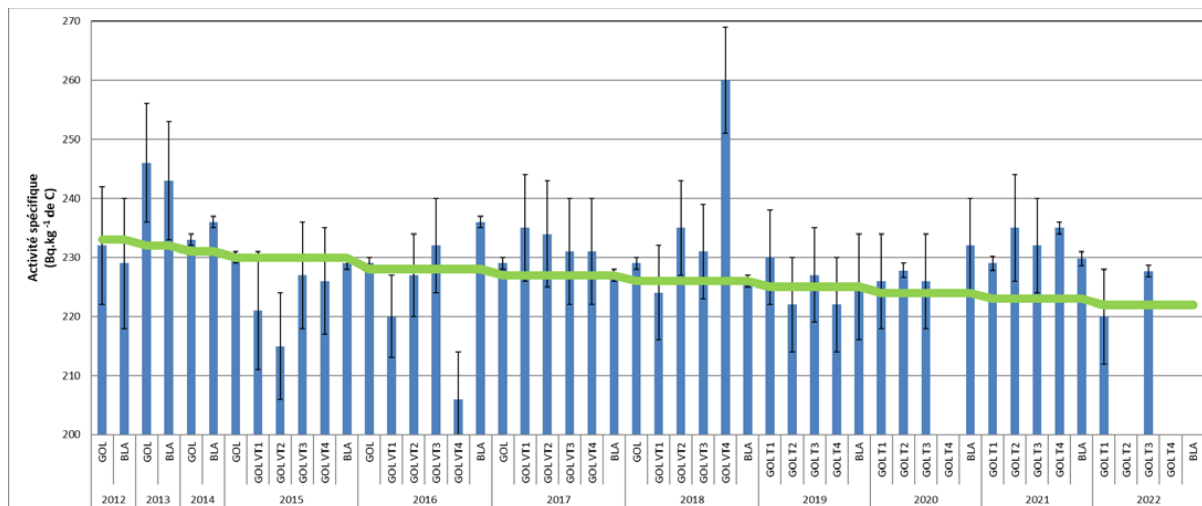


Figure 7.2. Activités spécifiques en ^{14}C mesurées dans les herbes de pâturage prélevées dans l'environnement terrestre des C.N.P.E. du bassin de la Garonne. Le bandeau vert représente le bruit de fond ambiant hors influence industrielle

NB : Les données de ^{14}C à Golfech de 2019 à 2022 sont les valeurs trimestrielles, les valeurs antérieures sont des valeurs trimestrielles et annuelles. Les données de ^{14}C à Blayais sont données sous les vents de 2013 à 2017 et hors vent depuis 2018

Radioécologie du milieu aquatique en 2022

Les Figures 7-3 (page 140 du rapport complet), 7-4 (p 141) et 7-5 (p 142) présentent respectivement les activités supérieures aux seuils de décision des radionucléides artificiels, du ^3H (libre et/ou organiquement lié) et/ou du ^{14}C mesurées dans les sédiments, dans les végétaux aquatiques et dans la faune aquatique (poissons) prélevées en 2022 sur les stations étudiées, proches des C.N.P.E. de Golfech et Blayais. Les activités mesurées par spectrométrie gamma sont exprimées en Bq.kg $^{-1}$ sec (sédiments, végétaux) et Bq.kg $^{-1}$ frais (poissons), le ^3H libre en Bq.L $^{-1}$ d'eau de lyophilisation, le ^3H organiquement lié en Bq.L $^{-1}$ d'eau de combustion et le ^{14}C en Bq.kg $^{-1}$ de carbone. Elles sont représentées en fonction des stations de prélèvements : estuaire fluvial, estuaire amont immédiat, estuaire aval immédiat et estuaire aval pour le C.N.P.E. du Blayais et amont, aval et aval lointain pour le C.N.P.E. de Golfech.

En 2022, le milieu aquatique présente des activités en ^{137}Cs dans l'environnement des C.N.P.E. de Golfech et Blayais, ainsi que des activités en ^{58}Co et ^{60}Co à l'aval du C.N.P.E. de Golfech et des activités en ^{131}I à l'amont et à l'aval de l'installation de Golfech.

Le ^{137}Cs est détecté dans les échantillons de sédiments (7/7) et de végétaux aquatiques (6/7) analysés en 2022 dans l'environnement proche des C.N.P.E. du bassin de la Garonne. Les activités mesurées en ^{137}Cs ne permettent pas d'établir de corrélation avec la présence des C.N.P.E. de Golfech et du Blayais. Comme dans le milieu terrestre, la présence

de traces de ^{137}Cs dans les sédiments et les végétaux aquatiques est liée en 2022 principalement aux retombées des anciens essais nucléaires militaires aériens et à celles de l'accident de Tchernobyl de 1986.

Les activités mesurées en ^{58}Co et ^{60}Co à l'aval du C.N.P.E de Golfech mettent en revanche en évidence l'influence des rejets liquides de l'installation sur le milieu aquatique environnant.

Enfin, il a été établi que l' ^{131}I détecté en amont et en aval de Golfech est lié à des activités de médecine nucléaire pratiquées notamment au niveau de l'agglomération toulousaine.

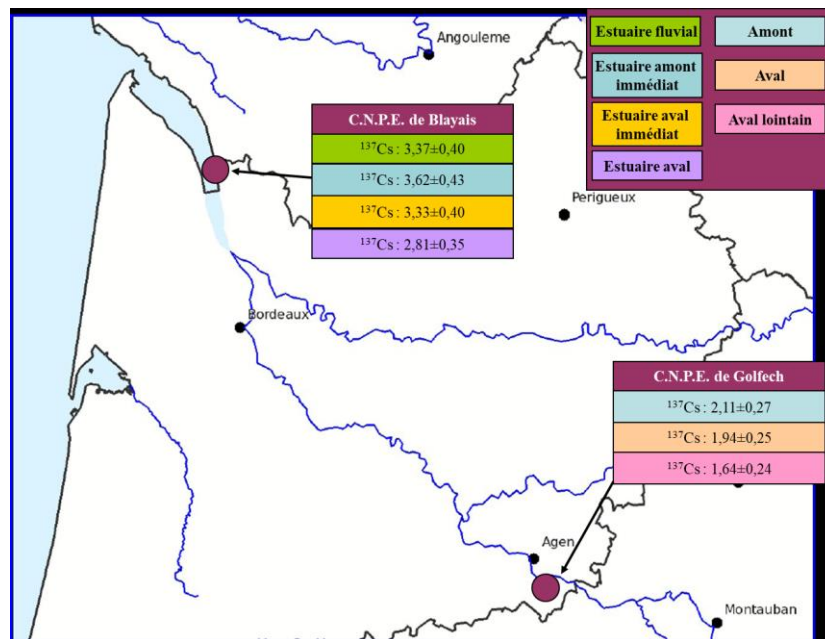


Figure 7-3. Synthèse des activités des radionucléides artificiels dans les sédiments prélevés en 2022 dans l'environnement des C.N.P.E. du bassin de la Garonne

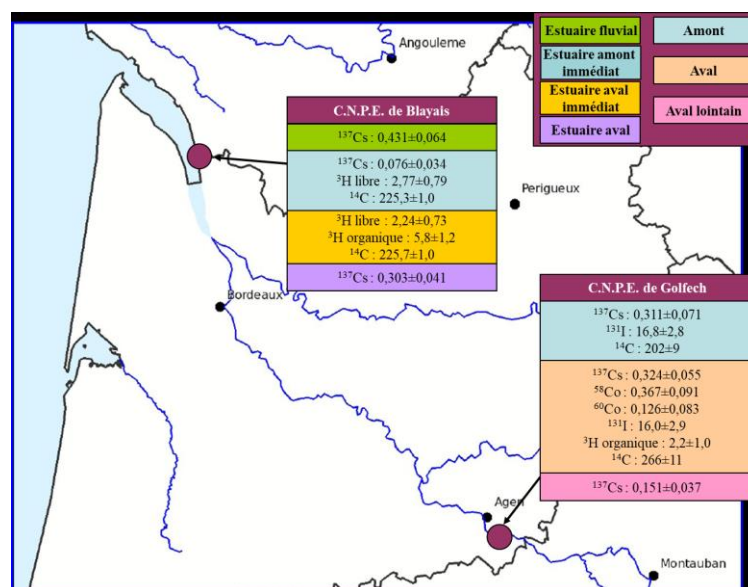


Figure 7-4. Synthèse des activités des radionucléides artificiels, du ^{14}C et du ^3H détectés dans les végétaux aquatiques prélevés en 2022 dans l'environnement des C.N.P.E. du bassin de la Garonne.

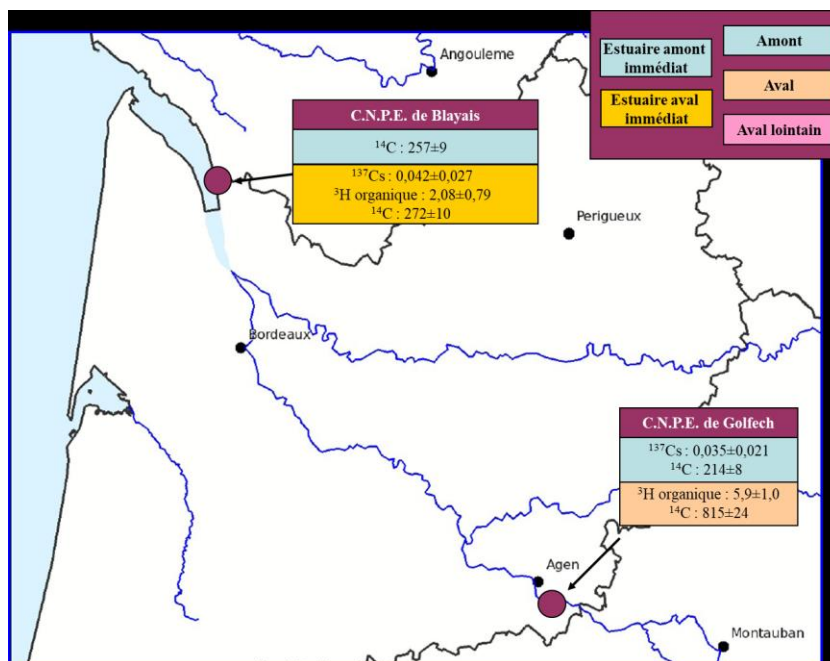


Figure 7-5. Synthèse des activités des radionucléides artificiels (en Bq.kg⁻¹ frais), du tritium organiquement lié (en Bq/L d'eau de combustion) et du carbone 14 (en Bq.kg⁻¹ de carbone) détectés dans les poissons prélevés en 2022 dans l'environnement des C.N.P.E. du bassin de la Garonne.

En 2022, le ^{137}Cs est détecté dans 2 des 4 échantillons de la faune aquatique, dans l'estuaire amont immédiat sous influence potentielle des rejets liquides du C.N.P.E. du Blayais d'une part et à l'amont du C.N.P.E. de Golfech d'autre part. Aucun autre radionucléide d'origine artificielle n'est détecté dans ces échantillons. La présence de ces traces de ^{137}Cs est liée principalement aux retombées des anciens essais nucléaires militaires aériens et à celles de l'accident de Tchernobyl.

Le ^3H libre a été mesuré dans les poissons à l'occasion des bilans décennaux de Golfech en 2000 et 2011, et Blayais en 2002 et 2013, ainsi que lors de suivis annuels de 2007 à 2017. Il n'est plus mesuré depuis 2018 pour les 2 C.N.P.E. Des analyses de ^3H organiquement lié sont intégrées au suivi radioécologique annuel depuis 2009. La Figure 7-6 (p144) et la Figure 7-7 (p144) présentent respectivement les activités du tritium libre et/ou du tritium organiquement lié mesurées dans les chairs de poissons pêchés dans l'environnement des C.N.P.E. du bassin de la Garonne.

Le tritium possède une double origine à la fois naturelle et artificielle. A l'aval du C.N.P.E. de Golfech et dans l'environnement du C.N.P.E. du Blayais, les analyses de ^3H libre dans le milieu aquatique révèlent depuis 2010 des activités cohérentes avec le bruit de fond ambiant hors influence industrielle à l'exception des activités proches de 11-50 Bq.L⁻¹ mesurées dans les poissons pêchés à l'aval proche du C.N.P.E. de Golfech en 2011 et 2016 (Figure 7-6, p144) ainsi que dans les crevettes en 2011 et 2017 pêchés dans l'estuaire amont sous l'influence potentielle des rejets du C.N.P.E. de Blayais. La détection de ^3H libre dans les matrices aquatiques dépend fortement de la concomitance des rejets d'effluents des C.N.P.E. et des prélèvements en raison de la dilution et du transfert rapide du ^3H au sein de ces milieux récepteurs [1].

Dans le cas du C.N.P.E. du Blayais, le positionnement des deux stations de prélèvement dans l'estuaire à l'amont immédiat et à l'aval immédiat dans la zone de brassage des eaux par la marée explique les valeurs équivalentes mesurées dans les deux échantillons.

Les mesures de tritium libre effectuées en 2022 dans les eaux prélevées à proximité de Blayais et de Golfech sont inférieures aux seuils de décision ou présentent une activité proche de 1 Bq.L^{-1} . Ces activités sont conformes aux valeurs attendues en dehors de tout apport industriel local [1]. Les activités détectées dans l'eau de boisson prélevée à Sauveterre-Saint-Denis, pompée directement dans la Garonne, en 2015 ($43 \pm 4 \text{ Bq.L}^{-1}$) et 2017 ($38 \pm 5 \text{ Bq.L}^{-1}$), étaient probablement liées à la simultanéité du prélèvement avec les rejets d'effluents réalisés par le C.N.P.E. de Golfech. Pour rappel, la valeur-guide dans l'eau potable recommandée par l'OMS est de 10000 Bq.L^{-1} .

La réglementation européenne relative à l'eau potable appliquée par la France fixe par ailleurs une référence de qualité de 100 Bq.L^{-1} , au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées pour rechercher la présence de radionucléides artificiels.

Les analyses de ^3H organiquement lié sont réalisées depuis 2009 sur les poissons pêchés dans l'environnement des C.N.P.E. du bassin de la Garonne (Figure 7-7, p 144). Sur la période 2013-2022, les activités du ^3H organiquement lié détectées à l'aval du C.N.P.E. de Golfech et dans l'estuaire aval immédiat de la Gironde à proximité du C.N.P.E. du Blayais varient de 1 à 15 Bq.L^{-1} d'eau de combustion, de même pour les mesures dans les végétaux aquatiques. En 2022, les activités du ^3H libre demeurent dans la variabilité environnementale, tandis que l'activité mesurée en tritium organiquement lié dans les phanérogame prélevés dans l'estuaire aval immédiat de Blayais et dans les poissons prélevés à l'aval du C.N.P.E. de Golfech montrent l'influence des rejets des sites sur le milieu aquatique environnant. D'ailleurs, une activité TOL supérieure au bruit de fond hors influence, a régulièrement été mesurée dans les poissons pêchés à l'aval du C.N.P.E. de Golfech en 2010, 2011, 2016, 2017, 2018 et 2019.

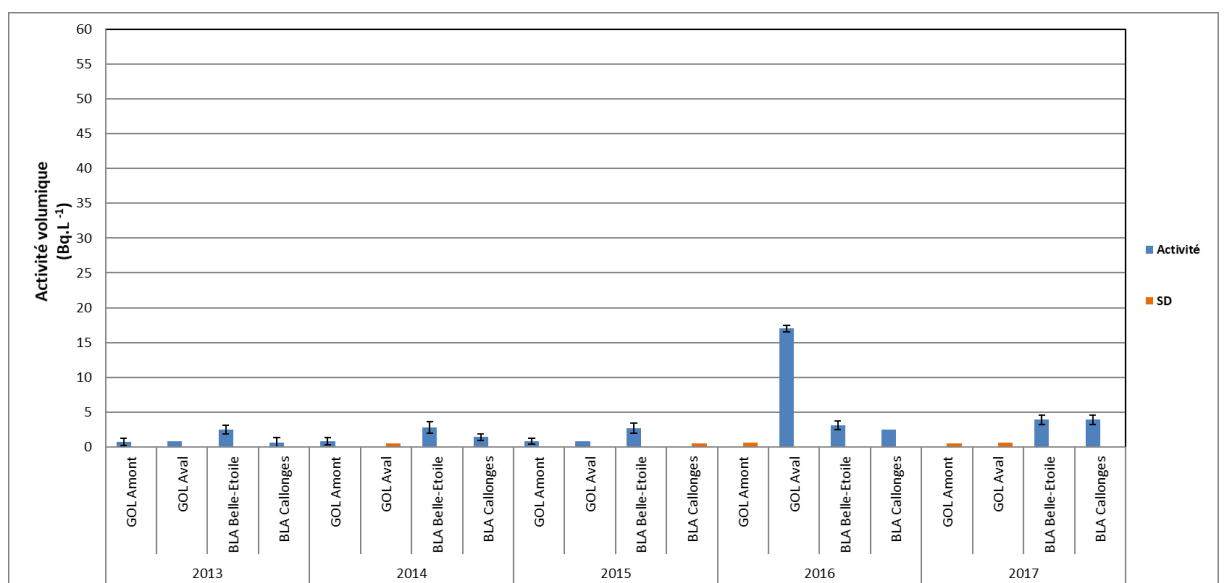


Figure 7-6. Activités volumiques du ^3H libre mesurées dans les poissons prélevés dans l'environnement aquatique des C.N.P.E. du bassin de la Garonne.

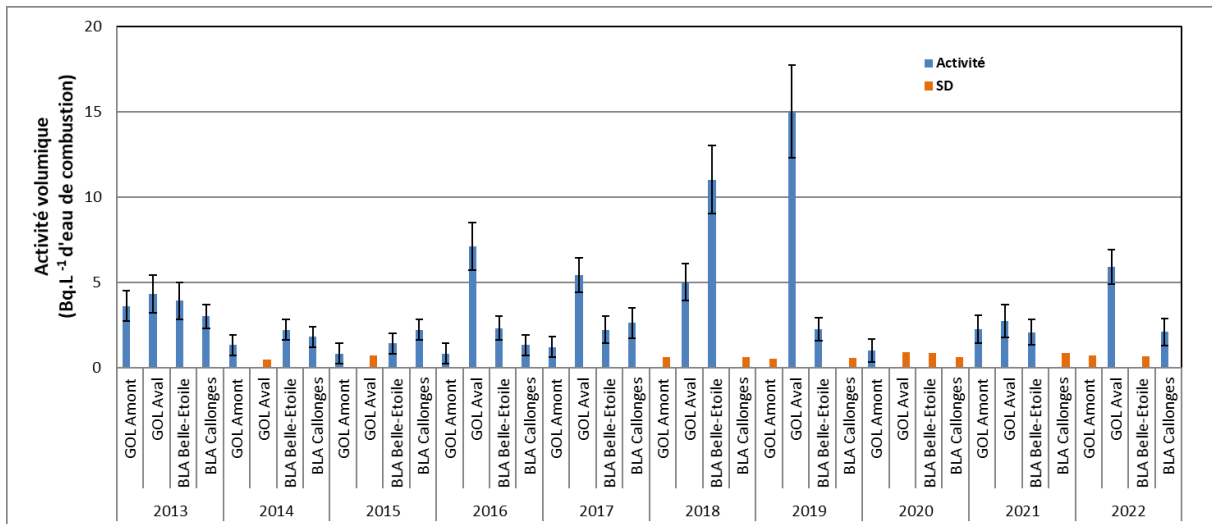


Figure 7-7. Activités volumiques du ^3H organiquement lié mesurées dans les poissons prélevés dans l'environnement aquatique des C.N.P.E. du bassin de la Garonne.

En 2007 pour le C.N.P.E. de Blayais, et depuis 2009 pour les C.N.P.E. de Blayais et de Golfech, les activités spécifiques en ^{14}C sont mesurées dans les poissons prélevés dans l'environnement aquatique des deux C.N.P.E. implantés dans le bassin de la Garonne (Figure 7-8, p 145). Le ^{14}C possède une double origine à la fois naturelle et artificielle.

En tête du bassin de la Garonne, sur la période 2013-2022 à l'amont du C.N.P.E. de Golfech, les analyses révèlent des activités cohérentes aux incertitudes de mesures près avec le bruit de fond ambiant hors influence industrielle, de l'ordre de $200\text{-}220 \text{ Bq.kg}^{-1}$ de carbone (Figure 7-8), à l'exception de l'activité plus élevée mesurée en 2013. Il est probable que les poissons aient passé une partie de leur vie à l'aval du C.N.P.E.

Les activités mesurées à l'aval du C.N.P.E. de Golfech entre 2013 et 2021 sont systématiquement supérieures à l'exception de 2014. Les résultats d'analyse en ^{14}C sur les prélèvements aquatiques effectués en 2022 confirment ce constat. Sur la période 2013-2022, les analyses de ^{14}C montrent des activités supérieures à l'activité ambiante hors influence industrielle dans les deux lots de poissons analysés annuellement prélevés dans l'estuaire à l'amont immédiat et à l'aval immédiat, zones toutes deux sous influence potentielle des rejets liquides du C.N.P.E de Blayais.

Le positionnement des deux stations de prélèvement dans la zone de brassage des eaux par la marée explique les valeurs équivalentes mesurées chaque année dans les deux échantillons.

L'ensemble de ces résultats est cohérent avec les constats des études radioécologiques décennales. Ils témoignent de l'influence des rejets d'effluents liquides en ^{14}C des C.N.P.E. du bassin de la Garonne sur le milieu aquatique environnant.

Enfin, les analyses de ^{63}Ni et de ^{55}Fe dans les végétaux aquatiques prélevés en 2022 sont inférieures au seuil de décision.

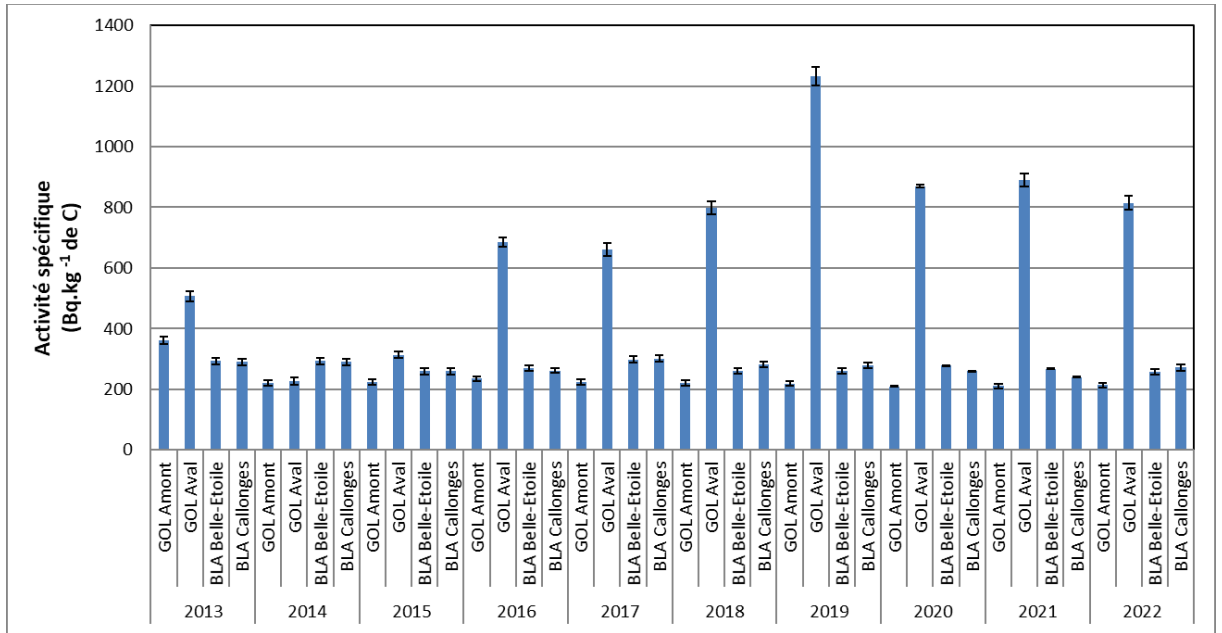


Figure 7-8. Activités spécifiques en ^{14}C mesurées dans les poissons prélevés dans l'environnement aquatique des C.N.P.E. du bassin de la Garonne.