A photograph of two large, cylindrical concrete cooling towers at a nuclear power plant. The towers are situated behind a line of green trees and a body of water. The sky is blue with scattered white clouds. The towers are emitting a thick plume of white steam or smoke that rises into the sky. The water in the foreground reflects the towers and the sky.

RAPPORT ENVIRONNEMENTAL ANNUEL
RELATIF AUX INSTALLATIONS
NUCLEAIRES DU CENTRE NUCLEAIRE DE
PRODUCTION D'ÉLECTRICITE
DE SAINT-LAURENT

2024

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 Saint Laurent des Eaux en 20244

I. Contexte	4
II. Le CNPE de Saint Laurent des Eaux	4
III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Saint Laurent des Eaux	5
IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	5
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des événements significatifs pour l'environnement	5

Partie II - Prélèvements d'eau

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	10
IV. Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance	11

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau	13
II. Consommation d'eau	13

Partie IV - Rejets d'effluents

I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	15
II. Rejets d'effluents liquides	25
III. Rejets thermiques	39

Partie V - Prévention du risque microbiologique

I. Bilan annuel des colonisations en circuit	41
II. Synthèse des traitements biocides et rejets associés	41

Partie VI - Surveillance de l'environnement

I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	43
II. Physico-chimie des eaux souterraines	49
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	51
IV. Physico-chimie et Hydrobiologie	58
V. Acoustique environnementale	61

Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation
62

Partie VIII - Gestion des déchets _____ **65**

I. Les déchets radioactifs _____ 65

II. Les déchets non radioactifs _____ 69

ABREVIATIONS _____ **72**

ANNEXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de Saint Laurent Année 2024 _____ **73**

ANNEXE 2 : Suivi radio-écologique réglementaire du CNPE de Saint Laurent - Année 2023 **74**

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 2024 du CNPE de Saint Laurent des Eaux en matière d'environnement.

II. Le CNPE de Saint Laurent des Eaux

Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE) de Saint-Laurent est situé dans le département du Loir-et-Cher (41) sur le territoire de la commune de Saint-Laurent-Nouan. Il est implanté sur la rive gauche de la Loire, entre Orléans et Blois.

Le CNPE de Saint Laurent a connu deux périodes de construction : Saint-Laurent A de 1963 à 1971 et Saint-Laurent B de 1975 à 1980.

1. Saint-Laurent A

Les deux réacteurs en déconstruction appartiennent à la filière Uranium Naturel Graphite Gaz (UNGG). Le premier construit, Saint-Laurent A, a fonctionné entre 1969 et 1991. Le second, Saint-Laurent A2, a été exploité entre 1971 et 1992. Ces deux réacteurs constituent l'installation nucléaire de base n°46. Le démantèlement complet de ces deux réacteurs a été autorisé par le décret 2010-510 du 18 Mai 2010.

Les deux silos d'entreposage de chemises de graphite provenant de l'exploitation des réacteurs Saint-Laurent A1 et Saint-Laurent A2 constituent l'installation nucléaire de base n°74, dont l'exploitation par le Commissariat à l'énergie Atomique (CEA) a été autorisée par le décret du 14 juin 1971. L'exploitation de cette installation de base a été transférée à EDF par le décret du 28 Juin 1984.

2. Saint-Laurent B

Les deux réacteurs en fonctionnement de Saint-Laurent B appartiennent à la filière REP (Réacteur à Eau sous Pression). Le premier construit, Saint-Laurent B, a fourni ses premiers kWh au réseau électrique en janvier 1981, le second Saint-Laurent B2 en juin 1981. Ces deux réacteurs constituent l'INB n°100. Ils sont pleinement exploités aujourd'hui et développent chacun une puissance électrique disponible pour le réseau de 900 MW.

Quotidiennement, ce sont plus de 1 250 hommes et femmes qui œuvrent à la production en toute sûreté d'une électricité compétitive et faiblement émettrice de CO₂.

L'ensemble des réacteurs de Saint-Laurent a déjà produit plus de 448 milliards de kWh depuis sa mise en service.

III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Saint Laurent des Eaux

La surveillance de l'environnement industriel est réalisée en application d'une prescription interne d'EDF. Lors de l'année 2024, aucune modification notable au voisinage du CNPE de Saint-Laurent n'a été identifiée.

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

Pour l'année 2024, aucune évolution scientifique susceptible de modifier les conclusions de l'étude d'impact n'a eu lieu.

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

En 2002, le CNPE de Saint-Laurent 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 Saint-Laurent 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 Saint-Laurent. 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 Saint-Laurent 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 et de Radioprotection.

1. Bilan des évènements significatifs pour l'environnement déclarés

Le tableau suivant récapitule les évènements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de Saint-Laurent en 2024.

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives
ESE8	04/2024	<p>En juin 2023, un ESE8 a été déclaré suite à la détection d'un dépassement de seuil en nitrates sur le piézomètre 0SEZ006PZ (non réglementaire).</p> <p>En avril 2024, cette déclaration a fait l'objet d'une montée d'indice suite à la détection d'un nouveau dépassement de seuil. La valeur mesurée est de 125 mg/L pour un seuil fixé à 100 mg/L.</p>	<p>Sécurisation de la fosse de relevage des eaux usées :</p> <ul style="list-style-type: none">• Travaux suite à la détection d'une inétanchéité• Mise en place d'actions pour assurer le bon fonctionnement des pompes

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives
		Cet évènement n'a pas de conséquences à l'extérieur du CNPE dans la mesure où la présence de nitrates est identifiée dans la nappe phréatique, qui est localisée dans l'enceinte Géotechnique de la centrale.	Poursuite de la surveillance de la nappe via le piézomètre 0SEZ006PZ.
ESE6	07/2024	<p>A l'issue d'une campagne de désencombrement de l'aire TFA réalisée en octobre 2021, un conteneur a été mis sous scellé en vue d'une expédition vers une base chaude extérieure.</p> <p>Suite à la présence de déchets ne pouvant être pris en charge par cette dernière, le conteneur est laissé sur l'aire TFA dans l'attente d'une remise en conformité.</p> <p>A la suite d'un contrôle réalisé en juillet 2024, le CNPE a détecté l'absence de réalisation de plusieurs contrôles requis par l'arrêté d'exploitation de l'aire TFA.</p> <p>Cet évènement n'a pas eu de conséquences réelles sur l'environnement. A posteriori, aucune anomalie n'a été détectée sur le conteneur. Auquel cas, cela aurait pu être observé par les contrôles radiologiques réalisés périodiquement sur l'aire TFA et par l'analyse trimestrielle du piège à sable qui collecte les éventuels effluents de l'aire.</p>	Réalisation d'une analyse approfondie afin d'identifier les défaillances organisationnelles ayant conduit à l'absence de réalisation des contrôles.
ESE2	09/2024	<p>Suite à la réalisation d'un prélèvement en septembre 2024, il a été détecté un dépassement de la limite réglementaire à la sortie du déshuileur situé au niveau du parc à engin. La concentration mesurée est de 12 mg/L, pour une limite fixée à 5 mg/L.</p> <p>Cet évènement n'a pas eu de conséquences réelles sur l'environnement. Les analyses réalisées au niveau de la Loire, à la sortie de l'ouvrage de rejet, n'ont pas détectées la présence d'hydrocarbures.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation d'une inspection du déshuileur • Réalisation d'une analyse approfondie pour analyser l'origine et les causes de l'évènement
ESE6	11/2024	<p>A la suite d'une activité réalisée sur un groupe froid, le circuit a été appointé de 150kg de fluide frigorigène R134-A. Une fois cette opération terminée, une fuite est survenue au niveau d'une vanne. Malgré les tentatives des intervenants pour isoler la fuite, la totalité de la charge a été perdue et rejetée à l'atmosphère.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interdiction d'intervenir sur le groupe froid avant une expertise et une réparation de la vanne fuyarde • Réalisation d'une analyse approfondie pour sécuriser les appoints en fluide frigorigène et détecter une éventuelle fuite

2. Bilan des incidents de fonctionnement

Le CNPE de Saint-Laurent a eu, durant l'année 2024, des matériels indisponibles tels que les dispositifs de prélèvement, de mesure et de surveillance. Ces indisponibilités n'ont pas eu d'incidence sur la qualité de la surveillance globale environnementale compte tenu de la redondance et/ou de la remise en état rapide des matériels.

Le 01/11/2024, lors de la mise en rejet d'un réservoir d'effluents liquides radioactifs, le CNPE de Saint-Laurent a connu un dépassement du seuil 2 sur une chaîne de mesure présente sur la canalisation de rejet. Cette chaîne est associée à une alarme qui arrête automatiquement les rejets lors de l'atteinte du seuil 2. Ainsi, le rejet a été automatiquement arrêté 8 secondes après l'atteinte du seuil. L'analyse de l'évènement a fait apparaître que le rejet d'un autre réservoir d'effluents liquides radioactifs réalisé précédemment a été arrêté tardivement à la suite d'un dysfonctionnement du capteur de niveau bas de la bache. Cela a pu avoir pour effet l'envoi de boues dans la ligne de rejet et générer un pic d'activité. Cet évènement n'a pas eu de conséquences pour l'environnement et plus globalement pour les intérêts protégés. Le rejet a été interrompu avant le déclenchement de la deuxième chaîne de mesure, située en aval, et il n'y a pas eu de rejet dans l'environnement. La canalisation de rejet a été purgée et rincée. Par ailleurs, les analyses réalisées dans le cadre de la surveillance environnementale confirment l'absence d'impact et de rejet à l'extérieur du site.

La décision ASNR n°2015-DC-0499 prescrit les modalités de surveillance des rejets radioactifs gazeux pour la structure en démantèlement de Saint Laurent A. Notamment, une mesure trimestrielle de l'activité des émetteurs bêta pur (90Sr, 55Fe, 36Cl, 241Pu, 151Sm) doit être réalisée. Le 28/09/2024, le CNPE de Saint-Laurent a détecté l'absence de réalisation des mesures pour les émetteurs bêta pur 241Pu et 151Sm sur le 1^{er} et le 2^{ème} trimestre 2024. Cet incident fait suite au non-respect du cahier des charges par le laboratoire extérieur pour lequel le CNPE de Saint-Laurent a sous-traité la réalisation des analyses (*cf partie IV – chapitre I – §1.c*).

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 :
 - 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.
 - 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.

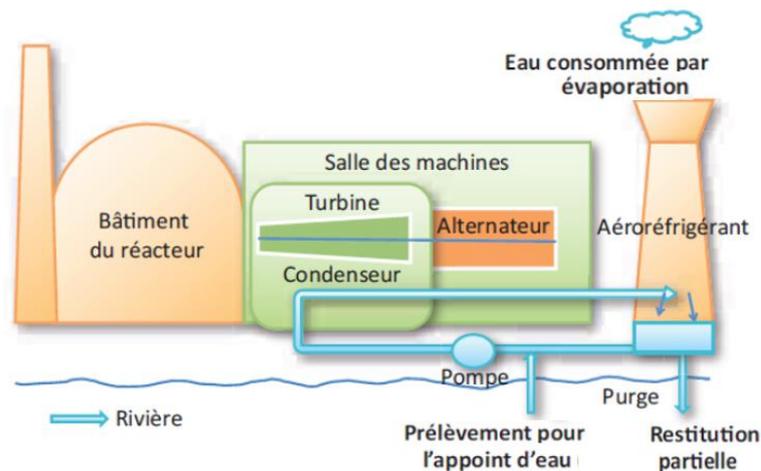


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert (Source : EDF)

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

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

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

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

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 2024.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	8,00E+00
Février	7,82E+00
Mars	8,38E+00
Avril	8,17E+00
Mai	8,38E+00
Juin	8,94E+00
Juillet	9,66E+00
Août	9,38E+00
Septembre	7,68E+00
Octobre	7,94E+00
Novembre	7,78E+00
Décembre	8,42E+00
TOTAL	1,01E+02

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 2024.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	3,30E-05
Février	7,50E-05
Mars	1,20E-05
Avril	1,60E-04
Mai	8,20E-05
Juin	1,30E-05
Juillet	2,67E-04
Août	1,80E-04
Septembre	4,57E-05
Octobre	4,51E-05
Novembre	4,22E-03
Décembre	5,20E-05
TOTAL	5,18E-03

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 2024.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	6,18E-03
Février	6,30E-03
Mars	6,41E-03
Avril	4,88E-03
Mai	5,26E-03
Juin	5,39E-03
Juillet	6,57E-03
Août	9,25E-03
Septembre	1,02E-02
Octobre	1,12E-02
Novembre	9,61E-03
Décembre	9,93E-03
TOTAL	9,12E-02

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

1. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2024

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2012 à 2024 avec la valeur du prévisionnel 2024.

Année	Milieu	Volume (milliers de m ³)
2022	Eau douce superficielle	1,08E+05
2023		7,16E+04
2024		1,01E+05
Prévisionnel 2024		1,00E+05
2022	Eau douce souterraine	6,7E+00
2023		7,7E+00
2024		9,6E+00
Prévisionnel 2024		8,0E+00

Commentaires : Le volume annuel d'eau souterraine prélevé est supérieur au prévisionnel prévu, ceci est dû aux fuites d'eau potable découverte sur le site dont une importante sur Saint-Laurent A. Des travaux sont actuellement en cours sur le réseau d'eau potable.

2. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des débits instantanés et des volumes d'eau prélevés cette année avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASNR n° 2015-DC-0499.

Milieu	Limites de prélèvement		Prélèvement		Unité
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
Eau douce superficielle	Débit instantané	7,00E+00	5,02E+00	3,18E+00	m3/s
	Volume journalier	6,05E+05	4,34E+05	2,75E+05	m3
	Volume annuel	1,27E+08	1,01E+08 *	S.O.	m3
Eau douce souterraine (eau potable)	Débit instantané	1,20E-02	1,61E-02	1,02E-03	m3/s
	Volume journalier	1,00E+03	1,39E+03	8,79E+01	m3
	Volume annuel	1,45E+05	9,64E+04 *	S.O.	m3
Eau douce souterraine (appoint ultime Tr1 et Tr2)	Débit instantané	7,50E+01 ⁽¹⁾	5,79E+01	3,66E+00	m3/h
	Volume journalier	6,00E+02 ⁽¹⁾	1,39E+03	8,79E+01	m3
	Volume annuel	3,00E+03 ⁽¹⁾	5,18E+03	S.O.	m3

*Correspond au volume annuel prélevé

(1) Les volumes maximaux annuel et journalier et le débit maximal instantané sont portés respectivement à 23 000 m³ et 2 200 m³, et à 135 m³/h lors de la réalisation d'essais ou de travaux sur l'installation de pompage d'appoint ultime en eau prévue pour le respect de la prescription [INB100-25][ECS-16] de la décision n° 2012-DC-0291 du 26 juin 2012

Commentaires : Dépassement autorisé de la limite annuelle sur le volume prélevé et volume journalier du prélèvement APU lors de la réalisation d'essais ou de travaux sur l'installation de pompage d'appoint ultime en eau portant la limite pour le volume journalier à 2200 m3 et pour le volume annuel à 23 000 m3 selon l'article [EDF-SLT-132] de la décision 2015-DC-0499.

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

L'année 2024 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.

A noter que dans le cadre du retour d'expérience de l'événement survenu au CNPE de Fukushima-Daiichi, il a été décidé de mettre en place, sur l'ensemble des CNPE, un moyen complémentaire de pompage en eau d'ultime secours pour les matériels de l'Îlot Nucléaire (bâches d'alimentation en eau de secours des générateurs de vapeur et piscines du bâtiment combustible et du bâtiment réacteur). Sur le CNPE de Saint-Laurent, la solution retenue est la réalisation de puits de pompage en nappe phréatique (1 puits par tranche). Les puits de pompage des tranches 1 et 2 sont actuellement en exploitation.

4. Opérations exceptionnelles de prélèvements

Le CNPE de Saint-Laurent n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans le milieu en 2024.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE de Saint Laurent pour l'année 2024 est présentée dans le tableau ci-dessous.

		Restitution d'eau			Unités
		Eau de refroidissement	Rejets radioactifs	Rejets industriels non radioactifs	
Restitution mensuelle	Janvier	7.04	5,15E-03	2,14E-02	millions de m ³
	Février	5.80	4,69E-03	2,26E-02	
	Mars	5.60	3,01E-03	9,57E-03	
	Avril	5.36	3,08E-03	7,79E-03	
	Mai	6.00	2,33E-03	1,15E-02	
	Juin	5.85	3,21E-03	1,32E-02	
	Juillet	6.34	2,32E-03	1,20E-02	
	Août	6.87	1,93E-03	1,75E-02	
	Septembre	6.49	2,39E-03	1,23E-02	
	Octobre	6.48	1,88E-03	1,02E-02	
	Novembre	6.10	3,48E-03	2,07E-02	
	Décembre	5.63	3,26E-03	9,05E-03	
Total	Restitution au milieu aquatique			73.55	millions de m ³
	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement			73.64	%

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 2024.

	Consommation d'eau (en milliers de m ³)
Janvier	959
Février	2 017
Mars	2 782
Avril	2 810
Mai	2 380
Juin	2 441
Juillet	3 288
Août	2 518
Septembre	1 189
Octobre	1 464
Novembre	1 686
Décembre	2 790
TOTAL	26323

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

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

Pour les tranches en fonctionnement, 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 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 b ou g, correspondent principalement au césium et au cobalt.

Pour les autres installations nucléaires du CNPE (déconstruction notamment), les effluents sont issus de la ventilation des zones nucléaires et des procédés mis en œuvre dans l'installation. Les effluents sont canalisés, filtrés et surveillés en continu. Le rejet est réalisé par des cheminées dédiées de l'installation.

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

Pour Saint-Laurent A, le spectre de référence est rappelé ci-dessous.

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. »

Paramètres	Radionucléide
Tritium	^3H
Carbone 14	^{14}C
Produits de fission et d'activation	^{137}Cs
	^{36}Cl
	^{60}Co
	^{55}Fe
	^{90}Sr
	^{151}Sm
	^{241}Pu
Alpha	^{238}Pu
	$^{239+240}\text{Pu}$
	^{241}Am

c. Cumul mensuel

Les cumuls mensuels des rejets d'effluents radioactifs pour les tranches en fonctionnement à l'atmosphère sont donnés dans le tableau suivant.

	⁴¹ Ar (GBq)	⁸⁵ Kr (GBq)	^{131m} Xe (GBq)	¹³³ Xe (GBq)	¹³⁵ Xe (GBq)	¹³¹ I (GBq)	¹³³ I (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)
Janvier	2,394E-01	8,820E-02	1,320E-02	1,842E+01	8,390E+00	1,074E-04	6,230E-04	4,037E-05	5,455E-05	3,268E-05	4,059E-05
Février	1,351E+00	1,719E-01	2,558E-02	1,502E+01	6,742E+00	2,069E-04	5,472E-04	3,383E-05	4,970E-05	2,617E-05	3,415E-05
Mars	1,203E+00	1,317E-01	1,925E-02	1,663E+01	7,563E+00	2,421E-03	5,859E-04	3,778E-05	5,483E-05	2,830E-05	3,786E-05
Avril	1,379E+00	1,219E-01	1,804E-02	1,577E+01	7,222E+00	8,740E-05	5,087E-04	3,704E-05	4,470E-05	2,807E-05	3,763E-05
Mai	1,527E+00	1,629E-01	2,452E-02	1,729E+01	8,002E+00	9,995E-05	7,349E-04	3,570E-05	4,765E-05	2,927E-05	3,510E-05
Juin	1,440E+00	1,058E-01	1,576E-02	1,713E+01	7,697E+00	9,757E-05	5,593E-04	3,324E-05	4,882E-05	2,664E-05	3,708E-05
Juillet	1,557E+00	4,398E-03	7,424E-04	2,023E+01	8,900E+00	1,054E-04	6,168E-04	3,764E-05	5,101E-05	3,150E-05	3,723E-05
Août	1,265E+00	/	/	1,989E+01	8,910E+00	1,119E-04	6,614E-04	4,260E-05	5,859E-05	3,260E-05	4,213E-05
Septembre	1,187E+00	1,940E-03	3,571E-04	2,076E+01	1,017E+01	2,467E-04	7,405E-04	4,749E-05	7,418E-05	3,750E-05	5,050E-05
Octobre	1,237E+00	3,291E-03	6,091E-04	1,910E+01	9,336E+00	3,775E-04	7,285E-04	5,464E-05	6,776E-05	4,252E-05	5,021E-05
Novembre	9,636E-01	/	/	1,763E+01	8,679E+00	1,253E-04	6,668E-04	4,614E-05	6,252E-05	3,499E-05	4,394E-05
Décembre	2,118E+00	2,155E-03	3,722E-04	1,773E+01	9,048E+00	1,675E-04	5,995E-04	4,786E-05	5,040E-05	3,441E-05	4,298E-05
TOTAL ANNUEL	1,55E+01	7,94E-01	1,18E-01	2,16E+02	1,01E+02	4,15E-03	7,57E-03	4,94E-04	6,65E-04	3,85E-04	4,89E-04

	Volumes rejetés (m ³)	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	1,96E+08	2,715E+01	3,707E+01	3,986E+01	7,304E-04	1,682E-04
Février	1,57E+08	2,332E+01	2,073E+01		7,541E-04	1,439E-04
Mars	1,78E+08	2,555E+01	3,293E+01		3,007E-03	1,588E-04
Avril	1,67E+08	2,452E+01	4,632E+01	2,071E+01	5,961E-04	1,474E-04
Mai	1,76E+08	2,701E+01	6,408E+01		8,349E-04	2,084E-03
Juin	1,75E+08	2,639E+01	5,420E+01		6,569E-04	1,458E-04
Juillet	1,94E+08	3,069E+01	6,676E+01	8,128E+01	7,223E-04	1,574E-04
Août	2,06E+08	3,007E+01	1,074E+02		7,732E-04	1,759E-04
Septembre	2,09E+08	3,212E+01	8,592E+01		9,872E-04	2,097E-04
Octobre	2,00E+08	2,968E+01	7,302E+01	5,614E+01	1,106E-03	2,151E-04
Novembre	1,77E+08	2,728E+01	1,870E+01		7,921E-04	1,876E-04
Décembre	1,82E+08	2,890E+01	2,309E+01		7,670E-04	1,757E-04
TOTAL ANNUEL	2,22E+09	3,33E+02	6,30E+02	1,98E+02	1,17E-02	3,97E-03

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

Il a été vérifié que les rejets au niveau des cheminées annexes ne présentent pas d'activité volumique bêta globale d'origine artificielle supérieure à celle naturellement présente dans l'air ambiant.

Pour les unités en démantèlement de Saint Laurent A, les cumuls mensuels sont donnés dans le tableau suivant.

	¹³⁷ Cs (GBq)	³⁶ Cl (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	⁵⁵ Fe (GBq)	⁹⁰ Sr (GBq)	¹⁵¹ Sm (GBq)	²⁴¹ Pu (GBq)
Janvier	9.681E-06	9,781E-05	1,254E-05	1,002E-05	7,824E-07	/	/
Février	9.217E-06	8,941E-05	1,363E-05				
Mars	9.252E-06	8,458E-05	1,429E-05				
Avril	9.936E-06	6,553E-05	1,262E-05	4,490E-06	5,059E-07	/	/
Mai	9.454E-06	1,126E-04	1,401E-05				
Juin	9.256E-06	6,346E-05	1,268E-05				
Juillet	1.022E-05	5,680E-05	1,371E-05	1,282E-05	9,977E-07	5,445E-06	2,590E-06
Août	1.022E-05	6,443E-05	1,452E-05				
Septembre	1.088E-05	6,908E-05	1,543E-05				
Octobre	1.165E-05	4,331E-05	1,573E-05	1,266E-05	7,031E-07	4,720E-06	1,538E-06
Novembre	1.192E-05	2,144E-05	1,583E-05				
Décembre	1.272E-05	1,816E-05	1,545E-05				
TOTAL ANNUEL	1.24E-04	7,87E-04	1,70E-04	4,00E-05	2,99E-06	1,02E-05	4,13E-06

Commentaires : Des précisions concernant l'absence des résultats en ^{151}Sm et ^{241}Pu pour le premier et le deuxième trimestre sont apportées dans la partie I, chapitre V, §4 « bilan des incidents de fonctionnement » du présent rapport.

	Volumes rejetés (m ³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)	Activités émetteurs Alpha	Beta pur (GBq)
Janvier	3,61E+07	3,691E+00	4,915E-02	1,200E-04	4,612E-06	1,080E-05
Février	3,21E+07	3,595E+00		1,123E-04	2,185E-06	
Mars	3,64E+07	3,660E+00		1,081E-04	1,174E-06	
Avril	3,00E+07	3,176E+00	8,546E-02	8,809E-05	9,887E-07	4,996E-06
Mai	3,23E+07	4,681E+00		1,360E-04	8,559E-07	
Juin	3,19E+07	5,489E+00		8,540E-05	9,645E-07	
Juillet	3,19E+07	6,341E+00	2,636E-01	8,074E-05	9,357E-07	2,185E-05
Août	3,32E+07	7,244E+00		8,916E-05	7,696E-07	
Septembre	3,17E+07	7,759E+00		9,536E-05	1,072E-06	
Octobre	3,39E+07	5,091E+00	1,304E-01	7,069E-05	7,074E-07	1,962E-05
Novembre	3,89E+07	2,761E+00		4,920E-05	9,126E-07	
Décembre	3,47E+07	2,122E+00		4,633E-05	7,994E-07	
TOTAL ANNUEL	4,03E+08	5,56E+01	5,29E-01	1,08E-03	1,60E-05	5,73E-05

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2024 pour les tranches en fonctionnement.

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2022	3,43E+02	6,04E+02	2,33E+02	1,44E-02	1,61E-03
2023	3,42E+02	7,75E+02	2,20E+02	1,09E-02	2,19E-03
2024	3,33E+02	6,30E+02	1,98E+02	1,17E-02	3,97E-03
Prévisionnel 2024	4,00E+02	7,00E+02	3,00E+02	1,00E-02	2,00E-03

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2024.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2024 pour les installations en déconstruction de Saint-Laurent A.

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Activité totale en émetteurs β/γ	Emetteurs Alpha
2022	3,54E+01	4,34E-01	4,95E-04	2,95E-05
2023	5,99E+01	3,00E-01	1,41E-03	4,46E-05
2024	5,56E+01	5,29E-01	1,08E-03	1,60E-05
Prévisionnel 2024	6,00E+01	2,00E+00	2,00E-02	3,00E-05

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2024.

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASNR n° 2015-DC-0498.

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet	
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne
Gaz rares	DVN	Activité annuelle rejetée (GBq)	3,00E+04	3,33E+02*	S.O
		Débit instantané (Bq/s)	1,00E+08	2,48E+06	1,75E+06
Carbone 14	DVN	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,10E+03	1,98E+02*	S.O
Tritium	DVN	Activité annuelle rejetée (GBq)	4,00E+03	6,30E+02*	S.O
		Débit instantané (Bq/s)	1,00E+07	6,01E+04	1,98E+04
Iodes	DVN	Activité annuelle rejetée (GBq)	6,00E-01	1,17E-02*	S.O
		Débit instantané (Bq/s)	1,00E+03	2,63E+00	3,58E-01
Autres produits de fission et produits d'activation	DVN	Activité annuelle rejetée (GBq)	4,00E-01	3,97E-03*	S.O
		Débit instantané (Bq/s)	9,00E+02	3,27E+00	1,33E-01

*Correspond à l'activité annuelle rejetée

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASNR n° 2015-DC-0498. Les débits instantanés ont respecté les valeurs de la décision ASNR n° 2015-DC-0498 tout au long de l'année 2024.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASNR n° 2015-DC-0498 pour les installations en déconstruction de Saint-Laurent A.

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet	
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne
Carbone 14	SLA	Activité annuelle rejetée (GBq)	3,00E+01	5,29E-01*	S.O
Tritium	SLA	Activité annuelle rejetée (GBq)	4,00E+03	5,56E+01*	S.O
	SLA-BIC/SCE	Débit instantané (Bq/s)	8,00E+02	5,92E+02	6,21E+01
	SLA-BPA1	Débit instantané (Bq/s)	3,00E+03	2,28E+01	5,88E+00
	SLA-BCI	Débit instantané (Bq/s)	4,00E+04	5,65E+02	3,71E+02
	SLA-BPA2	Débit instantané (Bq/s)	1,00E+06	2,60E+03	1,33E+03
Autres produits de fission et produits d'activation	SLA	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E-01	1,08E-03*	S.O
	SLA-BIC/SCE	Débit instantané (Bq/s)	4,00E+01	0,00E-01	0,00E-01
	SLA-BPA1	Débit instantané (Bq/s)	7,50E+01	4,97E-02	1,65E-02
	SLA-BCI	Débit instantané (Bq/s)	2,00E+01	0,00E-01	0,00E-01
	SLA-BPA2	Débit instantané (Bq/s)	7,50E+01	3,17E-02	1,80E-02
Alpha	SLA	Activité annuelle rejetée (GBq)	5,00E-05	1,22E-05*	S.O

*Correspond à l'activité annuelle rejetée

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASNR n° 2015-DC-0498. Les débits instantanés ont respecté les valeurs de la décision ASNR n° 2015-DC-0498 tout au long de l'année 2024.

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 est donnée dans le tableau suivant.

	Volume des rejets diffus (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	1,98E+04	/	/	2,099E+07	0,000E+00
Février	1,94E+04	/	/	1,067E+07	0,000E+00
Mars	9,22E+03	/	/	6,347E+06	0,000E+00
Avril	7,80E+03	/	/	2,285E+07	0,000E+00
Mai	8,57E+03	/	/	6,685E+07	0,000E+00
Juin	1,08E+04	/	/	4,958E+07	0,000E+00
Juillet	7,94E+03	/	/	3,045E+07	0,000E+00
Août	9,53E+03	/	/	2,612E+07	0,000E+00
Septembre	8,23E+03	/	/	2,403E+07	0,000E+00
Octobre	6,75E+03	/	/	2,380E+07	0,000E+00
Novembre	1,42E+04	/	/	1,851E+07	0,000E+00
Décembre	8,12E+03	/	/	1,695E+07	0,000E+00
TOTAL ANNUEL	1,30E+05	/	/	3,17E+08	0,00E+00

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 équipé de groupes frigorifiques pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs. Ces matériels utilisent des produits pouvant accroître l'effet de serre. Le fonctionnement des matériels et les opérations de maintenance conduisent à des émissions de fluides frigorigènes. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.
- 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.

- Les gaz incondensables sont extraits et rejetés via la cheminée du BAN par l'intermédiaire de la ventilation DVN, qui permet de maintenir le vide au niveau du condenseur, lorsque la tranche est en fonctionnement.
- 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'ammoniac dans des proportions définies dans les spécifications chimiques de conservation à l'arrêt.

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

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SOx) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs Diesels) ayant fonctionné pendant 25 heures, et diesels d'ultime secours (DUS) ayant fonctionné pendant 17 heures, au total sur les deux tranches pour 2024 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	DUS	TOTAL
SOx	kg	2	0	2

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

Les calorifuges utilisés dans les bâtiments réacteurs ne dégagent pas de formaldéhyde ou de monoxyde de carbone. Par conséquent, il n'y a pas eu de rejet de formaldéhyde et de monoxyde de carbone via les circuits ETY ou EBA.

c. Rejets de substances volatiles en lien avec le fonctionnement des tranches

L'estimation du rejet des incondensables est la suivante :

Paramètre	Unité	Quantité annuelle rejetée pour le site
Ammoniac	Kg	65

d. Rejets de substances volatiles en lien avec le conditionnement de circuits à l'arrêt

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

Paramètre	Unité	TOTAL
Ammoniac	Kg	68,2
Ethanolamine		3

e. Bilan des émissions gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes

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

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
Hydrogéo-chloro-fluor-carbone (HCFC)	0	0
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)	198	293
Hexafluorure de soufre (SF6)	0	0
Total des émissions de GES en tonne équivalent CO₂		293

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 2024, les émissions liées à cette activité représentent 271.32 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 2.45E-02 gCO₂ / kWh électrique produit, la production annuelle d'électricité ayant été de 11,1 TWh sur l'année 2024.

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

L'année 2024 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 Saint Laurent n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejets d'effluents à l'atmosphère en 2024

II. Rejets d'effluents liquides

1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

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

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

Pour Saint-Laurent A des effluents liquides radioactifs peuvent être générés par les procédés mis en œuvre. Ces effluents sont récoltés, stockés, traités et contrôlés avant rejet. Les rejets sont surveillés en continu et réalisés en concertation avec les autres rejets pour l'ensemble du CNPE.

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

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. »

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

Pour Saint-Laurent B, le bilan des rejets d'effluents radioactifs liquides est déterminé pour chacune des quatre familles de radionucléides réparties dans le tableau ci-dessous :

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

c. Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets d'effluents radioactifs liquides pour les tranches en fonctionnement est donné dans le tableau suivant :

	¹³¹ I (GBq)	⁵⁴ Mn (GBq)	⁶³ Ni (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	^{110m} Ag (GBq)	^{123m} Te (GBq)	¹²⁴ Sb (GBq)	¹²⁵ Sb (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)	⁵¹ Cr (GBq)
Janvier	1,692E-03	2,342E-03	5,197E-03	2,812E-03	7,649E-03	1,005E-02	1,111E-03	1,968E-03	4,997E-03	1,826E-03	2,245E-03	/
Février	1,444E-03	2,120E-03	5,951E-03	2,874E-03	1,745E-02	1,134E-02	9,075E-04	1,969E-03	4,346E-03	1,633E-03	2,020E-03	/
Mars	8,892E-04	1,173E-03	3,616E-03	1,500E-03	1,071E-02	5,336E-03	6,013E-04	1,041E-03	2,728E-03	9,836E-04	1,210E-03	/
Avril	1,068E-03	1,343E-03	3,516E-03	1,247E-03	1,398E-02	1,466E-02	7,258E-04	1,162E-03	3,091E-03	1,160E-03	1,374E-03	/
Mai	6,902E-04	9,691E-04	2,423E-03	1,616E-03	1,218E-02	1,349E-02	5,343E-04	8,681E-04	2,118E-03	7,872E-04	9,396E-04	/
Juin	9,533E-04	1,241E-03	3,464E-03	1,197E-03	1,051E-02	1,965E-02	6,161E-04	1,123E-03	2,896E-03	1,039E-03	1,262E-03	/
Juillet	6,564E-04	8,704E-04	3,451E-03	8,544E-04	4,006E-03	1,683E-02	3,979E-04	9,051E-04	1,977E-03	7,632E-04	9,097E-04	/
Août	5,524E-04	7,152E-04	2,418E-03	7,021E-04	5,963E-03	1,300E-02	3,663E-04	6,495E-04	1,626E-03	6,190E-04	7,125E-04	/
Septembre	7,489E-04	9,926E-04	2,897E-03	1,885E-03	1,296E-02	8,752E-03	5,409E-04	8,445E-04	3,562E-03	8,375E-04	1,022E-03	/
Octobre	6,413E-04	8,659E-04	2,519E-03	7,720E-03	9,828E-03	8,546E-03	4,041E-04	3,284E-03	2,016E-03	7,303E-04	9,874E-04	8,684E-03
Novembre	1,153E-03	1,490E-03	4,485E-03	2,848E-03	8,277E-03	6,438E-03	7,723E-04	1,395E-03	3,427E-03	1,274E-03	1,545E-03	/
Décembre	1,112E-03	1,366E-03	3,666E-03	2,361E-03	4,038E-03	3,558E-03	7,862E-04	1,607E-03	3,326E-03	1,226E-03	1,491E-03	/
TOTAL ANNUEL	1,16E-02	1,55E-02	4,36E-02	2,76E-02	1,18E-01	1,32E-01	7,76E-03	1,68E-02	3,61E-02	1,29E-02	1,57E-02	8,68E-03

*Le ⁵¹Cr a été détecté sur deux rejets liquides lors du redémarrage de la tranche 2.

	Volumes KER rejetés (m ³)	Volumes SEK rejetés (m ³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	5,15E+03	1,30E+04	5,433E+02	2,372E-01	1,692E-03	4,019E-02
Février	4,69E+03	1,47E+04	5,886E+02	2,932E-01	1,444E-03	5,061E-02
Mars	3,01E+03	6,21E+03	6,432E+02	2,235E-01	8,892E-04	2,890E-02
Avril	3,08E+03	4,71E+03	3,108E+03	9,805E-01	1,068E-03	4,226E-02
Mai	2,33E+03	6,23E+03	5,590E+03	8,948E-01	6,902E-04	3,593E-02
Juin	3,21E+03	7,64E+03	3,479E+03	1,368E+00	9,533E-04	4,300E-02
Juillet	2,32E+03	5,60E+03	2,048E+03	5,926E-01	6,564E-04	3,096E-02
Août	1,93E+03	6,86E+03	1,432E+03	7,187E-01	5,524E-04	2,677E-02
Septembre	2,39E+03	5,61E+03	2,403E+03	1,776E+00	7,489E-04	3,430E-02
Octobre	1,88E+03	4,87E+03	1,756E+03	1,147E+00	6,413E-04	4,558E-02
Novembre	3,48E+03	1,06E+04	1,198E+03	6,524E-01	1,153E-03	3,195E-02
Décembre	3,26E+03	4,85E+03	1,292E+03	7,574E-01	1,112E-03	2,343E-02
TOTAL ANNUEL	3,67E+04	9,08E+04	2,41E+04	9,64E+00	1,16E-02	4,34E-01

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 rejet de l'année 2024 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2024 pour les tranches en fonctionnement.

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes (MBq)	Autres PA et PF (MBq)
2022	2,03E+04	1,23E+01	6,85E-03	3,41E-01
2023	1,26E+04	3,93E+00	8,76E-03	5,10E-01
2024	2,41E+04	9,64E+00	1,16E-02	3,90E-01
Prévisionnel 2024	2,40E+04	1,00E+01	1,00E-02	5,0E-01

Commentaires : Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2024

e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASNR n° 2015-DC-0498 pour les tranches en fonctionnement.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur	Valeur (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	4,50E+04	2,41E+04*
	Débit d'activité (Bq/s)	6,86E+07	8,68E+06
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,30E+02	9,64E+00*

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximum sur 24h (GBq)
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,00E-01	1,16E-02*
	Débit d'activité (Bq/s)	1,11E+05	2,62E+00
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,00E+01	3.90E-01*
	Débit d'activité (Bq/s)	4,80E+05	1,36E+02

*Correspond à somme annuelle

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

f. Surveillance des eaux réceptrices

Des prélèvements d'eau de fleuve 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 alpha globale, 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 2024 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 alpha globale (Bq/L)	-	-	-	0,028	0,068	-
	Activité bêta globale (Bq/L)	1,80E-01	4,15E-01	2,00E+00	-	-	-
	Tritium (Bq/L)	1,82E+01	6,82E+01	2,80E+02	1,59E+01	7,46E+01 (1) / 7,22E+01 (2)	1,40E+02 ⁽¹⁾ / 1,00E+00 ⁽²⁾
	Potassium (mg/L)	3,7E+00	4,4E+00	-	-	-	-
Matières en suspension (Bq/kg sec)	Activité bêta globale	4,00E-01	1,02E-01	-	-	-	-

(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 2024 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 (N_2H_4) : ce produit est utilisé principalement dans le circuit secondaire comme un agent anti-oxydant. Il permet d'éliminer l'oxygène dissous dans le mélange eau-vapeur, et ainsi maintenir là aussi un pH de moindre corrosion du circuit secondaire.
- La morpholine (C_4H_9NO), l'éthanolamine (C_2H_7NO) et l'ammoniaque (NH_4OH) sont des amines volatiles qui peuvent être employées, seules ou en combinaison, pour maintenir le bon pH dans le circuit secondaire. Elles complètent l'action de l'hydrazine. Le mode de conditionnement du circuit secondaire a évolué avec les années pour tenir compte du retour d'expérience interne et étranger. L'éthanolamine (C_2H_7NO), utilisée sur quelques CNPE, constitue une alternative intéressante à la morpholine, en particulier pour la protection des pièces internes des générateurs de vapeur et des purges des sècheurs-surchauffeurs de la turbine.
- le phosphate trisodique (Na_3PO_4) : comme l'hydrazine, le phosphate est utilisé pour le conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires.
- les détergents : ces produits sont régulièrement utilisés pour le nettoyage des locaux industriels ; qu'ils soient en ou hors zone contrôlée. Ils sont également utilisés à la laverie du CNPE pour le nettoyage des tenues d'intervention.

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

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.

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 / de l'éthanolamine et de leurs produits dérivés

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

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

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

b. Règles spécifiques de comptabilisation

En application de l'article 3.2.7. -I. de la décision ASNR 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 principal

i. Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets chimiques transitant par l'ouvrage de rejet principal est donnée dans les tableaux suivants :

	Acide borique (kg)	Ethanoamine (kg)	Hydrazine (kg)	Lithine (kg)	Détergents (kg)	Azote (kg)
Janvier	1,452E+01	6,400E+00	1,961E-01	2,573E-02	5,146E+00	6,409E+01
Février	1,968E+01	5,232E-01	1,598E-01	4,686E-02	4,686E+00	9,407E+01
Mars	4,236E+02	2,305E-01	4,074E-02	3,013E-02	3,013E+00	1,178E+02
Avril	2,129E+02	5,884E-01	2,782E-02	1,542E-02	3,084E+00	1,264E+02
Mai	2,861E+02	8,844E-01	3,027E-02	1,165E-02	2,330E+00	1,222E+02
Juin	4,771E+02	2,711E-01	3,483E-02	1,604E-02	3,207E+00	9,599E+01
Juillet	7,208E+02	1,980E-01	2,761E-02	1,158E-02	2,677E+00	1,350E+02
Août	5,545E+02	1,971E+00	4,015E-02	9,670E-03	5,033E+00	9,466E+01
Septembre	7,882E+02	2,020E+00	5,147E-02	1,197E-02	2,957E+00	6,149E+01
Octobre	5,436E+02	1,687E-01	9,420E-02	9,400E-03	1,880E+00	4,810E+01
Novembre	3,126E+02	6,924E-01	1,372E-01	1,739E-02	3,477E+00	7,734E+01
Décembre	4,473E+01	2,029E-01	3,204E-02	1,410E-02	4,074E+00	1,148E+02
TOTAL ANNUEL	4,40E+03	1,42E+01	8,72E-01	2,20E-01	4,16E+01	1,15E+03

	Phosphates (kg)	Sodium (kg)	Chlorures (kg)	Métaux totaux (kg)	Sulfates (kg)	MES (kg)	DCO (kg)
Janvier	1,139E+01	4,262E+03	6,477E+02	3,771E+00	1,203E+04	4,19E+01	7,408E+01
Février	4,918E+00	4,244E+03	5,949E+02	1,502E+01	1,104E+04	2,83E+01	5,825E+01
Mars	4,965E+00	1,837E+03	2,679E+02	8,780E-01	4,626E+03	1,65E+01	2,766E+01
Avril	3,872E+01	6,986E+03	8,507E+03	1,574E+00	4,134E+03	1,44E+01	4,529E+01
Mai	6,641E+00	1,783E+04	2,313E+04	1,930E+00	7,879E+03	1,73E+01	3,910E+01
Juin	4,456E+01	1,812E+04	2,323E+04	3,472E+00	8,056E+03	2,15E+01	9,859E+01
Juillet	7,270E+00	2,263E+04	3,137E+04	2,204E+00	5,975E+03	4,29E+01	6,452E+01
Août	6,563E+00	1,527E+04	2,286E+04	3,011E+00	1,596E+03	4,09E+01	6,815E+01
Septembre	4,668E+01	4,904E+03	6,287E+03	1,747E+00	2,007E+03	4,38E+01	7,763E+01
Octobre	1,341E+01	6,138E+00	2,081E+02	1,170E+00	4,536E+02	3,22E+01	9,262E+01
Novembre	1,553E+01	8,769E-01	4,412E+02	3,163E+00	9,747E+02	6,51E+01	7,412E+01
Décembre	6,410E+01	1,965E+03	2,685E+02	1,176E+00	5,093E+03	4,28E+01	3,596E+01
TOTAL ANNUEL	2,65E+02	9,81E+04	1,18E+05	3,91E+01	6,39E+04	4,07E+02	7,56E+02

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 2024 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2024 pour les tranches en fonctionnement.

Substances	Unité	2022	2023	2024	Prévisionnel 2024
Acide borique	kg	3,33E+03	2,73E+03	4,40E+03	4,00E+03
Ethanolamine	kg	1,53E+01	1,21E+01	1,42E+01	2,00E+01
Hydrazine	kg	9,92E-01	1,01E+00	8,72E-01	1,00E+00
Détergents	kg	3,86E+01	4,94E+01	4,16E+01	5,00E+01
Azote	kg	1,23E+03	7,75E+02	1,15E+03	1,10E+03
Phosphates	kg	6,62E+01	1,45E+02	2,65E+02	2,00E+01
Métaux totaux	kg	2,20E+01	1,85E+01	3,91E+01	2,00E+01

Commentaires : Les rejets d'effluents liquides chimiques issus des réservoirs T, S et Ex sont cohérents avec le prévisionnel 2024.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASNR n° 2015-DC-0498 pour les tranches en fonctionnement.

Substances	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée	Valeur maximale calculée	Valeur moyenne calculée	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé
Acide borique	2,90E+01	1,28E+00	1,77E-01	1,40E+03	1,86E+02	2,50E+02	1,84E+01	1,00E+04	4,40E+03
Ethanolamine	1,70E+00	3,62E-02	4,51E-04	9,50E+00	1,75E+00	-	-	4,00E+02	1,42E+01
Hydrazine	1,00E-01	6,06E-04	2,95E-05	1,50E+00	3,65E-02	-	-	1,60E+01	8,72E-01
Détergents	3,50E+00	1,12E-02	1,69E-03	1,00E+02	2,10E+00	3,00E+01	1,88E-01	1,50E+03	4,16E+01
Azote	3,50E+00	2,35E+00	4,83E-01	5,40E+01	2,72E+01	-	-	6,00E+03	1,15E+03
Phosphates	1,20E+00	1,50E-01	9,76E-03	9,00E+01	1,13E+01	1,00E+01	2,08E+00	7,10E+02	2,65E+02
Métaux totaux	1,40E-01	2,37E-02	1,38E-03	-	-	-	-	6,20E+01	3,91E+01

L'article 5.3.1 de la décision ASNR n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2024, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Saint-Laurent est évaluée à 220 g.

Commentaires : Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de la décision ASNR n° 2015-DC-0498.

d. Rejets d'effluents liquides chimiques via le traitement biocide

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques liées au traitement contre le tartre ou un traitement biocide du CNPE de Saint-Laurent pour l'année 2024.

i. Cumul mensuel

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

	Chlorures (kg)	Sodium (kg)	AOX (kg)	CRT (kg)	Ammonium (kg)	Nitrites (kg)	Nitrates (kg)	Azote Global (kg)	Chlore libre (si chloration massive) (kg)	Sulfates (si chloration massive) (kg)
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	9 279	5 429	41,6	241,6	104,1	37,5	7 095	/	0	0
Mai	22 650	14 830	89,9	362,6	388,1	101	19 560	/	0	0
Juin	22 770	15 020	108	227	212,9	71,7	18 980	/	0	0
Juillet	30 900	20 440	65,1	310,1	581,6	289,5	25 070	/	0	0
Août	22 600	14 940	31,7	225	316,8	40,6	18 620	/	0	0
Septembre	6 141	4 120	5,59	78	10,5	0	4 624	/	0	0
Octobre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	114 340	74 779	342	1 444,3	1 614	540,4	93 949	0	0	0

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Les limites réglementaires relatives aux rejets des substances chimiques liées au traitement biocide sont réglementées par la décision n°2015-DC-0498.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2024 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2024.

Paramètres	Unité	2022	2023	2024	Prévisionnel 2024
Chlorures	Kg	79 803	54 800	114 340	117 000
Sodium	Kg	53 175	36 400	74 779	77 000
AOX	Kg	243	143	342	400
THM	Kg	0	0	0	0
CRT	Kg	1 626	672	1 444,3	1 950
Ammonium	Kg	62	90,5	1 614	450
Nitrites	Kg	353	52,5	540,4	830
Nitrates	Kg	62 859	43 800	93 949	96 000
Chlore libre	Kg	0	0	0	0
Sulfates	Kg	0	0	0	0

Commentaires : Dépassement en Ammonium par rapport au prévisionnel dû à un nombre de jours de traitements plus important que les autres années.

iii. Comparaison aux limites et au prévisionnel

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

Paramètres	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée au rejet (mg/L)	Valeur maximale	Valeur moyenne	Flux 24h ajouté (kg)	Valeur maximale (kg)	Flux 2h (kg)	Valeur maximale (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel (kg)
Chlorures	14	8.65	3.61	1740	1 460	-	-	-	-
Sodium	20	5.70	2.38	1900	959	-	-	-	-
AOX	0,11	3.10E-02	1.04E-02	15	5.30	-	-	1 000	342
THM	0,3	0	0	9,5	0	2,5	0	-	-
CRT	0,31	8.20E-02	5.17E-02	45	24.6	-	-	4500	1444
Ammonium	3,5 ⁽¹⁾	1.64	6.82E-01	70	40.8	-	-	-	-
Nitrites				70	18.7	-	-	-	-
Nitrates				1470	1 030	-	-	-	-
Chlore libre (si chloration massive)	0,1	-	-	-	0	-	-	-	-
Sulfates (si chloration massive)	41	-	-	1925	0	-	-	-	-

(1) Les concentrations sont exprimées en azote

Commentaires : La stratégie de traitement a été adaptée au cours de la campagne de traitement biocide sans entraîner de dépassement des limites

e. Rejets d'effluents liquides chimiques via l'ouvrage de rejets secondaire

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques transitant par l'ouvrage de rejet secondaire du CNPE de Saint-Laurent pour l'année 2024

i. Cumul mensuel

	Concentration en Hydrocarbure (mg/L)	pH
Janvier	<1.00E-01	7.70
Février	<1.00E-01	5.60
Mars	<1.00E-01	6.70
Avril	<1.00E-01	7.50
Mai	<1.00E-01	7.90
Juin	<1.00E-01	7.10
Juillet	<1.00E-01	6.70
Août	1.80E-01	7.40
Septembre	<1.00E-01	6.70
Octobre	4.40	6.60
Novembre	<1.00E-01	7.40
Décembre	<1.00E-01	7.70

ii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs des rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASNR n°2015-DC-0498.

Paramètres	Limite	Rejet	Limite	Rejet Limite	
	Concentration maximale ajoutée (mg/L)	Valeur maximale mesurée (mg/L)	pH	Valeur maximale mesurée	Valeur minimale mesurée
Hydrocarbures	5	4.40	-	-	-
pH	-	-	Entre 6 et 9	7.90	5.60

Commentaires : La limite réglementaire en hydrocarbures est respectée.

La valeur minimale de 5,60 observée en pH est liée à un dysfonctionnement de la station d'épuration dont les causes sont en cours d'analyse et de traitement à travers de la déclaration d'un événement significatif en 2025.

f. Rejets d'effluents liquides chimiques via l'ouvrage SEO-SLA

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques transitant par l'ouvrage SEO-SLA du CNPE de Saint-Laurent pour l'année 2024

i. Cumul mensuel

	Concentration en Hydrocarbure (mg/L)
Janvier	<1.00E-01
Février	<1.00E-01
Mars	<1.00E-01
Avril	<1.00E-01
Mai	<1.00E-01
Juin	<1.00E-01
Juillet	<1.00E-01
Août	<1.00E-01
Septembre	<1.00E-01
Octobre	<1.00E-01
Novembre	<1.00E-01
Décembre	<1.00E-01

ii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs des rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASNR n°2015-DC-0498

	Limite	Rejet
Paramètres	Concentration maximale ajoutée (mg/L)	Valeur maximale mesurée (mg/L) pH
Hydrocarbures	5	<1.00E-01

Commentaires : La limite réglementaire en hydrocarbures est respectée.

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

L'année 2024 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.

4. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

Le CNPE de Saint-Laurent n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2024.

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 : $\Delta T^{\circ}\text{C}$) est lié à la puissance thermique (P_{th}) à évacuer au condenseur et au débit d'eau brute au condenseur (Q).

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

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

1. En conditions climatiques normales

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du CNPE de Saint-Laurent et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans la décision ASNR n°2015-DC-0498.

Le CNPE de Saint-Laurent 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. Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents paramètres pour l'année 2024 sont présentés dans le tableau suivant.

	Température amont (°C)			Echauffement amont-aval calculé (°C)			Température aval après mélange (°C)		
	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy
Janvier	6.5	5.9	6.2	0.05	0.01	0.03	6.8	6.2	6.5
Février	9.3	8.9	9.1	0.08	0.02	0.05	9.4	9.0	9.2
Mars	10.9	10.2	10.5	0.05	0.02	0.04	10.8	10.3	10.5
Avril	13.9	12.9	13.4	0.08	0.02	0.04	13.7	12.9	13.3
Mai	16.6	15.8	16.2	0.06	0.02	0.03	16.3	15.7	16.0
Juin	20.7	19.3	20.0	0.06	0.02	0.03	20.3	19.2	19.7
Juillet	23.5	21.9	22.6	0.08	0.03	0.05	23.2	21.9	22.4
Août	24.4	22.4	23.3	0.20	0.05	0.13	24.0	22.6	23.2
Septembre	18.9	17.8	18.3	0.20	0.02	0.10	19.0	18.2	18.6
Octobre	15.6	15.1	15.3	0.09	0.01	0.05	15.8	15.3	15.6
Novembre	11.0	10.4	10.7	0.12	0.03	0.07	11.5	11.0	11.2
Décembre	8.8	8.7	8.7	0.07	0.03	0.05	9.2	9.1	9.1

2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites fixées à l'article EDF-SLT-242 de la décision ASNR n° 2015-DC-0498.

Paramètres	Unité	Limite en vigueur	Valeurs maximales
Echauffement amont-aval calculé	°C	1	0.20

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

3. En conditions climatiques exceptionnelles

Aucun épisode caniculaire nécessitant l'utilisation des limites en conditions climatiques exceptionnelles n'a eu lieu en 2024.

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

L'année 2024 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 Saint-Laurent 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 dits « semi 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 ASNR 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 Saint-Laurent applique un traitement biocide à l'eau des circuits de refroidissement depuis l'année 2024. Dans l'objectif de limiter l'impact sur l'environnement de ce traitement par injection de monochloramine, le CNPE de Saint-Laurent 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 ASNR n°2016-DC-0578 dite « Amibes Légionelles ». Pour corrélérer 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 2024 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 et mesurés en aval dans le fleuve sont détaillés en annexe 1.

Paramètre	Valeur maximale observée en 2024	Seuil d'action
<i>Legionella pneumophila</i>	1.40E+03	10 000 UFC / L
<i>Naegleria fowleri</i>	5	100 <i>N.fowleri</i> / L

Pendant toute la durée du suivi microbiologique, la concentration en *Naegleria fowleri* calculée dans la Loire après dilution du rejet n'a jamais atteint la valeur limite de 100 *Nf/L*, et la concentration en *Legionella pneumophila* n'a jamais atteint le seuil d'action de 10 000 UFC/L.

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 à 0,25 mg/L, suivi d'un traitement optimisé. Le traitement optimisé consiste en une injection séquentielle de 18 heures par jour à 0,25 mg/L ou une injection continue sur 24h à 0,20 mg/L. Le traitement est démarré et arrêté sur des critères basés sur les niveaux de colonisations en amibes *Naegleria fowleri*.

Données d'ensemble de la campagne de traitement 2024 :

Paramètres	Unités de production	
	N°1	N°2
Date de démarrage et d'arrêt du traitement préventif	Du 19 avril au 16 septembre	Du 19 avril au 16 août
Date d'arrêt de Tranche (début et fin)	/	Du 17/08/2024 au 25/10/2024
Nombre de jour de traitement continu	71	52
Nombre de jour de traitement optimisé	75 (17 jours en séquentiel 18h et 58 jours en continu 24h à 0,20 mg/l)	58 jours en continu 24h à 0,20 mg/l
Date de mise en œuvre du traitement renforcé	0	0
Nombre de jours de Chloration massive	0	0
CRT moyen sortie condenseur (mg/L)	0,23	0,22
Consommation réelle d'eau de Javel (m ³)	665	
Consommation réelle d'ammoniaque (m ³)	117	

Commentaires : Durant la campagne 2024, le traitement en tranche 1 a été mis en œuvre du 19 avril au 16 septembre, soit 146 jours. Le traitement a été interrompu le 02 juin, les 8 et 9 juin puis les 16 et 17 juin suite à des baisses de puissance.

Pour la tranche 2, le traitement a été mis en œuvre du 19 avril au 16 août, soit 110 jours. Le traitement a été interrompu du 11 au 14 mai, le 17 mai, le 21 puis du 19 au 22 juin suite à des baisses de puissance.

Les approvisionnements en réactifs se sont déroulés comme prévu et n'ont pas posé de difficulté particulière.

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'ASNR, 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'ASNR, plusieurs milliers d'analyses dont les résultats sont transmis à l'administration et publiés par EDF sur le site internet du CNPE. 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.

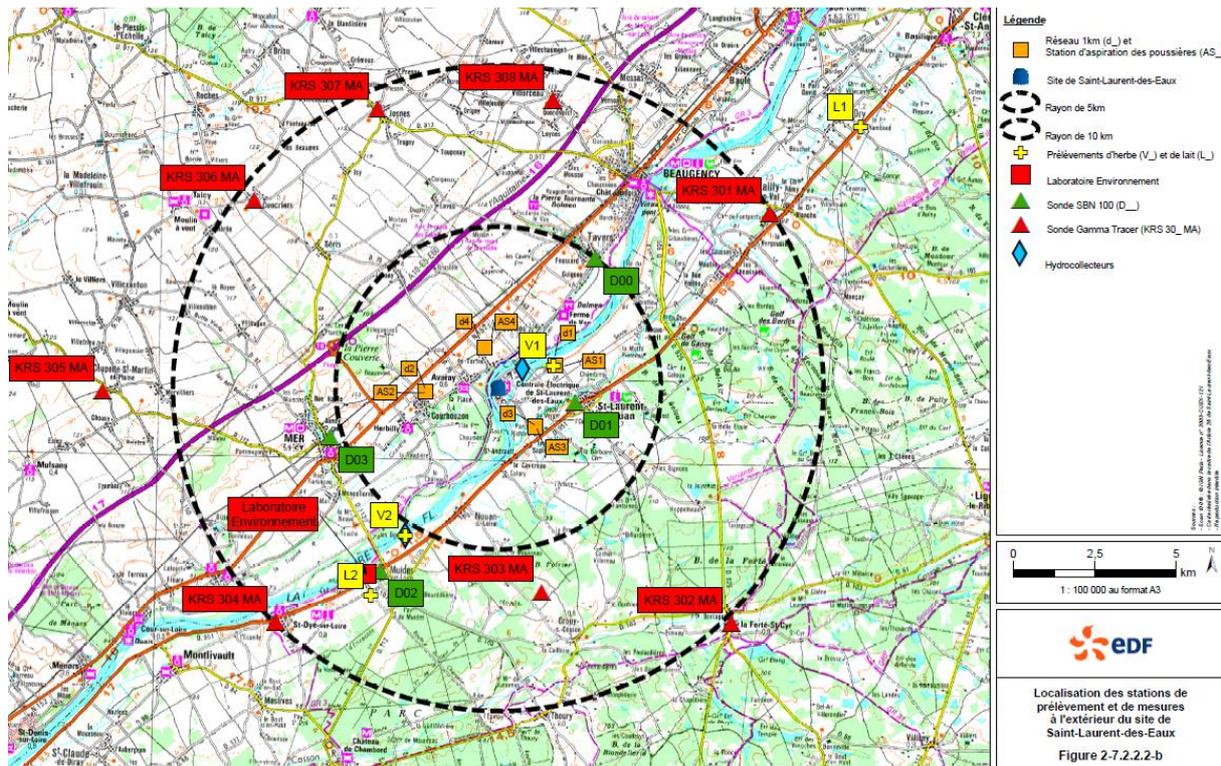
En règle générale, le plan d'échantillonnage contient des échantillons biologiques, qui constituent des voies de transfert possibles, directes ou indirectes, de la radioactivité vers l'homme (prélèvements de légumes, fruits, poissons, lait, eaux, herbes...) et des échantillons, appelés bioindicateurs, 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.



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 2024 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives aux années antérieures sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose moyen année 2024 (nSv/h)	Débit de dose max année 2024 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2023 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2022 (nSv/h)
Clôture	1,15E+02	2,48E+02	1,22E+02	1,21E+02
1 km	1,35E+02	2,40E+02	1,16E+02	1,21E+02
5 km	1,22E+02	2,09E+02	1,22E+02	1,23E+02
10 km	1,13E+02	1,79E+02	1,14E+02	1,15E+02

Commentaires : Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2024 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 alpha globale et bêta globale à J+6 sont réalisées quotidiennement sur les filtres, ainsi qu'une analyse isotopique mensuelle par spectrométrie gamma sur regroupement des filtres quotidiens par station.

Un dispositif de prélèvement du tritium atmosphérique par barbotage est également implanté sous les vents dominants à la station dite AS1. L'analyse du tritium atmosphérique piégé est réalisée pour chacune des périodes définies réglementairement (du 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 alpha globale, bêta globale et tritium sont réalisées.

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment atmosphérique pour l'année 2024 sont donnés dans les tableaux suivants.

Compartiment	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire	
Poussières atmosphériques	Alpha globale	6,06E-05 (Bq/Nm3)	1,56E-04 (Bq/Nm3)	-	
	Bêta globale	4,72E-04 (Bq/Nm3)	2,54E-03 (Bq/Nm3)	0,01 Bq/m ³	
	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	<1,05E-05 (Bq/Nm3)	< 1,80E-05 (Bq/Nm3)	
		⁶⁰ Co	<8,54E-06 (Bq/Nm3)	< 1,30E-05 (Bq/Nm3)	
		¹³⁴ Cs	<7,82E-06 (Bq/Nm3)	< 1,10E-05 (Bq/Nm3)	
		¹³⁷ Cs	<6,80E-06 (Bq/Nm3)	< 1,00E-05 (Bq/Nm3)	
	⁴⁰ K	2,12E-04 (Bq/Nm3)	9,70E-04 (Bq/Nm3)		
Tritium atmosphérique		< 0,158 Bq/m ³	<0,25 Bq/m ³	50 Bq/m ³	
Eau de pluie	Alpha globale	2,63E-02 (Bq/L)	6,40E-02 (Bq/L)	-	
	Bêta globale	1,37E-01 (Bq/L)	2,97E-01 (Bq/L)	-	
	Tritium	<4,97E+00 (Bq/L)	5,04E+00 (Bq/L)	-	

Commentaires : Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2024 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 2024 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seules les activités relatives aux radionucléides d'origine artificielle en lien avec le spectre de référence des effluents et au potassium 40 ainsi que les autres radionucléides d'origine artificielle supérieures aux seuils de décision sont présentés.

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres AS 1 (Bq/kg sec)	⁵⁸ Co	Mensuelle	< 2,68E-01	< 3,30E-01
	⁶⁰ Co		< 2,62E-01	< 3,20E-01
	¹³⁴ Cs		< 2,21E-01	< 2,80E-01
	¹³⁷ Cs		< 2,48E-01	< 2,90E-01
	⁴⁰ K		8,28E+02	1,64E+03
Végétaux terrestres AVAL (Bq/kg sec)	⁵⁸ Co	Mensuelle	< 2,85E-01	< 3,80E-01
	⁶⁰ Co		< 2,72E-01	< 3,50E-01
	¹³⁴ Cs		< 2,36E-01	< 3,30E-01
	¹³⁷ Cs		< 2,57E-01	< 3,20E-01
	⁴⁰ K		8,66E+02	1,80E+03
Lait (Bq/L)	⁵⁸ Co	Mensuelle	< 2,72E-01	< 3,60E-01
	⁶⁰ Co		< 3,22E-01	< 4,70E-01
	¹³⁴ Cs		< 2,78E-01	< 3,50E-01
	¹³⁷ Cs		< 2,78E-01	< 3,40E-01
	⁴⁰ K		4,85E+01	5,30E+01
	^{110m} A g		< 2,72E-01	< 3,90E-01
	⁵⁴ Mn		< 1,67E+00	< 1,70E+01

Les résultats des mesures réglementaires réalisées en 2023 sur le compartiment terrestre sont présentés dans le rapport SUBATECH figurant en Annexe 2.

Ces résultats montrent que la radioactivité présente dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux est majoritairement d'origine naturelle et que les niveaux sont stables en comparaison de ceux mesurés avant la mise en service des installations du site.

En 2023, la radioactivité d'origine artificielle détectée dans le compartiment terrestre est liée à la présence du ¹³⁷Cs. Ce radionucléide provient des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl.

Les activités en ³H libre et en ¹⁴C mesurées dans le lierre et le lait, ainsi qu'en ¹⁴C dans les salades sont cohérentes, aux incertitudes de mesure près, avec le bruit de fond radiologique ambiant en dehors de toute influence industrielle pour ces radionucléides (de 0,3 à 1,8 Bq/L d'eau de déshydratation pour le ³H libre et de 221 ± 7 Bq/kg de C pour le ¹⁴C³). Les activités en ³H organiquement lié dans les salades et le lierre sont inférieures aux seuils de décision analytiques. Le niveau d'activité en ³H libre mesuré dans les salades, situé dans la gamme haute du bruit de fond, pourrait être lié à l'influence de l'eau d'irrigation utilisée pour ces cultures. Ces résultats sont comparables avec ceux obtenus les années précédentes.

³ IRSN (2024) Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2021 à 2023, rapport n° 2024-00600, 340 p. : https://www.irsn.fr/sites/default/files/2024-12/IRSN_Bilan-etat-radiologique-environnement-francais-2021-2023_BD.pdf

Le niveau d'activité en ^{90}Sr mesuré dans le lait est cohérent au niveau attendu pour une zone soumise uniquement aux retombées des essais nucléaires atmosphériques⁴.

Les activités mesurées dans le compartiment terrestre en radionucléides artificiels, dont la présence peut être partiellement reliée au fonctionnement du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux, sont de plusieurs ordres de grandeur inférieures à la radioactivité naturelle présente dans l'environnement du site.

4. Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures réglementaires réalisées en 2023 sur le compartiment aquatique sont présentés dans le rapport SUBATECH figurant en Annexe 2.

Ces résultats montrent que la radioactivité présente dans l'environnement aquatique au voisinage du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux est majoritairement d'origine naturelle et que les niveaux sont stables en comparaison de ceux mesurés avant la mise en service des installations du site.

Dans le compartiment aquatique, du ^{137}Cs est mesuré en 2023, comme les années passées, dans les sédiments, les phanérogames et les poissons, à des niveaux d'activité comparables entre l'amont et l'aval du site compte tenu des incertitudes de mesure dans les sédiments et les poissons, mais des valeurs supérieures à l'aval par rapport à l'amont dans les phanérogames. Ce radionucléide provient principalement des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl ; cependant, une contribution du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux à l'aval ne peut être totalement exclue.

La présence de ^{60}Co , ainsi que d' $^{110\text{m}}\text{Ag}$ et de ^{54}Mn dans les phanérogames, avec des valeurs supérieures à l'aval par rapport à l'amont, associée à la détection de ^{58}Co à l'aval uniquement, témoignent de l'influence des rejets d'effluents radioactifs liquides réalisés par le CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux, qui se superpose à celle des rejets des CNPE de Belleville-sur-Loire et de Dampierre-en-Burly situés à l'amont. Les détections de ^{60}Co dans les sédiments, à des niveaux d'activité supérieurs à l'amont par rapport à l'aval, et la présence d' $^{110\text{m}}\text{Ag}$ dans les sédiments uniquement à l'amont, témoignent également de l'influence des installations situées en amont.

En 2023, les niveaux d'activité en ^3H libre mesurés dans les phanérogames et les poissons, ainsi que les activités en ^3H organiquement lié et en ^{14}C dans les poissons, sont supérieurs au bruit de fond radiologique en milieu aquatique continental (de 0,3 à 1,8 Bq/L pour le tritium⁵ et de l'ordre de 200-220 Bq/kg de C pour le carbone ^{14}C). Les valeurs de mesure en ^3H (libre et organiquement lié) sont comparables entre l'amont et l'aval du site, compte tenu des incertitudes de mesure. En revanche, l'activité en ^{14}C dans les poissons pêchés à l'aval est supérieure à celle mesurée à l'amont. Ces résultats sont comparables avec ceux obtenus les années précédentes et sont liés aux rejets d'effluents radioactifs liquides réalisés par le CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux, qui se superposent à ceux des CNPE situés en amont sur la Loire (CNPE de Belleville-sur-Loire et de Dampierre-en-Burly).

Les niveaux d'activité en radionucléides émetteurs alpha (^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ et ^{241}Am), mesurés dans les sédiments, à l'amont et l'aval du CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux, trouvent leur origine dans les retombées des essais nucléaires atmosphériques.

Les activités mesurées dans le compartiment aquatique en radionucléides artificiels, dont la présence peut être partiellement reliée au fonctionnement du CNPE de

⁴ IRSN (2022) Le bruit de fond des radionucléides artificiels dans l'environnement français métropolitain. Bilan des constats radiologiques régionaux. Rapport n° IRSN/DG 2022-00131 : 152 p. : https://www.irsn.fr/sites/default/files/2024-02/IRSN_Rapport%20Bruit%20de%20fond_V8.pdf

⁵ IRSN (2024) Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2021 à 2023, rapport n° 2024-00600, 340 p. : https://www.irsn.fr/sites/default/files/2024-12/IRSN_Bilan-etat-radiologique-environnement-francais-2021-2023_BD.pdf

⁶ IRSN (2021) Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2018 à 2020, rapport n° 2021-00765, 408 p. : https://www.irsn.fr/sites/default/files/documents/expertise/rapports_expertise/IRSN-ENV_Bilan-Radiologique-France-2018-2020.pdf

Saint-Laurent-des-Eaux, sont de plusieurs ordres de grandeur inférieures à la radioactivité naturelle présente dans l'environnement du site.

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	2,56E+01
Bêta global	Bq/L	< 1,00E+00
Beta Global MES	Bq/L	7,94E-02

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 16 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	7.90E+00
Conductivité	mS / cm	6,54E+02
Hydrocarbures totaux	mg /L	1,00E-01
NTK		6,90E+00
Métaux totaux		1,10E+01
Phosphates		< 3,00E-01
Nitrates		< 2,50E+01
Chlorures		< 1,00E+02
Sulfates		< 1,25E+02
Sodium		< 1,00E+02
COHV		1,59E-02

Sur Saint-Laurent A, suite à la découverte d'un marquage des sols au niveau de la zone des anciens transformateurs de SLA2 en 2014, un plan de gestion des sols a été transmis à l'ASNR fin 2018.

Il a été amendé en 2020 et 2021 suite à des demandes de compléments de l'ASNR.

Le site de Saint-Laurent A a reçu le 10 février 2023 l'autorisation de l'ASNR pour procéder aux opérations de réhabilitation des sols au droit de la zone des anciens transformateurs de SLA2. Les travaux d'excavation des terres marquées aux hydrocarbures de cette zone ont été réalisés en 2024 en respectant la stratégie de traitement qui est basée sur un terrassement jusqu'à une profondeur maximale et ponctuelle de 6,5 m.

Les terres excavées ont été triées selon leur origine et leur niveau de marquage visuel, elles ont ensuite été transférées vers des aires d'entreposage étanches. Un programme analytique a permis de respecter le seuil de coupure retenu pour le marquage en hydrocarbures et de garantir un contrôle radiologique complet et fiable des terres évacuées hors du site.

En complément des prélèvements de bords et fonds de fouille ont été faits, analysés et validés par un organisme agréé. La surveillance de la nappe alluviale en aval hydrogéologique de cette zone est maintenue.

De plus, cinq autres zones ont fait l'objet d'un traitement adapté à l'historique de la zone et à la nature de marquage rencontré.

Au total, 3800 tonnes de terres marquées ont été évacuées par convoyeur pour traitement et valorisation dans un centre agréé de la région Centre Val de Loire.

Par ailleurs, également sur Saint-Laurent A, l'ancienne chaudière auxiliaire a connu des événements d'exploitation du temps de son fonctionnement ayant entraîné un marquage aux hydrocarbures du sous-sol de cette zone.

Une gestion des sols et des eaux souterraines de la zone a été réalisée entre 2009 et 2011 afin de retirer la partie du marquage accessible à un traitement, suivi par une phase d'observations jusqu'en 2013.

La surveillance de la zone est assurée depuis 2013 à l'aide du réseau piézométrique de Saint-Laurent A.

Une réapparition de phase libre à la surface des eaux souterraines a été observée fin 2018 au droit de quelques piézomètres situés au niveau de l'ancienne centrale auxiliaire.

Un plan de surveillance a été mis en place pour comprendre ces réapparitions. Il a permis de confirmer que ces apparitions d'hydrocarbures au niveau de l'ancienne centrale auxiliaire sont très localisées et principalement observées en période de basses eaux (notamment de septembre à décembre).

Depuis 2020, des écrémeurs passifs jetables (boudins oléophiles) sont mis en place au niveau des piézomètres de la zone afin de récupérer les hydrocarbures apparaissant dans ces ouvrages en période de basses eaux.

Ces écrémeurs sont suivis et remplacés régulièrement. Aucune réapparition de phase libre n'a été observée depuis leur mise en place et environ 3,8 kg d'hydrocarbures (quantité relativement faible) ont été récupérés sur l'année 2024. Il apparaît donc que l'utilisation d'écrémeurs passifs est la solution adaptée au regard des observations réalisées. Le dispositif et son suivi seront maintenus sur l'année 2025.

La surveillance piézométrique réalisée en aval hydrogéologique de la zone a démontré le caractère localisé de ce marquage à la zone concernée par les événements d'exploitation. En effet aucun transfert de substances en direction de la Loire (concentrations en hydrocarbures totaux dissous inférieures à 1 mg/L (limite de qualité des eaux brutes de l'arrêté du 11/01/07), absence d'irisation en berge, ...) n'a été mis en évidence.

L'année 2024 a été aussi marquée par le comblement de 62 ouvrages non exploités et non nécessaires à l'exploitation des INB n°46 et 74, ce comblement a été autorisé par les autorités compétentes et réalisé conformément à la norme en vigueur.

Sur Saint Laurent B, à la suite de la déclaration de l'ESE8 cité au paragraphe des Evènements significatifs pour l'environnement, une surveillance complémentaire a été mise en place sur le CNPE de Saint Laurent. Cette surveillance complémentaire concerne un piézomètre, non réglementaire, surveillé à fréquence mensuel pour les nitrates. Les résultats de cette surveillance complémentaire sont présentés dans le tableau suivant.

Mois	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Valeur mesurée (mg/l)	60	64	58	125	115	145	115	78	61	62	66	97

III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface

1. Physico-chimie en continu

Les stations multi-paramètres (SMP), situées à « l'amont » au « rejet » 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 2024 pour les stations amont, rejet et aval.

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11.6	10.7	10.2	9.7	8.8	9.2	9.0	8.8	8.3	8.6	10.1	9.0
Conductivité (µS/cm)	237	245	222	241	220	261	280	324	309	253	264	236
pH	7.9	7.9	7.9	8.0	7.9	8.3	8.3	8.4	7.9	7.8	8.0	8.0
Température	6.2	9.1	10.5	13.4	16.2	20.0	22.5	23.3	18.3	15.3	10.7	7.3

Station rejet	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	10.4	9.1	8.6	8.5	8.7	8.0	7.4	7.6	8.4	8.7	9.9	9.0
Conductivité (µS/cm)	238	299	285	317	287	334	383	403	350	292	308	326
pH	8.2	8.4	8.3	8.5	8.3	8.4	8.3	8.3	8.2	8.1	7.8	8.3
Température	12.1	19.0	23.0	23.7	25.0	25.8	28.5	28.6	24.5	23.3	21.1	20.3

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	/	11.0	10.0	9.2	8.3	/	6.9	4.8	8.0	9.9	8.0	12.3
Conductivité (µS/cm)	268	248	225	239	218	270	294	346	311	247	260	228
pH	7.8	7.8	7.7	8.0	7.9	8.0	8.1	7.9	7.7	7.7	7.8	7.8
Température	6.5	9.2	10.5	13.3	16.0	19.7	22.4	23.3	18.6	15.6	11.2	7.7

Commentaires : Suite à un défaut matériel, les mesures sont jugées non représentatives du bassin de la Loire pour la mesure Oxygène dissous à la station aval pour les mois de janvier et juin 2024. 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.

2. Physico-chimie des eaux de surface

Le CNPE fait réaliser par le laboratoire LDA 41, en amont, en rejet et en aval, des mesures mensuelles et trimestrielles de certains paramètres physico-chimiques soutenant la vie biologique. Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants.

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Aluminium dissous (mg/L)	2,50E-02	1,70E-02	2,60E-02	2,00E-02	3,40E-02	1,60E-02	<1,00E-02	5,00E-03	<5,00E-03	7,00E-03	2,20E-02	3,00E-02
Aluminium total (mg/l)	1,23E+00	3,10E-01	1,35E+00	1,23E+00	2,06E+00	4,90E-01	7,17E-01	1,26E-01	8,20E-02	1,88E-01	3,16E-01	8,81E-01
Chrome dissous (mg/l)	2,00E-04	<2,00E-04	2,00E-04	2,00E-04	3,00E-04	2,00E-04	5,00E-04	<2,00E-04	<2,00E-04	<2,00E-04	2,00E-04	<2,00E-04
Chrome total (mg/l)	<5,00E-03											
Cuivre dissous (mg/l)	3,70E-03	2,40E-03	2,40E-03	2,30E-03	4,30E-03	3,20E-03	3,10E-03	2,80E-03	3,00E-03	3,10E-03	3,00E-03	2,60E-03
Cuivre total (mg/l)	5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	6,00E-03	<5,00E-03						
Fer dissous (mg/l)	6,20E-02	3,80E-02	5,40E-02	4,60E-02	8,40E-02	5,30E-02	3,70E-02	<5,00E-03	<5,00E-03	2,40E-02	7,80E-02	8,10E-02
Fer total (mg/l)	8,25E-01	3,04E-01	7,98E-01	8,44E-01	1,62E+00	4,52E-01	5,66E-01	1,09E-01	7,00E-02	2,14E-01	3,36E-01	6,88E-01
Manganese dissous (mg/l)	<5,00E-03											
Manganese total (mg/l)	3,20E-02	1,30E-02	1,60E-02	2,20E-02	3,80E-02	1,60E-02	2,60E-02	1,10E-02	1,10E-02	1,30E-02	1,40E-02	3,30E-02
Nickel dissous (mg/l)	1,10E-03	9,00E-04	9,00E-04	1,10E-03	1,30E-03	1,00E-03	1,20E-03	6,00E-04	8,00E-04	1,10E-03	1,00E-03	1,00E-03
Nickel total (mg/l)	<5,00E-03											
Titane dissous	<5,00E-03											

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
(mg/l)												
Titane total (mg/l)	4,20E-02	1,20E-02	2,30E-02	4,30E-02	7,10E-02	2,10E-02	2,80E-02	<5,00E-03	<1,00E-02	6,00E-03	1,40E-02	2,70E-02
Zinc dissous (mg/l)	4,00E-03	2,00E-03	3,00E-03	3,00E-03	4,00E-03	3,00E-03	1,00E-02	<2,00E-03	<2,00E-03	2,00E-03	4,00E-03	<2,00E-03
Zinc total (mg/l)	<1,00E-02	5,00E-03	5,00E-03	6,00E-03	1,30E-02	6,00E-03	<1,00E-02	<5,00E-03	<1,00E-02	<5,00E-03	<1,00E-02	<1,00E-02
DBO5 (mg/l)	7,00E-01	<5,00E-01	1,00E+00	<5,00E-01	8,00E-01	1,00E+00	2,00E+00	2,00E+00	9,00E-01	<5,00E-01	<5,00E-01	9,00E-01
DCO (mg/l)	1,40E+01	1,20E+01	1,50E+01	2,30E+01	1,60E+01	1,80E+01	1,20E+01	1,50E+01	<1,00E+01	<1,00E+01	1,10E+01	1,30E+01
MES (mg/l)	1,10E+01	1,20E+01	1,40E+01	2,80E+01	1,90E+01	1,30E+01	1,70E+01	9,70E+00	4,30E+00	7,60E+00	9,60E+00	1,70E+01

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Aluminium dissous (mg/L)	2,20E-02	1,80E-02	2,70E-02	2,30E-02	4,10E-02	1,60E-02	1,00E-02	5,00E-03	<5,00E-03	7,00E-03	2,20E-02	3,40E-02
Aluminium total (mg/l)	1,43E+00	3,86E-01	1,52E+00	1,11E+00	3,90E+00	7,47E-01	1,25E+00	1,04E-01	9,00E-02	2,70E-01	3,16E-01	7,06E-01
Chrome dissous (mg/l)	3,00E-04	<2,00E-04	1,31E-02	3,00E-04	3,00E-04	2,00E-04	5,00E-04	<2,00E-04	<2,00E-04	<2,00E-04	3,00E-04	2,00E-04
Chrome total (mg/l)	<5,00E-3	<5,00E-03										
Cuivre dissous (mg/l)	3,10E-03	2,70E-03	3,40E-03	2,20E-03	3,60E-03	2,60E-03	3,00E-03	2,20E-03	2,40E-03	2,60E-03	2,50E-03	2,20E-03
Cuivre total (mg/l)	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	6,00E-03	<5,00E-03						
Fer dissous	6,10E-02	3,90E-02	5,60E-02	5,20E-02	9,20E-02	5,80E-02	3,20E-02	<5,00E-03	<5,00E-03	2,40E-02	8,00E-02	8,70E-02

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
(mg/l)												
Fer total (mg/l)	1,00E+00	3,62E-01	9,38E-01	6,75E-01	2,91E+00	6,68E-01	8,22E-01	9,30E-02	8,40E-02	2,87E-01	3,24E-01	4,92E-01
Manganese dissous (mg/l)	<5,00E-03											
Manganese total (mg/l)	3,60E-02	1,50E-02	2,40E-02	1,80E-02	8,20E-02	2,00E-02	3,20E-02	8,00E-03	1,30E-02	1,70E-02	1,20E-02	2,40E-02
Nickel dissous (mg/l)	1,10E-03	8,00E-04	8,00E-03	1,20E-03	1,40E-03	1,00E-03	1,10E-03	6,00E-04	7,00E-04	1,20E-03	1,00E-03	9,00E-04
Nickel total (mg/l)	<5,00E-03											
Titane dissous (mg/l)	<5,00E-03											
Titane total (mg/l)	6,40E-02	1,80E-02	4,40E-02	3,50E-02	1,84E-01	2,80E-02	3,00E-02	<5,00E-03	<1,00E-02	1,00E-02	1,50E-02	2,50E-02
Zinc dissous (mg/l)	4,00E-03	3,00E-03	3,00E-03	2,00E-03	<2,00E-03	2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03	<2,00E-03	3,00E-03	4,00E-03	3,00E-03
Zinc total (mg/l)	<1,00E-02	<5,00E-03	6,00E-03	<5,00E-03	1,30E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	<5,00E-03	<1,00E-02	<5,00E-03	<1,00E-02	<1,00E-02
DBO5 (mg/l)	<5,00E-01	<5,00E-01	5,00E-01	<5,00E-01	9,00E-01	2,00E+00	6,00E+00	2,00E+00	6,00E-01	1,80E+01	<5,00E-01	9,00E-01
DCO (mg/l)	1,30E+01	1,30E+01	2,00E+01	2,40E+01	2,60E+01	1,80E+01	1,80E+01	1,40E+01	<1,00E+01	3,20E+01	<1,00E+01	1,40E+01
MES (mg/l)	1,20E+01	7,00E+00	1,80E+01	2,60E+01	1,70E+01	9,40E+00	1,90E+01	1,30E+01	3,00E+00	7,10E+00	1,00E+01	1,80E+01

Commentaires : Les résultats du suivi de l'année 2024 sont globalement du même ordre de grandeur que ceux des années précédentes et cohérents avec l'évolution saisonnière ou les fluctuations naturelles de ces paramètres dans le milieu. Il n'y a pas de différence notable de ces paramètres entre les stations amont et aval.

Conformément à la décision 2015-DC-0499, le CNPE réalise également un suivi occasionnel des paramètres physico-chimiques suivants :

Paramètres Station amont	Avr	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct
Ammonium (mg/l)	3,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	2,00E-02	1,00E-02	3,00E-02
Azote Kjeldhal (mg/l)	9,00E-01	5,00E-01	7,00E-01	8,00E-01	7,00E-01	<5,00E-01
Carbone Organique Dissous (mg/l)	5,70E+00	4,10E+00	4,10E+00	3,10E+00	2,90E+00	3,50E+00
Calcium (mg/l)	2,90E+01	/	/	5,00E+01	/	/
Chlorure (mg/l)	7,90E+00	/	/	1,50E+01	/	/
Conductivite (µS/cm)	2,19E+02	2,87E+02	3,15E+02	3,41E+02	3,82E+02	3,48E+02
Hydrogenocarbonates (mg/l)	1,02E+02	/	/	1,43E+02	/	/
Magnesium (mg/l)	3,30E+00	/	/	5,80E+00	/	/
Nitrates (mg/l)	8,90E+00	1,10E+01	1,10E+01	1,00E+01	1,30E+01	1,40E+01
Nitrites (mg/l)	1,00E-02	1,00E-02	1,00E-02	4,00E-02	7,00E-02	1,00E-02
Phosphates (mg/l)	1,20E-01	1,00E-01	4,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	1,50E-01
Phosphore total (mg/l)	1,50E-01	8,00E-02	8,00E-02	4,00E-02	3,00E-02	7,00E-02
Potassium (mg/l)	2,80E+00	/	/	4,10E+00	/	/
Silice totale (mg/l)	1,00E+01	1,40E+01	1,30E+01	1,30E+01	1,20E+01	1,30E+01
Sodium (mg/l)	6,50E+00	/	/	1,30E+01	/	/
Sulfates (mg/l)	1,10E+01	/	/	1,60E+01	/	/
TAC (°f) (mg/l)	8,40E+00	/	/	1,29E+01	/	/
Température (°C)	1,40E+01	1,90E+01	2,10E+01	2,50E+01	2,10E+01	1,50E+01
Turbidité (NFU)	4,20E+01	1,00E+01	1,10E+01	8,30E+00	2,50E+00	6,30E+00
pH	7,80E+00	7,80E+00	8,30E+00	8,90E+00	8,30E+00	8,10E+00

Paramètres Station aval	Avr	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct
Ammonium (mg/l)	3,00E-02	<1,00E-02	<1,00E-02	2,00E-02	1,00E-02	2,00E-02
Azote Kjeldhal (mg/l)	8,00E-01	5,00E-01	7,00E-01	8,00E-01	6,00E-01	<5,00E-01
Carbone Organique Dissous (mg/l)	6,60E+00	4,70E+00	4,50E+00	3,50E+00	3,10E+00	7,40E+00
Calcium (mg/l)	2,90E+01	/	/	4,30E+01	/	/
Chlorure (mg/l)	8,20E+00	/	/	1,50E+01	/	/
Conductivite (µS/cm)	2,26E+02	2,66E+02	2,95E+02	3,16E+02	3,52E+02	3,21E+02
Hydrogenocarbonates (mg/l)	9,40E+01	/	/	1,29E+02	/	/
Magnesium (mg/l)	3,50E+00	/	/	5,90E+00	/	/
Nitrates (mg/l)	8,50E+00	8,60E+00	7,70E+00	7,30E+00	1,30E+01	1,10E+01
Nitrites (mg/l)	1,00E-02	1,00E-02	2,00E-02	5,00E-02	6,00E-02	1,00E-02
Phosphates (mg/l)	1,20E-01	1,30E-01	1,30E-01	2,00E-02	<2,00E-02	1,60E-01
Phosphore total (mg/l)	1,40E-01	9,00E-02	9,00E-02	5,00E-02	2,00E-02	7,00E-02
Potassium (mg/l)	2,90E+00	/	/	4,20E+00	/	/
Silice totale (mg/l)	1,10E+01	1,40E+01	1,20E+01	1,30E+01	1,00E+01	1,20E+01
Sodium (mg/l)	6,70E+00	/	/	1,30E+01	/	/
Sulfates (mg/l)	1,10E+01	/	/	1,70E+01	/	/
TAC (°f) (mg/l)	7,70E+00	/	/	1,20E+01	/	/
Température (°C)	1,30E+01	1,90E+01	2,10E+01	2,50E+01	2,10E+01	1,50E+01
Turbidité (NFU)	3,60E+01	1,10E+01	1,30E+01	5,50E+00	2,70E+00	6,50E+00
pH	7,80E+00	7,90E+00	8,50E+00	8,90E+00	8,40E+00	8,10E+00

Commentaires : Les résultats du suivi de l'année 2024 sont globalement du même ordre de grandeur que ceux des années précédentes et cohérents avec l'évolution saisonnière ou les fluctuations naturelles de ces paramètres dans le milieu. Il n'y a pas de différence notable de ces paramètres entre les stations amont et aval.

3. Chimie des eaux de surface

Les rejets chimiques résultant du fonctionnement du CNPE sont issus :

- des produits de conditionnement des circuits ;
- des traitements de l'eau des circuits contre le tartre, la corrosion ;
- de l'usure normale des matériaux
- du lavage du linge utilisé en zone contrôlée

Ces rejets font l'objet d'une surveillance des concentrations présentes dans le milieu récepteur. A cet effet, des mesures de substances chimiques sont effectuées trimestriellement dans le fleuve en amont et en aval du CNPE. Les tableaux suivants présentent les valeurs mesurées aux deux stations amont et aval sur l'année 2024.

Paramètres (mg/L) Station amont		T1	T2	T3	T4
Bore		1.30E-02	1.00E-02	2.10E-02	2.80E-02
Métaux totaux	Fraction brute	2,13E+00	2,15E+00	1,34E+00	4,21E-01
	Fraction dissoute	9,60E-02	7,26E-02	5,18E-02	3,72E-02
Aluminium dissous		2,50E-02	2,00E-02	<1,00E-02	7,00E-03
Chrome dissous		2,00E-04	2,00E-04	5,00E-04	<2,00E-04
Cuivre dissous		3,70E-03	2,30E-03	3,10E-03	3,10E-03
Fer dissous		6,20E-02	4,60E-02	3,70E-02	2,40E-02
Manganèse dissous		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Nickel dissous		1,10E-03	1,10E-03	1,20E-03	1,10E-03
Titane dissous		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Zinc dissous		4,00E-03	3,00E-03	1,00E-02	2,00E-03
Aluminium total		1,23E+00	1,23E+00	7,17E-01	1,88E-01
Chrome total		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Cuivre total		5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Fer total		8,25E-01	8,44E-01	5,66E-01	2,14E-01
Manganèse total		3,20E-02	2,20E-02	2,60E-02	1,30E-02
Nickel total		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Titane total		4,20E-02	4,30E-02	2,80E-02	6,00E-03
Zinc total		<1,00E-02	6,00E-03	<1,00E-02	<5,00E-03
Hydrazine		< 1.00E-01	< 1.00E-01	< 1.00E-01	< 1.00E-01
Ethanoline		< 5.00E-02	< 5.00E-02	< 5.00E-02	< 5.00E-02
Détergents		< 5.00E-02	< 5.00E-02	< 5.00E-02	< 5.00E-02
Hydrocarbures		< 1.00E-01	< 1.00E-01	< 1.00E-01	< 1.00E-01
AOX		2.90E-02	1.40E-02	3.80E-02	2.10E-02
Acides Chloroacétiques		< 2.00E-02	< 2.00E-02	<2.00E-02	<2.00E-02
Chlore résiduel total		5.00E-02	< 5.00E-02	< 5.00E-02	5.00E-02
Chloroforme		< 5.00E-04	< 5.00E-04	< 5.00E-04	< 5.00E-04

Paramètres (mg/L) Station aval		T1	T 2	T3	T4
Bore		1.10E-02	6.00E-03	1.80E-02	2.40E-02
Métaux totaux	Fraction brute	2,53E+00	1,84E+00	2,13E+00	5,84E-01
	Fraction dissoute	9,15E-02	8,07E-02	4,66E-02	3,78E-02
Aluminium dissous		2,20E-02	2,30E-02	1,00E-02	7,00E-03
Chrome dissous		3,00E-04	3,00E-04	5,00E-04	<2,00E-04
Cuivre dissous		3,10E-03	2,20E-03	3,00E-03	2,60E-03
Fer dissous		6,10E-02	5,20E-02	3,20E-02	2,40E-02
Manganèse dissous		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Nickel dissous		1,10E-03	1,20E-03	1,10E-03	1,20E-03
Titane dissous		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Zinc dissous		4,00E-03	2,00E-03	<2,00E-03	3,00E-03
Aluminium total		1,43E+00	1,11E+00	1,25E+00	2,70E-01
Chrome total		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Cuivre total		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Fer total		1,00E+00	6,75E-01	8,22E-01	2,87E-01
Manganèse total		3,60E-02	1,80E-02	3,20E-02	1,70E-02
Nickel total		<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Titane total		6,40E-02	3,50E-02	3,00E-02	1,00E-02
Zinc total		<1,00E-02	<5,00E-03	<1,00E-02	<5,00E-03
Hydrazine		< 1.00E-01	< 1.00E-01	< 1.00E-01	< 1.00E-01
Ethanolamine		< 5.00E-02	< 5.00E-02	< 5.00E-02	< 5.00E-02
Détergents		< 5.00E-02	< 5.00E-02	< 5.00E-02	< 5.00E-02
Hydrocarbures		< 1.00E-01	< 1.00E-01	< 1.00E-01	< 1.00E-01
AOX		2.10E-02	2.10E-02	1,90E-02	1,50E-02
Acides chloroacétiques		<2.00E-02	<2.00E-02	<2.00E-02	<2.00E-02
Chlore résiduel total		5.00E-02	< 5.00E-02	< 5.00E-02	5.00E-02
Chloroforme		< 5.00E-04	< 5.00E-04	< 5.00E-04	< 5.00E-04

IV. Physico-chimie et Hydrobiologie

Chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance physico-chimique et hydrobiologique à IANESCO et AQUASCOP.

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

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

« Cette étude s'inscrit dans le cadre du suivi hydro-écologique réglementaire du site nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux, décidé par l'Autorité de Sûreté Nucléaire, afin de suivre l'évolution naturelle

du milieu récepteur et de déceler une évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement de la centrale.

Ce suivi hydro-écologique 2024 intègre un programme d'échantillonnage mensuel à biennuel selon les paramètres pour la caractérisation physico-chimique des eaux de la Loire et mensuel de mars à novembre pour l'expertise du phytoplancton et du zooplancton, la réalisation de quatre campagnes pour le peuplement des diatomées benthiques et des macro-invertébrés benthiques (juin, juillet, août et octobre/novembre) et d'une campagne pour la communauté des macrophytes aquatiques effectuée en conditions estivales (septembre-octobre).

Le suivi hydrobiologique 2024 s'inscrit dans un **contexte hydrologique très excédentaire**, les écoulements apparaissent très supérieurs aux moyennes. Des conditions de basses eaux s'installent au mois de juillet et se prolongent jusqu'au milieu du mois de septembre.

► Après une caractérisation des principaux paramètres physico-chimiques, utilisés pour évaluer la qualité des eaux de surface, une comparaison interstationnelle des résultats des indicateurs physico-chimiques déterminés à l'amont et à l'aval du site nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux est réalisée.

Très peu de différences de la **qualité physico-chimique de l'eau de la Loire** sont constatées en 2024 en amont et en aval de la centrale. Globalement, les caractéristiques physico-chimiques sont équivalentes aux deux stations pour la période considérée de janvier à décembre 2024. Quelques différences interstationnelles mineures sont parfois observées au cours des campagnes pour les 4 paramètres suivants : Carbone Organique Dissous, Demande Biochimique en Oxygène à 5 jours, Demande Chimique en Oxygène, et Nitrates. Cependant, les valeurs moyennes obtenues en amont et en aval pour ces paramètres sont assez voisines. La comparaison interannuelle 2018/2019/2020/2021/2022/2023 montre que les résultats physico-chimiques obtenus en 2024 sont du même ordre de grandeur que ceux obtenus ces six dernières années pour l'ensemble des paramètres.

L'analyse spatio-temporelle à partir des indicateurs physico-chimiques déterminés à l'amont et à l'aval du site nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux ne met pas en évidence de différences particulières et permet de conclure à l'absence d'incidence notable du site nucléaire sur la qualité physico-chimique de la Loire.

► Les concentrations en **pigments chlorophylliens actifs** (chlorophylle a) ou bien celles issues de la dégradation des molécules de chlorophylles (phéopigments) sont globalement identiques au cours de ce suivi 2024 en amont et en aval du site nucléaire. Seule une différence ponctuelle est notable, la teneur en Phéopigments Amont ($6 \mu\text{g/L}$) inférieur à la teneur en Aval ($18 \mu\text{g/L}$) pour le prélèvement du mois d'Août. Les valeurs moyennes en chlorophylle a et en phéopigments obtenues à partir de 8 campagnes sont assez proches (différence plus grande entre les moyennes des mesures de phéopigments du notamment aux mesures d'août). On peut noter un maximum pour le suivi Chlorophyllien de $44 \mu\text{g/L}$ en Chlorophylle A pour le prélèvement en aval du mois d'Août.

Les teneurs moyennes 2024 en chlorophylle a et en phéopigments sont légèrement supérieures aux teneurs moyennes de 2018 à 2023 mais tout en restant du même ordre de grandeur. Elles sont inférieures à $15 \mu\text{g/l}$ aussi bien en amont qu'en aval du site nucléaire. Les teneurs moyennes de 2024 sont comparables aux teneurs moyennes en chlorophylle a et en phéopigments de 2021 tout en y étant légèrement supérieures en amont et en aval.

L'analyse spatio-temporelle à partir des indicateurs chlorophylliens déterminés à l'amont et à l'aval du site nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux ne met pas en évidence de différences particulières, traduisant l'absence d'influence notable du site sur le milieu récepteur.

Par contre, ces mesures peuvent indiquer un développement du phytoplancton dès l'amont du site.

► Le **phytoplancton** a été expertisé selon la méthodologie de référence proposée par l'IRSTEA (désormais INRAe) et intitulée « protocole standardisé d'échantillonnage et de conservation du phytoplancton en grands cours d'eau applicable aux réseaux de mesure DCE » (version 2, décembre 2010). L'échantillonnage s'est déroulé mensuellement, avec neuf campagnes successives de mars à novembre 2024.

Ce compartiment biologique apparaît bien diversifié et très productif, notamment au cours de l'été. Les conditions hydrologiques ont pénalisé l'installation des macrophytes, et notamment des algues macroscopiques, favorisant ainsi le développement du phytoplancton.

Sa dynamique saisonnière présente un pic de biomasse algal printanier, dû au développement des diatomées (Bacillariophyta), puis une concentration cellulaire estivale avec un essor des algues vertes (Chlorophyta). Les espèces répertoriées sont communes aux grands cours d'eau et généralement associées à des milieux modérément eutrophes.

Malgré une production estivale supérieure à celles des dernières années, l'analyse des communautés phytoplanctoniques de la Loire met en évidence une certaine stabilité dans la composition et la succession saisonnière de ces communautés.

Le nouvel Indice Phytoplanctonique pour les grands cours d'eau (IPHYGE) détermine un état moyen aux deux stations.

L'analyse du phytoplancton permet donc de conclure à l'absence d'impact du fonctionnement du site nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux sur cette communauté.

► Un échantillonnage du **zooplancton** a été réalisé en même temps que le phytoplancton. La période entre août et septembre a été la plus favorable pour le développement du zooplancton, probablement en lien avec le réchauffement naturel de la température de l'eau au cours de l'été et une disponibilité en ressources nutritives importante. Les peuplements des deux stations apparaissent globalement proches lors du suivi annuel.

Les résultats du suivi du zooplancton permettent de conclure à l'absence d'influence du site nucléaire de Saint-Laurent sur cette communauté biologique.

► Les **algues diatomées** sont échantillonnées à fréquence saisonnière (juin, juillet, août et octobre) selon le protocole de la norme IBD NF T90-354 (avril 2016). L'état biologique exprimé par l'élément diatomées s'avère moyen à bon sur ce suivi 2024.

Même si certaines différences significatives de valeurs indicielles sont observées entre les deux stations du suivi lors de certaines campagnes (consécutives à des différences de composition du peuplement liées à des différences d'habitats présents à chaque station), l'examen des listes floristiques et les différentes modalités d'analyse mises en oeuvre permettent de conclure à **l'absence d'influence avérée du site nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux sur les communautés de diatomées benthiques de la Loire.**

► La **végétation macrophytique** présente à l'amont et à l'aval du site nucléaire est expertisée par la méthode IBMR (norme NF T90-395), en conditions de basses eaux, les 30 septembre et 1er octobre 2024.

Ce suivi des macrophytes révèle un niveau de trophie élevé dans le secteur de ce site nucléaire, en conformité avec la typologie de ce niveau de la Loire. Un très bon état biologique est d'ailleurs évalué pour ce secteur du fleuve et traduit cette cohérence.

Les comparaisons interannuelles montrent de légères variations indicielles en lien avec les conditions hydroclimatiques (crues, étiage prolongé).

L'expertise des macrophytes permet de conclure à l'absence d'influence du fonctionnement de ce site nucléaire sur la flore aquatique.

► L'expertise des peuplements des **macro-invertébrés benthiques** met en oeuvre le protocole MGCE qui s'appuie sur les normes de prélèvements (XP T90-337) et d'analyses (NF T90-388). Les prélèvements ont été réalisés de part et d'autre du site nucléaire lors de quatre campagnes de juin à novembre, les épisodes de crue n'ayant pas permis d'intervenir en avril et en octobre.

Les résultats obtenus aux deux stations du suivi sont conformes aux attentes pour ce secteur de la Loire. Les peuplements de ces deux stations sont diversifiés, et dotés d'un niveau de polluosensibilité très élevé, repéré par les Chloroperlidae ou par les Brachycentridae.

Les caractéristiques des peuplements de ces deux stations sont très proches et traduisent une très bonne qualité biologique au cours de ce suivi annuel, en accord avec les suivis antérieurs. Par ailleurs, selon l'arrêté du 9 octobre 2023, l'état biologique établi à partir de l'élément de qualité biologique « invertébrés » est moyen à bon.

Le suivi 2024 ne révèle aucune influence du site nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux sur les communautés d'invertébrés benthiques de la Loire.

Sur la base de ces différentes expertises, et comme pour le suivi annuel précédent, ce suivi hydro-écologique 2024 n'indique pas d'évolution anormale de l'hydroécosystème ligérien qui résulterait du fonctionnement du site nucléaire Saint-Laurent-des-Eaux. »

Le rapport complet est disponible sur demande auprès du CNPE de Saint-Laurent.

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 Saint-Laurent réalise des informations en s'adressant aux mairies dans un rayon de 2 km, lors de la réalisation d'opérations pouvant générer du bruit, comme par exemple lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation

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 site de Saint-Laurent-des-Eaux dans le cadre du programme de surveillance réglementaire et du suivi radioécologique du site (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 site est principalement d'origine naturelle. Les niveaux de radioactivité artificielle mesurés dans l'environnement du site 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 réglementaire réalisé par SUBATECH, présenté en annexe 2.

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

https://www.irsn.fr/sites/default/files/2024-12/IRSN_Bilan-etat-radiologique-environnement-francais-2021-2023_BD.pdf

À partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace⁷ 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 site 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 site ;
- 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 qui revient à considérer que le milieu aquatique à l'aval du site 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 sites est supposée systématique, sans exclure les zones de pêche interdite.

⁷ 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 = Tissue 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** ».

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 :

ÉCHELLE DES EXPOSITIONS dus aux rayonnements ionisants

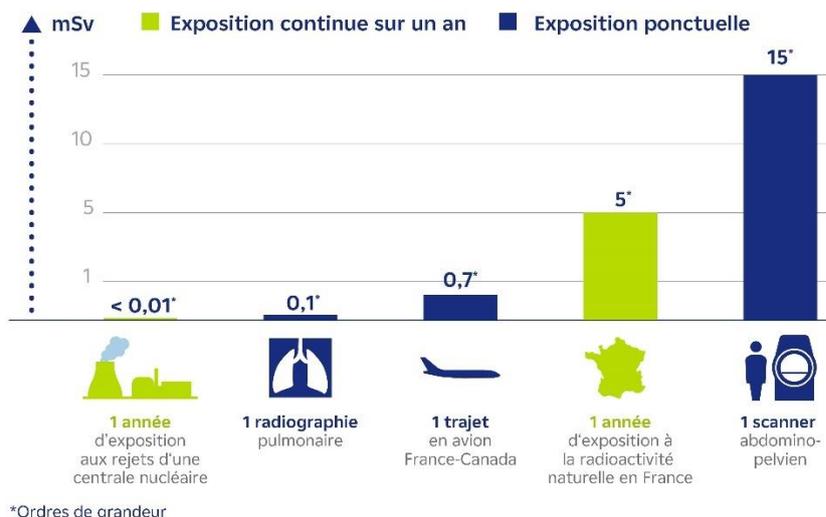


Figure 2 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires

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.

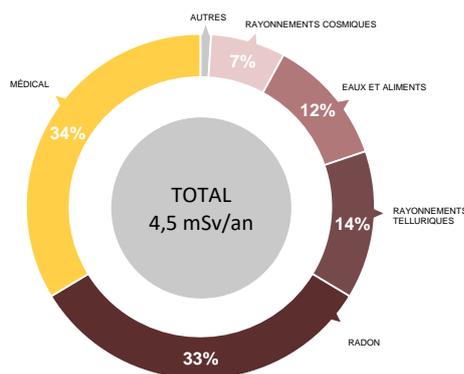


Figure 3 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2024 effectués par le site de Saint-Laurent-des-Eaux, 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 site.

ADULTE	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	4,2E-07	5,8E-06	6,2E-06
Rejets d'effluents liquides	4,7E-06	9,2E-05	9,6E-05
Total	5,2E-06	9,8E-05	1,0E-04

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	4,1E-07	5,6E-06	6,0E-06
Rejets d'effluents liquides	s.o.	8,7E-05	8,7E-05
Total	4,1E-07	9,3E-05	9,3E-05

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	4,0E-07	8,8E-06	9,2E-06
Rejets liquides	s.o.	1,2E-04	1,2E-04
Total	4,0E-07	1,3E-04	1,3E-04

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à 1.10^{-3} mSv/an pour l'adulte et l'enfant de 1 an, et à 1.10^{-4} mSv/an pour l'enfant de 10 ans.

Les valeurs de doses calculées pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, attribuables aux rejets d'effluents radioactifs de l'année 2024 sont plus de 1 000 fois inférieures à la limite d'exposition fixée à 1 mSv par an pour la population, par l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique. L'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du site 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.

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 Saint-Laurent, 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 leur envoi sur l'installation ICEDA (Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés).

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

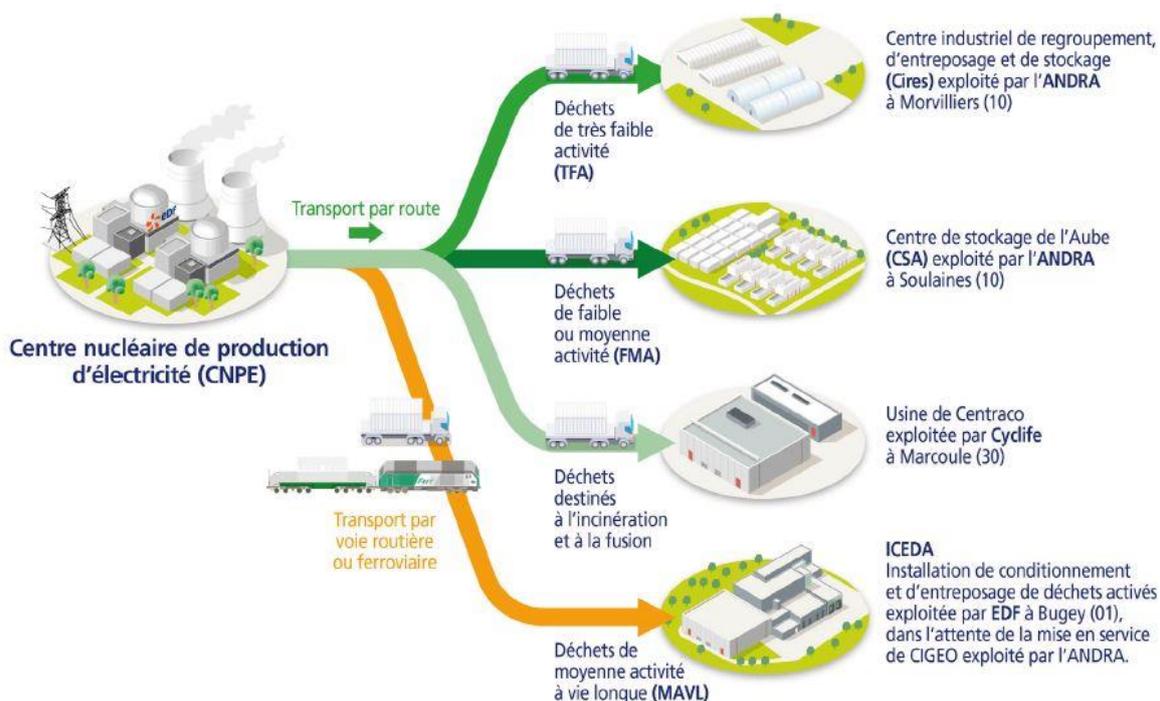
Types déchet	Niveau d'activité	Durée de vie	Classification	Conditionnement
Filtres d'eau et résines primaires	Faible et Moyenne	Courte	FMA-VC (faible et moyenne activité à vie courte)	Fûts, coques
Filtres d'air	Très faible, Faible et Moyenne		TFA (très faible activité), FMA-VC	Casiers, big-bags, futs,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



3. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2024

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2024 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Saint Laurent.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2024	Commentaires
TFA	4.57 Tonnes	RAS
FMAVC (Liquides)	0 Tonne	RAS
FMAVC (Solides)	71.3 Tonnes	RAS
FAVL	0 Tonne	RAS
MAVL	234 Objets	RAS

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2024 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Saint Laurent.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2024	Type d'emballage
TFA	114 Colis	Casiers, GRVS, Fûts
FMAVC (Liquides)	0	RAS
FMAVC (Solides)	319 colis	Coques, Fûts, cassiers, caissons
FAVL	0	RAS
MAVL	0	RAS

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2024 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Saint Laurent.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	40 colis
CSA à Soulaines	348 colis
Centraco à Marcoule	656 colis

En 2024, 1044 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra).

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2024 pour les 2 réacteurs en déconstruction du CNPE de Saint Laurent.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2024	Commentaires
TFA	83.411 tonnes	Déchets métalliques, plastiques, gravats
FMAVC (Liquides)	1.779 tonnes	/
FMAVC (Solides)	66.159 tonnes	Déchets métalliques, plastiques, etc.
FAVL	/	/
MAVL	3 objets	Château IU

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2024 pour les 2 réacteurs en déconstruction du CNPE de Saint Laurent.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2024	Type d'emballage
TFA	42 colis	Casiers, caissons injectables, monoblocs, fûts, big-bags
FMAVC (Liquides)	/	/
FMAVC (Solides)	168 colis	Caissons 5m ³ , fûts métalliques, fûts PEHD et caisses fusions
FAVL	/	/
MAVL	/	/

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2024 pour les 2 réacteurs en déconstruction du CNPE de Saint Laurent.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	96 Colis
CSA à Soulaines	75 Colis
Centraco à Marcoule	169 Colis

En 2024, 340 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra).

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 2024 par le CNPE.

Quantités 2024 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Exploitation	15540	12397	38571	35859	83063	83063	137174	131318
Déconstruction	4000	3845	4385	4333	2497	2497	10883	10667

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.

La production totale des déchets conventionnels en 2024 a diminué de 11% par rapport à 2023. La production de déchets inertes reste conséquente en 2024 du fait de la poursuite d'importants chantiers, liés notamment aux modifications post Fukushima, au projet Grand Carénage, ainsi qu'à des chantiers de voirie, d'aménagement de zones d'entreposage, de parking, de bâtiments tertiaires et des chantiers de rénovation des systèmes de traitement des eaux usées.

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 2024, les 2 unités de production du CNPE de Saint Laurent ont produit 3713 tonnes de déchets conventionnels : 90 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

Concernant les unités en déconstruction, 4176.19 tonnes de déchets conventionnels ont été produites en 2024. 99% de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

ASNR - 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

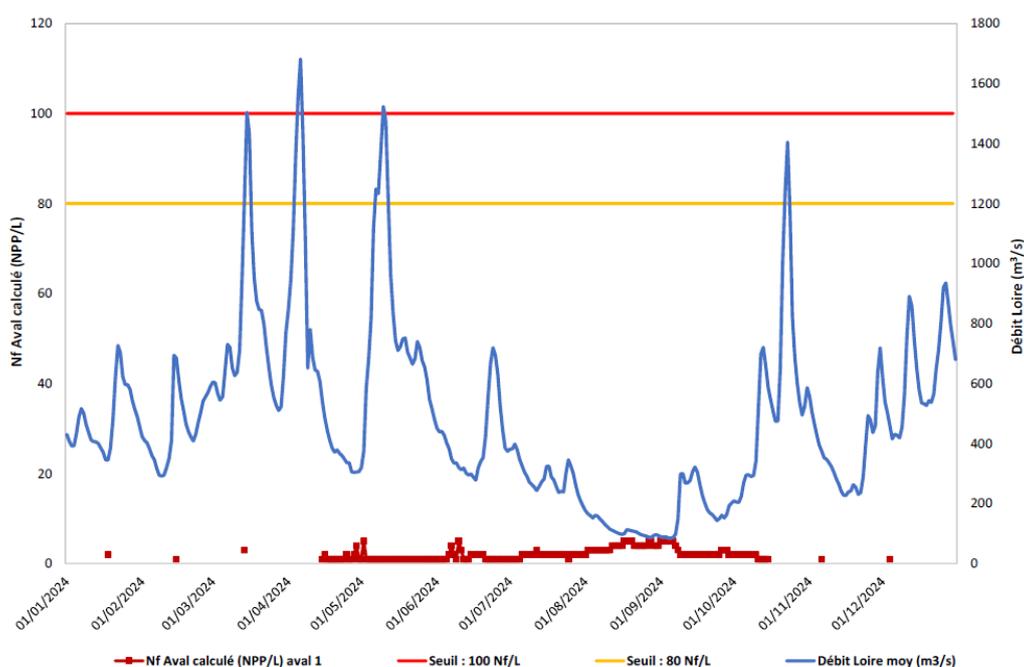
**ANNEXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de Saint Laurent
Année 2024**

Tableau 1: Résultats légionelles Lp

Mois	Tranche 1 (UFC/L)		Tranche 2 (UFC/L)	
	Résultats prélèvement 1 (UFC/L)	Résultats prélèvement 2 (UFC/L)	Résultats prélèvement 1 (UFC/L)	Résultats prélèvement 2 (UFC/L)
Janvier	*	*	<100	100
Février	<100	<100	<100	100
Mars	600	<100	<100	<100
Avril	<100	<100	500	<100
Mai	<100	<100	<100	<100
Juin	<100	<100	<100	1400
Juillet	<100	<100	<100	<100
Août	100	<100	100	*
Septembre	<100	<100	*	*
Octobre	100	<100	*	*
Novembre	1000	800	<100	<100
Décembre	800	700	<100	300

* Arrêt de tranche en cours : pas de prélèvement

Tableau 2: Résultats amibes (aval calculé)



Sommaire

1. PREAMBULE	4
2. STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE	5
3. COMPTE-RENDU D'ECHANTILLONNAGE	7
4. RESULTATS	11
4.1 MILIEU TERRESTRE	11
4.1.1. Radionucléides émetteurs gamma	11
4.1.2. Tritium libre	13
4.1.3. Tritium organiquement lié	14
4.1.4. Carbone 14 et Carbone total	15
4.1.5. Strontium 90 et calcium	16
4.1.6. Chlore 36	17
4.1.7. Radionucléides émetteurs alpha	18
4.1.8. Granulométrie et teneur en matières organiques	19
4.2 MILIEU AQUATIQUE	20
4.2.1. Radionucléides émetteurs gamma	20
4.2.2. Iode stable	22
4.2.3. Tritium libre	23
4.2.4. Tritium organiquement lié	24
4.2.5. Carbone 14 et Carbone total	25
4.2.6. Nickel 63	26
4.2.7. Radionucléides émetteurs alpha	27
4.2.1. Granulométrie et teneur en matières organiques	28
5. ANNEXE	29
5.1 TRAITEMENTS	29

1. Préambule

Dans le cadre du « suivi radioécologique de l'environnement proche des C.N.P.E. de la Loire et de la Vienne et du site en déconstruction de Brennilis pour 2023 », une partie des prélèvements et les analyses (référence à la note EDF D455623003526 indice A) sont réalisées pour respecter les prescriptions réglementaires relatives à la surveillance radiologique de l'environnement (marché n° C4C1075170). Les autres prélèvements et analyses sont effectuées à l'initiative de l'exploitant afin de caractériser, qualifier et expliquer dans le temps l'évolution des niveaux de radioactivité mesurés dans l'environnement proche des installations nucléaires.

Les prélèvements et traitements d'échantillons ainsi que les mesures ont été réalisées par Subatech. Les prélèvements trimestriels de lierre sont effectués par le site.

Les mesures de radioactivité de l'environnement réalisées à titre réglementaire sont effectuées par des laboratoires agréés par l'Autorité de Sûreté Nucléaire pour les mesures de radioactivité de l'environnement (portée détaillée de l'agrément disponible sur le site internet de l'Autorité de Sûreté Nucléaire).

Les résultats sont exprimés à la date de prélèvement conformément aux exigences du RNM (Réseau National de Mesure).

Les rapports de masse utilisés sont définis comme suit :

- Frais/Sec : rapport de masse entre l'échantillon frais et l'échantillon sec ;
- Frais/Lyophilisé : rapport de masse entre l'échantillon frais et l'échantillon lyophilisé ;
- Sec/Cendres : rapport de masse entre l'échantillon sec et l'échantillon en cendres ;

2. Stratégie d'échantillonnage

Tableau 1 : Prélèvements et analyses réglementaires et annuels prescrits dans le milieu terrestre du site de Saint-Laurent-des-Eaux extraits de la note d'étude EDF D455623003526 A – Année 2023.

SAINT LAURENT-TERRESTRE																					
Nature	Espèce	Situation	Nom station réglementaire	Nom station préconisée	Distance	Orientation	Remarques	HTO	TOL	14C	Ctot	d13C	spectro y	90Sr (+Ca)	36Cl	spectro α	MO	granulo	archivage		
feuilles d'arbre	lierre	ZI	sous les vents dominants	Station AS1	1,7	E	lierre	1	1	4 (trim)	4 (trim)	4 (trim)	1							1	
		ZNI					à prospecter, hors vents, distance > 10km														1
légumes-feuilles	salade (à défaut ; chou)	ZI	si possible sous les vents dominants	Mer	6,1	SO		1	1	1	1	1	1								1
		ZNI		la Ferté-Villeneuve																	
végétaux herbacés	herbe	ZI	sous les vents dominants	Station AS1	1,7	E									1						
		ZNI		Cheverny	27	SO									PREL						
lait	lait de vache	ZI	de préférence sous les vents dominants	Muldes sur Loire	7,6	SO		1	1	1	1	1	1	1							
couches superficielles des terres	sols non cultivés (prairie)	ZI	sous les vents dominants	Station AS1	1,7	E							1		1	1	1	1	1	1	1
		ZNI		Cheverny	27	SO							PREL		PREL	PREL	PREL	PREL	PREL	PREL	
TOTAL REGLO								3	2	6	6	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL SANNU								0	1	0	0	6	2	0	2	1	1	1	1	5	
TOTAL								3	3	6	6	6	4	1	2	1	1	1	1	5	
réglementaire			ZI: quart NE (0-100) et SO (200-250)				PREL annuel: prélèvement sans analyse														
annuel			ZNI: NO et SE																		

3. Compte-rendu d'échantillonnage

Tableau 3 : Identification des échantillons prélevés et analysés dans le milieu terrestre de l'environnement du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023
(Echantillons pour archivage ou PREL non renseignés).

Sous les vents											
Station	Situation par rapport à la centrale	Coordonnées WGS84		Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Rapport Frais/Sec	Rapport Frais / Lyophilisé	Rapport Sec/Cendres
		Latitude	Longitude								
Station AS1	1,7 km E	47,72667	1,60028	Feuilles d'arbre	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	20/06/23	γ , ^3H , TOL	3,10	2,98	11,71
Mer	6,1 km SO	47,69361	1,51056	Production agricole	Salade Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	20/06/23	γ , ^3H , TOL, ^{14}C , Ctot	29,81	20,18	3,67
Station AS1	1,7 km E	47,72667	1,60028	Végétaux herbacés	Herbe	Parties aériennes	20/06/23	^{36}Cl	-	2,50	-
Muides-sur-Loire (Ferme du Croc du Merle)	7,6 km SO	47,66111	1,52444	Lait	Lait de vache	Entier	21/06/23	γ , ^3H , TOL, ^{14}C , Ctot, ^{90}Sr , Ca	-	7,55	18,80
Station AS1	1,7 km E	47,72667	1,60028	Sol non cultivé	Sol de prairie <i>Horizon 0 - 5 cm</i>	Diamètre inférieur à 2 mm	20/06/23	γ , granulométrie, TMO, ^{36}Cl , α	1,13	-	1,07
Station AS1	1,7 km E	47,72667	1,60028	Feuilles d'arbre	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	12/04/23	^{14}C , Ctot	2,25	-	-
Station AS1	1,7 km E	47,72667	1,60028	Feuilles d'arbre	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	03/07/23	^{14}C , Ctot	3,61	-	-
Station AS1	1,7 km E	47,72667	1,60028	Feuilles d'arbre	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	04/10/23	^{14}C , Ctot	3,25	-	-
Station AS1	1,7 km E	47,72667	1,60028	Feuilles d'arbre	Lierre <i>Hedera helix</i>	Feuilles	03/01/24	^{14}C , Ctot	3,02	-	-

Tableau 4 : Identification des échantillons prélevés et analysés dans le milieu aquatique de l'environnement du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023

Station	Situation par rapport à la centrale	Coordonnées WGS84		Nature	Espèce	Fraction	Prélèvement	Type de mesure	Rapport frais/sec	Rapport Frais / Lyophilisé	Rapport sec/cendres
		Latitude	Longitude								
Beaugency Rive droite	6,7 km amont	47,76944	1,63111	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Parties aériennes	26/09/23	γ , ^{131}I , ^3H , TOL, ^{14}C , Ctot, ^{63}Ni	11,89	8,37	4,09
Pont de Muldes Rive gauche	6,5 km aval	47,67361	1,52667	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Parties aériennes	26/09/23	γ , ^{131}I , ^3H , TOL, ^{14}C , Ctot, ^{63}Ni	11,07	7,21	2,74
Ménars Rive gauche	17,3 km aval lointain	47,62333	1,39806	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Parties aériennes	26/09/23	γ	8,74	-	2,19
Tavers Rives gauche et droite	4,2 km amont	47,74333	1,61944	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	11/10/23	γ , ^3H , TOL, ^{14}C , Ctot	-	3,68	15,86
Pont de Muldes Rives gauche et droite	6,5 km aval	47,67361	1,52667	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	12/10/23	γ , ^3H , TOL, ^{14}C , Ctot	-	4,10	20,91
Tavers Rive droite	4,2 km amont	47,74333	1,61944	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	26/09/23	γ , α , granulométrie, TMO	-	3,95	1,27
Pont de Muldes Rive gauche	6,5 km aval	47,67361	1,52667	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	26/09/23	γ , α , granulométrie, TMO	-	3,51	1,32
Ménars Rive gauche	17,3 km aval lointain	47,62333	1,39806	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	26/09/23	γ , granulométrie, TMO	-	3,41	-
Blois	23,3 km aval	47,58861	1,33694	Eau	Eau de boisson	Entière	21/06/23	^3H	-	-	-
Courbouzon (Ferre de l'Isle)	2,0 km aval	47,70969	1,55814	Eau	Eau d'irrigation	Eau filtrée	26/09/23	^3H	-	-	-

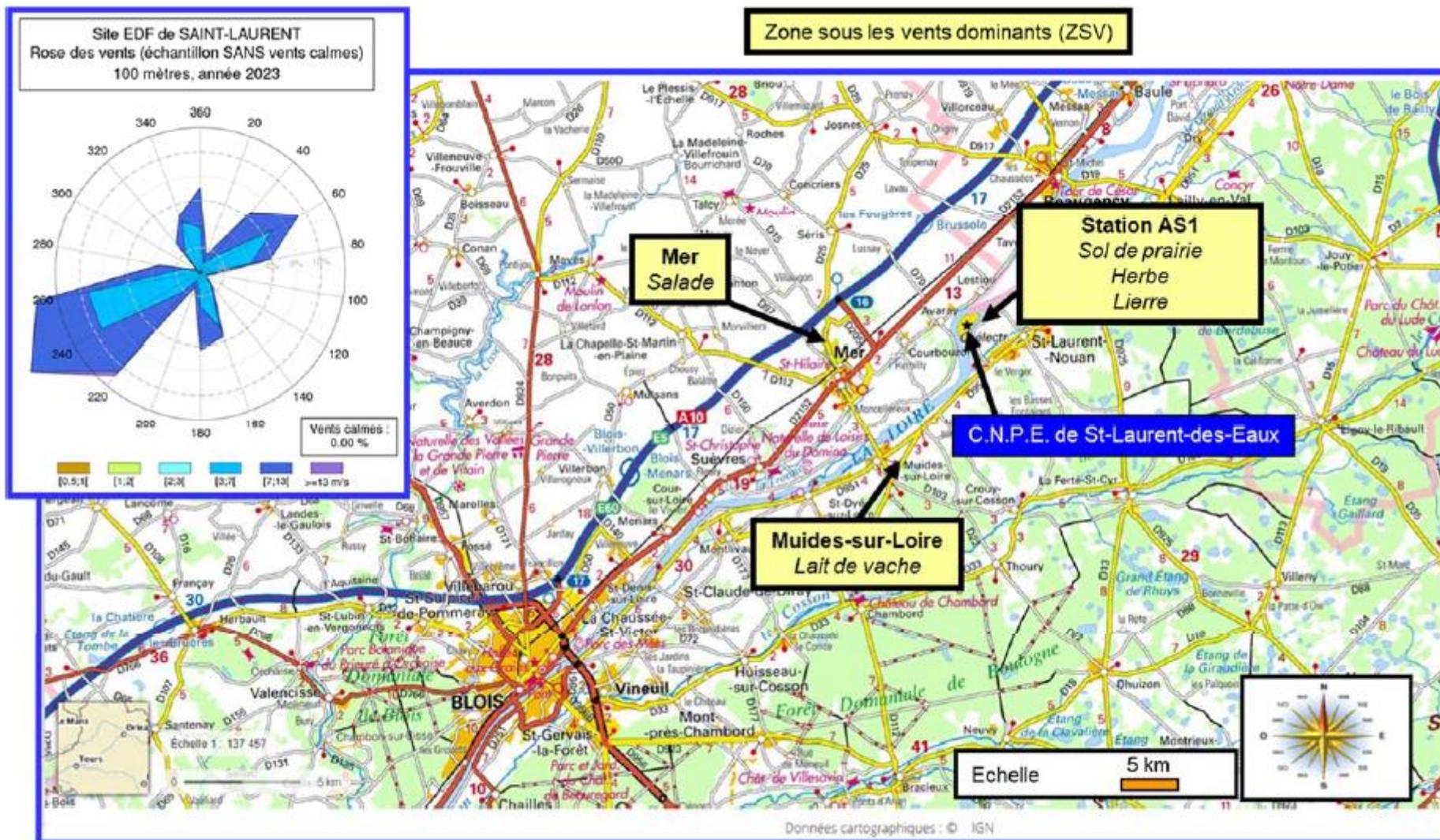


Figure 1 : Stations et natures des prélèvements réalisés en 2023 dans le milieu terrestre du site de Saint-Laurent-des-Eaux.

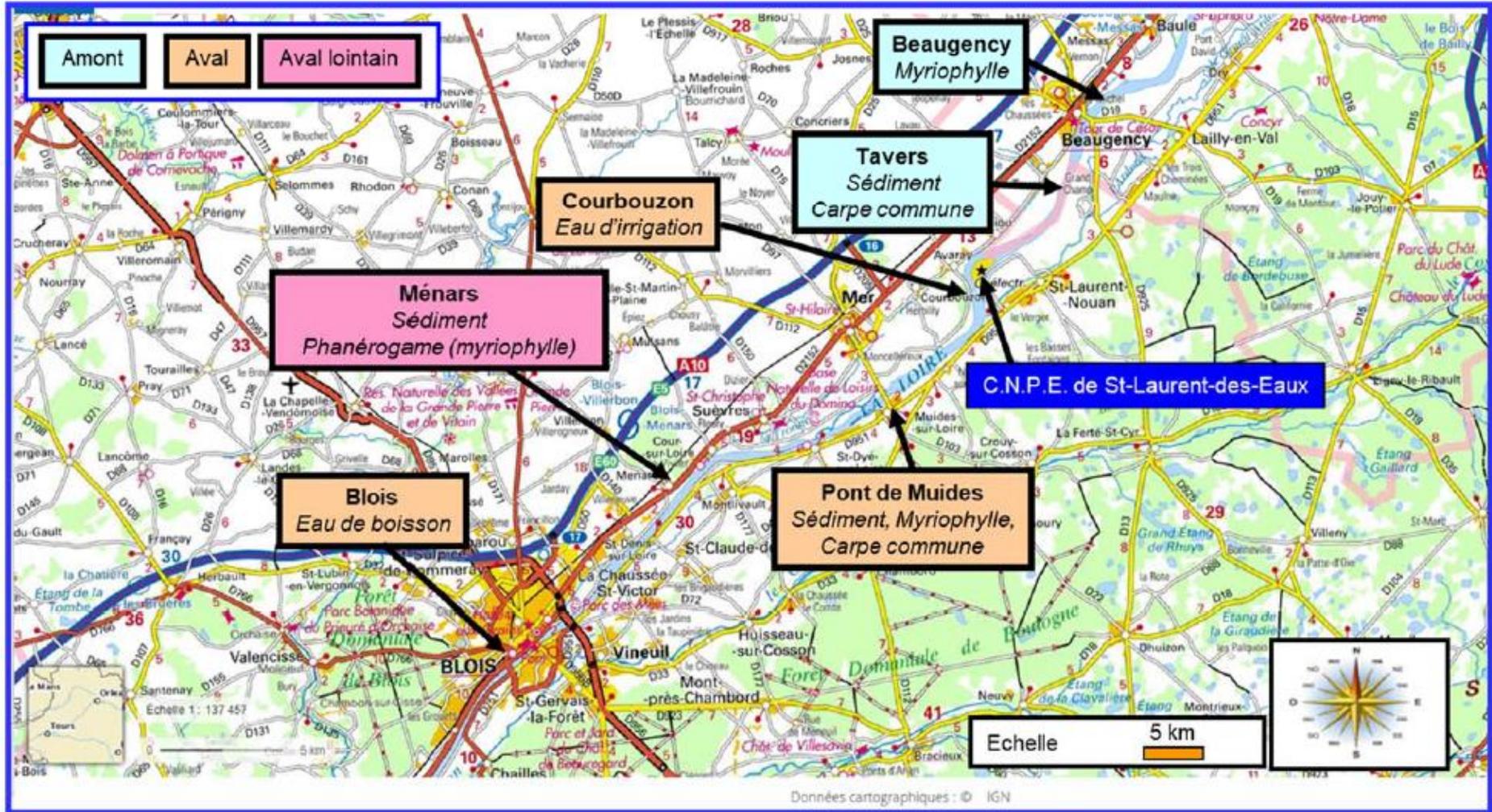


Figure 2 : Stations et natures des prélèvements réalisés en 2023 dans le milieu aquatique du site de Saint-Laurent-des-Eaux.

4. Résultats

4.1 Milieu terrestre

4.1.1. Radionucléides émetteurs gamma

Tableau 5 : Activités des radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Sous les vents							Emetteurs γ d'origine naturelle					
							Activité Bq.kg ⁻¹ sec (sols, végétaux), Bq.L ⁻¹ (lait)					
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	⁴⁰ K	Famille de ²³² Th	Famille de ²³⁸ U			⁷ Be
								²²⁸ Ac	²³⁴ Th	^{234m} Pa	²¹⁰ Pb	
Station AS1	Végétaux herbacés	Feuilles de lierre <i>Hedera Helix</i>	Feuilles	20/06/23	07/07/23	Cendres	540 ± 170	2,63 ± 0,83	< 0,50	n.a.	10,8 ± 3,5	30,5 ± 9,3
Mer	Production agricole	Salade Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	20/06/23	13/07/23	Cendres	3010 ± 430	< 0,70	< 1,8	n.a.	7,5 ± 3,5	47,0 ± 5,6
Muides-sur-Loire	Lait	Lait de vache	Entier	21/06/23	04/09/23	Cendres	44,4 ± 6,4	< 0,027	< 0,065	n.a.	< 0,11	< 0,11
Station AS1	Sol non cultivé	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	20/06/23	03/07/23	Sec	920 ± 130	79 ± 10	n.a.	64 ± 25	n.a.	3,0 ± 2,0

Tableau 6 : Activités des radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Sous les vents

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Emetteurs γ d'origine artificielle								
							Activité Bq.kg ⁻¹ sec (sols, végétaux), Bq.L ⁻¹ (lait)								
							¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	^{123m} Te	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb
Station AS1	Végétaux herbacés	Feuilles de lierre <i>Hedera Helix</i>	Feuilles	20/06/23	07/07/23	Cendres	< 0,031	0,037 ± 0,017	< 0,033	< 0,037	< 0,036	< 0,030	< 0,021	< 0,033	< 0,073
Mer	Production agricole	Salade Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	20/06/23	13/07/23	Cendres	< 0,16	< 0,14	< 0,20	< 0,22	< 0,19	< 0,17	< 0,10	< 0,19	< 0,36
Muides-sur-Loire	Lait	Lait de vache	Entier	21/06/23	04/09/23	Cendres	< 0,0066	< 0,0054	< 0,013	< 0,0081	< 0,0088	< 0,0071	< 0,0053	< 0,014	< 0,015
Station AS1	Sol non cultivé	Sol de prairie <i>Horizon 0 - 5 cm</i>	Diamètre inférieur à 2 mm	20/06/23	03/07/23	Sec	< 0,22	1,91 ± 0,25	< 0,19	< 0,20	< 0,25	< 0,23	< 0,21	< 0,22	< 0,57

4.1.2. Tritium libre

Tableau 7 : Activités en ³H libre des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Sous les vents

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	³ H libre	
							Bq.L ⁻¹	Bq.kg ⁻¹ frais (végétaux) Bq.L ⁻¹ de lait
Station AS1	Végétaux herbacés	Feuilles de lierre <i>Hedera Helix</i>	Feuilles	20/06/23	02/03/24	Eau de lyophilisation	1,72 ± 0,75	1,14 ± 0,49
Mer	Production agricole	Salade Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	20/06/23	30/12/23	Eau de lyophilisation	2,85 ± 0,88	2,71 ± 0,84
Muides-sur-Loire	Lait	Lait de vache	Entier	21/06/23	31/08/23	Eau de lyophilisation	< 0,65	< 0,57

4.1.3. Tritium organiquement lié

Tableau 8 : Activités en TOL des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Sous les vents							³ H organiquement lié		
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion	Bq.kg ⁻¹ frais (végétaux) Bq.L ⁻¹ de lait	Bq.kg ⁻¹ MO
Station AS1	Végétaux herbacés	Feuilles de lierre <i>Hedera Helix</i>	Feuilles	20/06/23	28/02/24	Lyophilisée	< 0,83	< 0,18	< 0,56
Mer	Production agricole	Salade Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	20/06/23	06/01/24	Lyophilisée	< 0,82	< 0,022	< 0,53
Muides-sur-Loire	Lait	Lait de vache	Entier	21/06/23	28/11/23	Lyophilisée	< 0,77	< 0,074	< 0,59

4.1.4. Carbone 14 et Carbone total

Tableau 9 : Activités en ¹⁴C et Ctot des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Sous les vents

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	¹⁴ C			C tot	¹³ C/ ¹² C	PMC
							Laboratoire	Bq.kg ⁻¹ de C	Bq.kg ⁻¹ frais (végétaux) Bq.L ⁻¹ de lait	g.kg ⁻¹ frais (végétaux) g.L ⁻¹ de lait	‰	%
Mer	Production agricole	Salade Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	20/06/23	03/04/24	Lyophilisé	CDRC	222,7 ± 1,0	4,38 ± 0,02	20	-28,70	101
Muides-sur-Loire	Lait	Lait de vache	Entier	21/06/23	11/01/24	Lyophilisé	Labrador	229 ± 8	14,18 ± 0,50	62	-20,88	102
Station AS1	Végétaux herbacés	Feuilles de lierre <i>Hedera Helix</i>	Feuilles	12/04/23	27/09/23	Lyophilisé	Labrador	230 ± 9	46,52 ± 1,82	202	-29,41	105
Station AS1	Végétaux herbacés	Feuilles de lierre <i>Hedera Helix</i>	Feuilles	03/07/23	18/12/23	Lyophilisé	Labrador	231 ± 9	29,72 ± 1,16	129	-28,94	105
Station AS1	Végétaux herbacés	Feuilles de lierre <i>Hedera Helix</i>	Feuilles	04/10/23	11/01/24	Lyophilisé	CDRC	226,7 ± 1,0	32,53 ± 0,14	144	-29,92	103
Station AS1	Végétaux herbacés	Feuilles de lierre <i>Hedera Helix</i>	Feuilles	03/01/24	26/03/24	Lyophilisé	CDRC	224,5 ± 1,0	35,59 ± 0,16	159	-29,11	102

Les mesures de carbone total ont été mesurées par le laboratoire Platin.

4.1.5. Strontium 90 et calcium

Tableau 10 : Activités en ⁹⁰Sr et calcium des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Sous les vents

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	⁹⁰ Sr	⁹⁰ Sr/Ca	Ca
							Bq.L ⁻¹	Bq.g ⁻¹ Ca	g.kg ⁻¹ sec
Muides-sur-Loire	Lait	Lait de vache	Entier	21/06/23	19/12/23	Cendres	0,0049 ± 0,0018	0,00048 ± 0,00018	10,100

4.1.6. Chlore 36

Tableau 11 : Activités en ^{36}Cl des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Sous les vents							
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	^{36}Cl
							Bq.kg ⁻¹ sec
Station AS1	Pâturage, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	20/06/23	25/12/23	Cendres	< 1,5
Station AS1	Sol non cultivé	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	20/06/23	26/12/23	Cendres	< 1,6

4.1.7. Radionucléides émetteurs alpha

Tableau 12 : Activités des émetteurs alpha des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Sous les vents												
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure		Qualité	Emetteurs α			Rapports	
					mBq.kg ⁻¹ sec							
					²³⁸ Pu ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am		²³⁸ Pu	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am	²³⁸ Pu/ ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am/ ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
Station AS1	Sol non cultivé	Sol de prairie <i>Horizon 0 - 5 cm</i>	Diamètre inférieur à 2 mm	20/06/23	30/11/23	08/12/23	Cendres	< 0,99	97 ± 19	40 ± 23	-	0,41 ± 0,32

4.1.8. Granulométrie et teneur en matières organiques

Tableau 13 : Granulométrie et teneur en matières organiques des échantillons prélevés dans l’environnement terrestre du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Sous les vents					
Station	Nature	Date de prélèvement	Date de mesure	Analyses	%
Station AS1	Sol de prairie <i>Horizon 0 - 5 cm</i>	20/06/23	02/10/23	Granulométrie 5 fractions	
				Argile	1,59
				Limons fins	26,73
				Limons grossiers	21,29
				Sables fins	31,13
				Sables grossiers	19,26
	Teneur en matières organiques	5,2			

La distribution granulométrique dans les sols a été déterminée par le laboratoire Inovalys selon la norme ISO 13320 (granulométrie laser).

4.2 Milieu aquatique

4.2.1. Radionucléides émetteurs gamma

Tableau 14 : Activités des radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Amont			Aval			Aval lointain			Emetteurs γ d'origine naturelle				
Activité Bq.kg ⁻¹ sec (sédiments, végétaux), Bq.kg ⁻¹ frais (poissons)													
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	⁴⁰ K	Famille de ²³² Th		Famille de ²³⁸ U		⁷ Be	
								²²⁸ Ac	²³⁴ Th	^{234m} Pa	²¹⁰ Pb		
Beaugency Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	06/11/23	Cendres	558 ± 80	21,7 ± 2,8	11,1 ± 1,8	n.a.	35,2 ± 5,5	118 ± 13	
Pont de Muides Rive gauche	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	27/10/23	Cendres	525 ± 75	23,9 ± 3,1	11,6 ± 2,8	n.a.	43,9 ± 6,9	155 ± 18	
Ménars Rive gauche	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	31/10/23	Cendres	369 ± 53	15,7 ± 2,1	10,2 ± 3,4	n.a.	17,9 ± 3,5	97 ± 11	
Tavers Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	11/10/23	13/12/23	Cendres	88 ± 13	< 0,095	< 0,21	n.a.	< 0,28	< 0,39	
Pont de Muides Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	12/10/23	04/12/23	Cendres	90 ± 13	< 0,074	< 0,16	n.a.	< 0,23	< 0,25	
Tavers Rive droite	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	26/09/23	11/10/23	Sec	517 ± 74	69,3 ± 9,0	n.a.	62 ± 25	n.a.	24,8 ± 3,6	
Pont de Muides Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	26/09/23	20/10/23	Sec	498 ± 71	65,3 ± 8,5	n.a.	72 ± 24	n.a.	15,9 ± 3,0	
Ménars Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	26/09/23	11/10/23	Sec	619 ± 89	67,5 ± 8,8	n.a.	68 ± 24	n.a.	26,7 ± 3,2	

Tableau 15 : Activités des radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023 .

			Emetteurs γ d'origine artificielle													
			Activité Bq.kg ⁻¹ sec (sédiments, végétaux), Bq.kg ⁻¹ frais (poissons)													
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	¹³¹ I	^{129m} Te	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb
Beaugency Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	06/11/23	Cendres	< 0,092	0,274 ± 0,044	< 0,11	0,36 ± 0,11	0,227 ± 0,047	0,112 ± 0,056	n.a.	< 0,076	< 0,13	< 0,22
Beaugency Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	28/09/23	Frais	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	8,3 ± 1,9	n.a.	n.a.	n.a.
Pont de Muides Rive gauche	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	27/10/23	Cendres	< 0,11	0,580 ± 0,076	0,183 ± 0,048	1,89 ± 0,30	4,79 ± 0,55	0,618 ± 0,087	n.a.	< 0,086	< 0,14	< 0,27
Pont de Muides Rive gauche	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	28/09/23	Frais	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	7,0 ± 1,3	n.a.	n.a.	n.a.
Ménars Rive gauche	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	31/10/23	Cendres	< 0,093	0,227 ± 0,039	< 0,11	0,33 ± 0,11	0,84 ± 0,11	< 0,090	n.a.	< 0,074	< 0,12	< 0,22
Tavers Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	11/10/23	13/12/23	Cendres	< 0,029	0,042 ± 0,013	< 0,042	< 0,031	< 0,036	< 0,027	n.a.	< 0,020	< 0,054	< 0,067
Pont de Muides Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	12/10/23	04/12/23	Cendres	< 0,020	0,0295 ± 0,0098	< 0,028	< 0,023	< 0,026	< 0,019	n.a.	< 0,013	< 0,033	< 0,045
Tavers Rive droite	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	26/09/23	11/10/23	Sec	< 0,24	4,02 ± 0,48	< 0,21	2,21 ± 0,40	0,67 ± 0,15	< 0,25	n.a.	< 0,19	< 0,25	< 0,60
Pont de Muides Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	26/09/23	20/10/23	Sec	< 0,24	4,39 ± 0,52	< 0,22	0,95 ± 0,26	< 0,27	< 0,25	n.a.	< 0,19	< 0,27	< 0,58
Ménars Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	26/09/23	11/10/23	Sec	< 0,21	4,11 ± 0,48	< 0,20	1,43 ± 0,30	0,76 ± 0,12	< 0,25	n.a.	< 0,18	< 0,23	< 0,55

4.2.2. Iode stable

Tableau 16 : Concentration en iode stable (^{127}I) des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Amont		Aval						^{127}I
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	mg.kg ⁻¹ frais	
Beaugency Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	07/02/24	Lyophilisée	< 4,2	
Pont de Muides Rive gauche	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	07/02/24	Lyophilisée	< 4,5	

4.2.3. Tritium libre

Tableau 17 : Activités en ³H libre des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Amont		Aval							³ H libre	
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.L ⁻¹	Bq.kg ⁻¹ frais		
Beaugency Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	04/03/24	Eau de lyophilisation	34,6 ± 6,9	30,5 ± 6,1		
Pont de Muides Rive gauche	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	14/11/23	Eau de lyophilisation	38,2 ± 6,1	32,9 ± 5,2		
Tavers Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	11/10/23	03/12/23	Eau de lyophilisation	36,2 ± 7,2	26,4 ± 5,2		
Pont de Muides Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	12/10/23	02/12/23	Eau de lyophilisation	25,9 ± 5,2	19,6 ± 3,9		
Blois	Eau	Eau de boisson	Entier	21/06/23	06/08/23	Entière	0,74 ± 0,71	-		
Courbouzon	Eau	Eau d'irrigation	Entier	26/09/23	21/10/23	Filtrée 0,45µm	< 0,78	-		

4.2.4. Tritium organiquement lié

Tableau 18 : Activités en TOL des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Amont		Aval								³ H organiquement lié		
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion	Bq.kg ⁻¹ frais	Bq.kg ⁻¹ MO			
Beaugency Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	05/03/24	Eau de combustion	10,7 ± 2,3	0,50 ± 0,13	4,4 ± 1,2			
Pont de Muides Rive gauche	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	03/12/23	Eau de combustion	24,5 ± 3,8	1,33 ± 0,30	13,2 ± 2,9			
Tavers Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	11/10/23	14/02/24	Eau de combustion	14,2 ± 2,7	2,65 ± 0,58	10,3 ± 2,3			
Pont de Muides Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	12/10/23	24/02/24	Eau de combustion	11,4 ± 2,3	1,91 ± 0,44	8,3 ± 1,9			

4.2.5. Carbone 14 et Carbone total

Tableau 19 : Activités en ¹⁴C et Ctot des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Amont		Aval											
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	¹⁴ C			C tot	¹³ C/ ¹² C	PMC	
							Labrador	Bq.kg ⁻¹ de C	Bq.kg ⁻¹ frais	g.kg ⁻¹ frais	‰	%	
Beaugency Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	04/04/24	Lyophilisé	Labrador	623 ± 18	27,50 ± 0,79	44	-25,21	263	
Pont de Muides Rive gauche	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	21/02/24	Lyophilisé	Labrador	735 ± 22	34,7 ± 1,0	47	-23,22	310	
Tavers Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	11/10/23	16/03/24	Lyophilisé	Labrador	599 ± 16	86,3 ± 2,3	144	-26,36	253	
Pont de Muides Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	12/10/23	20/03/24	Lyophilisé	Labrador	840 ± 22	103,7 ± 2,7	123	-25,25	355	

Les mesures de carbone total ont été mesurées par le laboratoire Platin.

4.2.6. Nickel 63

Tableau 20 : Activités en ⁶³Ni des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Amont		Aval						⁶³ Ni
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.kg ⁻¹ sec	
Beaugency Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	27/12/23	Cendres	< 0,25	
Pont de Muides Rive gauche	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Partie aérienne	26/09/23	10/01/24	Cendres	0,34 ± 0,31	

4.2.7. Radionucléides émetteurs alpha

Tableau 21 : Activités des émetteurs alpha des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Amont		Aval		Emetteurs α									
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure		Qualité	Activité $\text{mBq.kg}^{-1} \text{sec}$			Rapports		
					^{238}Pu $^{239-240}\text{Pu}$	^{241}Am		^{238}Pu	$^{239-240}\text{Pu}$	^{241}Am	$^{238}\text{Pu}/^{239-240}\text{Pu}$	$^{241}\text{Am}/^{239-240}\text{Pu}$	
Tavers Rive droite	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	26/09/23	06/12/23	22/12/23	Cendres	$4,5 \pm 2,0$	139 ± 16	54 ± 21	$0,032 \pm 0,018$	$0,39 \pm 0,20$	
Pont de Muides Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	26/09/23	20/12/23	14/12/23	Cendres	$4,6 \pm 1,9$	145 ± 15	57 ± 25	$0,032 \pm 0,016$	$0,39 \pm 0,22$	

4.2.1. Granulométrie et teneur en matières organiques

Tableau 22 : Granulométrie et teneur en matières organiques des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Saint-Laurent-des-Eaux – Année 2023.

Amont	Aval	Aval lointain			
Station	Nature	Date de prélèvement	Date de mesure	Analyses	%
Tavers Rive droite	Sédiment	26/09/23	27/11/23	Granulométrie 5 fractions Argile Limon fins Limon grossiers Sables fins Sables grossiers Teneur en matières organiques	0,97 38,45 28,97 20,21 11,38 17,3
Pont de Muides Rive gauche	Sédiment	26/09/23	27/11/23	Granulométrie 5 fractions Argile Limon fins Limon grossiers Sables fins Sables grossiers Teneur en matières organiques	1,37 37,60 25,66 19,04 16,29 21,6
Ménars Rive gauche	Sédiment	26/09/23	27/11/23	Granulométrie 5 fractions Argile Limon fins Limon grossiers Sables fins Sables grossiers Teneur en matières organiques	0,70 35,06 27,19 21,72 15,33 15,4

La distribution granulométrique dans les sédiments a été déterminée par le laboratoire Inovalys selon la norme ISO 13320 (granulométrie laser).

5. Annexe

5.1 Traitements

Tableau 23 : Tableau récapitulatif des traitements par matrice et analyse.

Traitement	Analyses réglementaires et annuelles								
	Matrice	Spectrométrie γ	Spectrométrie α	^{14}C et Ctot	^3H libre	TOL	^{90}Sr (+Ca)	^{36}Cl	^{63}Ni
Couches superficielles des terres	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Tamisage à 2 mm	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Calcination	-	-	-	-	-	Prétraitement Séchage par étuvage à Tmax = 40°C ou lyophilisation Broyage Tamisage à 2 mm Distillation	-
Herbe	-	-	-	-	-	-	-	Prétraitement Séchage par étuvage à Tmax = 40°C ou lyophilisation Broyage Distillation	-
Principales productions agricoles	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Calcination	-	Prétraitement Séchage par étuvage à Tmax = 40°C ou lyophilisation Broyage	Prétraitement Séchage par lyophilisation	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage Combustion	-	-	-	-
Lierre	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Calcination	-	Prétraitement Séchage par étuvage à Tmax = 40°C ou lyophilisation Broyage	Prétraitement Séchage par lyophilisation	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage Combustion	-	-	-	-
Lait	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage Calcination	-	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage	Prétraitement Séchage par lyophilisation	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage Combustion	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage Calcination	-	-	-
Eau de boisson	-	-	-	Filtration	-	-	-	-	-
Eau d'irrigation	-	-	-	Filtration	-	-	-	-	-
Sédiment	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Tamisage à 2 mm	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Calcination	-	-	-	-	-	-	-
Végétaux aquatiques	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Tamisage Calcination	-	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage	Prétraitement Séchage par lyophilisation	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage Combustion	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Calcination	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Calcination	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Calcination	
Poissons	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Tamisage Calcination	-	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage	Prétraitement Séchage par lyophilisation	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage Combustion	-	-	-	



N'imprimez ce document que si vous en avez l'utilité.

EDF SA
22-30, avenue de Wagram
75382 Paris cedex 08
Capital de 1 525 484 813 euros
552 081 317 R.C.S. Paris
www.edf.fr

CNPE de Saint Laurent
Route de la centrale
41220 Saint Laurent Nouan
Numéro de téléphone 02 45 38 80 00