

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

CIVAUX

2024

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

SOMMAIRE

<i>Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de CIVAUX en 2024</i>	<u>3</u>
<i>Partie II - Prélèvements d'eau</i>	<u>8</u>
<i>Partie III – Restitution et consommation d'eau</i>	<u>14</u>
<i>Partie IV - Rejets d'effluents</i>	<u>16</u>
<i>Partie V - Prévention du risque microbiologique</i>	<u>44</u>
<i>Partie VI - Surveillance de l'environnement</i>	<u>54</u>
<i>Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation</i>	<u>81</u>
<i>Partie VIII - Gestion des déchets</i>	<u>85</u>
<i>ABREVIATIONS</i>	<u>92</u>
<i>ANNEXE : Suivi radioécologique réglementaire du CNPE de CIVAUX Année 2023</i>	<u>93</u>

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de CIVAUX en 2024

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 CIVAUX en matière d'environnement.

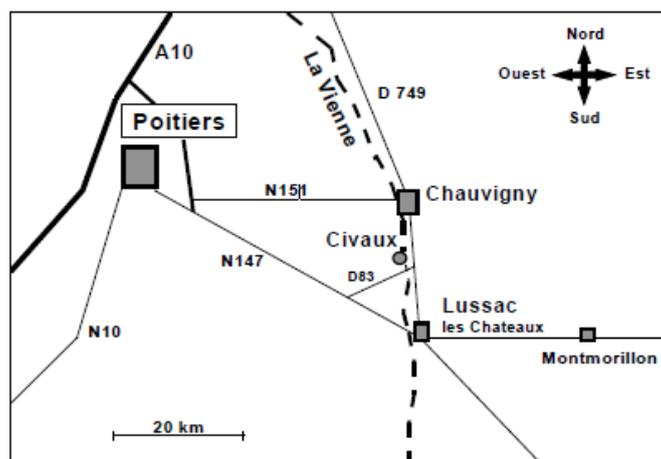
II. Le CNPE de CIVAUX

La centrale de Civaux comprend deux tranches nucléaires de conception identique, du type eau sous pression, d'une puissance unitaire thermique de 4270 MW et d'une puissance unitaire électrique de 1495 MW, refroidies en circuits fermés par des aéroréfrigérants. Ces tranches correspondent aux « Installations Nucléaires de Base » autorisées suivantes : INB n° 158 et 159.

Le centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Civaux emploie près de 1000 salariés d'EDF et 300 salariés d'entreprises prestataires. Lors des arrêts des unités pour maintenance, le site fait appel à des intervenants supplémentaires (entre 500 et 2 000) pour réaliser des travaux de maintenance.

1. Localisation

La centrale de CIVAUX est située sur la rive gauche de la Vienne, immédiatement en l'aval du bourg de CIVAUX, 6,5 km à l'aval de Lussac-les-châteaux et 16 km en amont de CHAUVIGNY. Le terrain d'implantation de la centrale occupe une emprise de 226 hectares sur la commune de CIVAUX.



Les environs du site : Le terrain d'implantation de la centrale fait partie de la plaine alluviale de la Vienne et est situé au centre de la région agricole des Brandes. Cette région est constituée de sols variés, couverts de prairies limitées par des haies ou dédiés à des cultures céréalières de plus en plus irriguées.

2. Historique

Tranche 1

Cycle de production	Type d'arrêt
Du 29/11/1997 au 12/05/1998, première divergence du réacteur et début du cycle 1	Du 12/05/1998 au 09/09/1999, arrêt pour intervention sur circuit RRA voie A
Le 24/12/1997, première connexion au réseau électrique	
Du 09/09/1999 au 29/03/2001, poursuite cycle 1	Du 29/03/2001 au 05/01/2002, arrêt pour Visite Complète Initiale
Du 05/01/2002 au 14/09/2002, cycle 2	Du 14/09/2002 au 25/10/2002, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 25/10/2002 au 05/07/2003, cycle 3	Du 05/07/2003 au 25/08/2003, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 25/08/2003 au 18/06/2004, cycle 4	Du 18/06/2004 au 25/07/2004, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 25/07/2004 au 14/05/2005, cycle 5	Du 14/05/2005 au 20/07/2005, arrêt pour Visite Partielle
Du 20/07/2005 au 06/05/2006, cycle 6	Du 06/05/2006 au 13/06/2006, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 13/06/2006 au 10/03/2007, cycle 7	Du 10/03/2007 au 10/05/2007, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 10/05/2007 au 01/03/2008, cycle 8	Du 01/03/2008 au 08/04/2008, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 08/04/2008 au 11/04/2009, cycle 9	Du 11/04/2009 au 12/06/2009, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 12/06/2009 au 16/04/2010, cycle 10	Du 16/04/2010 au 31/05/2010, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 31/05/2010 au 13/08/2011, cycle 11	Du 13/08/2011 au 01/12/2011, arrêt pour Visite Décennale
Du 01/12/2011 au 25/06/2012, début du cycle 12	Du 25/06/2012 au 02/07/2012, arrêt pour Intervention
Du 02/07/2012 au 30/04/2013, fin du cycle 12	Du 30/04/2013 au 12/08/2013, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 12/08/2013 au 13/07/2014, cycle 13	Du 13/07/2014 au 31/10/2014, arrêt pour Simple Rechargement.

Cycle de production	Type d'arrêt
Du 31/10/2014 au 12/03/2016, cycle 14	Du 12/03/2016 au 12/05/2016, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 12/05/2016 au 20/05/2017, cycle 15	Du 20/05/2017 au 08/09/2017, arrêt pour Visite Partielle
Du 03/09/2017 au 22/09/2018, cycle 16	Du 22/09/2018 au 02/11/2018, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 02/11/2018 au 14/03/2020, cycle 17	Du 14/03/2020 au 10/09/2020, arrêt pour Visite Partielle.
Du 10/09/2020 au 21/08/2021, cycle 18	Du 21/08/2021 au 25/01/2023, arrêt pour Visite Décennale prolongé par aléa corrosion sous contrainte coudes RIS
Du 25/01/2023 au 27/04/2024, cycle 19	Du 27/04/2024 au 25/07/2024, arrêt pour Visite Partielle.
Depuis le 25/07/2024, cycle 20	

Tranche 2

Cycle de production	Type d'arrêt
Le 27/11/1999, divergence de la tranche	
Le 24/12/1999, couplage au réseau et début cycle 1	Du 22/11/2001 au 16/03/2002, arrêt pour Visite Complète Initiale
Du 16/03/2002 au 21/12/2002, cycle 2	Du 21/12/2002 au 30/01/2003, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 30/01/2003 au 13/09/2003, cycle 3	Du 13/09/2003 au 20/10/2003, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 20/10/2003 au 14/08/2004, cycle 4	Du 14/08/2004 au 11/09/2004, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 11/09/2004 au 06/08/2005, cycle 5	Du 06/08/2005 au 22/10/2005, arrêt pour Visite Partielle
Du 22/10/2005 au 15/07/2006, cycle 6	Du 15/07/2006 au 08/08/2006, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 08/08/2006 au 09/06/2007, cycle 7	Du 09/06/2007 au 05/08/2007, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 05/08/2007 au 31/05/2008, cycle 8	Du 31/05/2008 au 29/06/2008, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 29/06/2008 au 11/07/2009, cycle 9	Du 11/07/2009 au 13/09/2009, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 13/09/2009 au 15/10/2010, cycle 10	Du 15/10/2010 au 24/11/2010, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 24/11/2010 au 30/10/2011, début du cycle 11	Du 30/10/2011 au 24/11/2011, arrêt pour intervention 2GEV001TP phase 4
Du 24/11/2011 au 18/02/2012, fin du cycle 11	Du 18/02/2012 au 30/09/2012, arrêt pour Visite Décennale et contrôle GMPP
Du 30/09/2012 au 12/11/2013, cycle 12	Du 12/11/2013 au 01/03/2014, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 01/03/2014 au 25/04/2015, cycle 13	Du 25/04/2015 au 22/07/2015, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 22/07/2015 au 10/09/2016, cycle 14	Du 10/09/2016 au 26/01/2017, arrêt pour Simple Rechargement
Du 27/01/2017 au 17/03/2018, cycle 15	Du 17/03/2018 au 30/06/2018, arrêt pour Visite Partielle
Du 30/06/2018 au 19/07/2019, cycle 16	Du 19/07/2019 au 05/09/2019, arrêt pour simple rechargement
Du 05/09/2019 au 30/01/2021, cycle 17	Du 30/01/2021 au 13/08/2021, arrêt pour Visite Partielle

Cycle de production	Type d'arrêt
Du 13/08/2021 au 19/11/2021, cycle 18	Du 19/11/2021 au 03/04/2023, arrêt pour aléa corrosion sous contrainte coudes RIS, suivi de Visite Décennale
Du 03/04/2023 au 10/02/2024, poursuite cycle 18	Du 10/02/2024 au 17/03/2024, arrêt pour simple rechargement
Du 17/03/2024 au 04/04/2025, cycle 19	Depuis le 04/04/2025, arrêt pour Visite Partielle

III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de CIVAUX

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 CIVAUX n'a été identifiée.

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

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

- les Valeurs Toxicologiques de Référence pour l'impact sanitaire sur l'Homme, valeurs sélectionnées selon les critères définis dans la note d'information n°DGS/EA/DGPR/2014/307 du 31/10/2014,

- les valeurs seuils ou valeurs guides issues des textes réglementaires ou des grilles de qualité d'eau, les données écotoxicologiques, en particulier les PNEC (Predicted No Effect Concentration), et les études testant la toxicité et l'écotoxicité des effluents CRT, pour l'analyse des incidences sur l'environnement. A noter que les PNEC sont validées par la R&D d'EDF après revue bibliographique exhaustive et, si nécessaire, réalisation de tests écotoxicologiques commandités par EDF et réalisés selon les normes OCDE et les Bonnes Pratiques de Laboratoire.

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

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

La certification ISO14001 du CNPE de CIVAUX a été évaluée et renouvelée par l'AFNOR en février 2023. 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 CIVAUX 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 CIVAUX. 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 CIVAUX 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 événements et d'en analyser les causes profondes pour les éradiquer.

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

1. Bilan des événements significatifs pour l'environnement déclarés

Le tableau suivant récapitule les événements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de CIVAUX en 2024.

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives
ESE 2 code 026	17/04/2024	Fuite ARE avec atteinte du réseau SEO sans impact significatif en Vienne	Réorientation et collecte de l'écoulement
ESE code 031	03/07/2024	Atteinte du seuil de 100 000 UFC/L en légionelles sur l'aéroréfrigérant OTRI sans impact environnemental	Chloration du circuit TRI

2. Bilan des incidents de fonctionnement

Le CNPE de CIVAUX n'a pas eu, durant l'année 2024, d'indisponibilité notable sur des matériels tels que :

- les dispositifs de traitement des effluents et de prélèvement,
- les dispositifs de mesure et de surveillance,
- les réservoirs d'entreposage d'effluents.

Partie II - Prélèvements d'eau

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

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

Dans un CNPE, l'eau est nécessaire pour :

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

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

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

Sur les fleuves ou les rivières dont le débit est plus faible comme pour la Vienne, les CNPE fonctionnent avec un circuit en partie fermé : Le refroidissement de l'eau chaude issue du condenseur se fait par échange avec de l'air froid dans une grande tour réfrigérante atmosphérique appelée « aéroréfrigérant ». Une partie de l'eau est vaporisée sous forme d'un panache visible, quand le CNPE fonctionne, au sommet de la tour. Le reste de l'eau refroidie retourne dans le condenseur. Avec ce système, le prélèvement en eau est beaucoup moins important, seulement de l'ordre de 2 m³ par seconde par tranche.

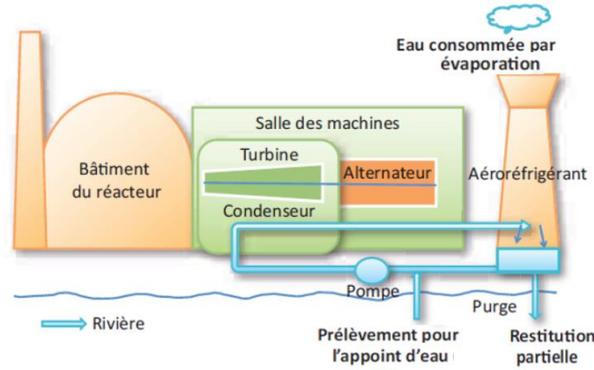


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement fermé (Source : EDF)

Annuellement, en moyenne, le volume d'eau nécessaire au fonctionnement du circuit de refroidissement d'un réacteur de CIVAUX est d'environ 50 millions de mètres cubes, le refroidissement étant assuré par un aéroréfrigérant, soit respectivement un besoin de 6 litres d'eau prélevés pour produire 1 kWh.

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

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

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

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	10,45
Février	8,11
Mars	9,39
Avril	9,41
Mai	5,17
Juin	5,03
Juillet	8,63
Août	9,93
Septembre	9,76
Octobre	10,12
Novembre	9,95
Décembre	10,16
TOTAL	106,11

II. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau de Vienne destinée à l'usage industriel de l'année 2024.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	0,16
Février	0,17
Mars	0,17
Avril	0,15
Mai	0,21
Juin	0,18
Juillet	0,19
Août	0,16
Septembre	0,15
Octobre	0,12
Novembre	0,13
Décembre	0,15
TOTAL	1,95

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel des prélèvements d'eau de nappe phréatique réalisés dans le cadre des essais périodiques d'exploitation du système SEG d'appoint d'eau ultime en 2024.

	Prélèvement d'eau (en m ³)
Janvier	48,75
Février	28
Mars	66
Avril	50
Mai	
Juin	60,75
Juillet	
Août	60
Septembre	
Octobre	60
Novembre	65,3
Décembre	
TOTAL	439

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	0,005
Février	0,004
Mars	0,004
Avril	0,003
Mai	0,002
Juin	0,002
Juillet	0,002
Août	0,003
Septembre	0,003
Octobre	0,002
Novembre	0,002
Décembre	0,002
TOTAL	0,036

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 2022 à 2024 avec la valeur du prévisionnel 2024.

Année	Milieu	Volume (milliers de m ³)
2022	Eau douce superficielle (Vienne)	27 359
2023		112 489
2024		108 055
Prévisionnel 2024		105 000
2022	Eau douce souterraine (nappe)	5
2023		22
2024		0,44
Prévisionnel 2024		5,745

Commentaires : Le volume annuel d'eau prélevé est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2024, compte tenu du temps effectif de fonctionnement des tranches. Les deux arrêts de tranche de 2024 ont duré moins longtemps que la durée prise pour calculer le prévisionnel, d'où le dépassement de 2% du prévisionnel.

2. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des débits instantanés et des volumes d'eau prélevés cette année avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASN n° 2009-DC-0138 modifiée.

Milieu	Limites de prélèvement		Prélèvement		Unité
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
Vienne	Débit instantané	6	3,88E+00	3,33E+00	m ³ / s
	Volume journalier	432 000	3,35E+05	2,88E+05	m ³
	Volume annuel	117	108*	S.O.	millions de m ³
Nappe souterraine	Débit instantané	120	63	53	m ³ / h
	Volume journalier	2880	65	55	m ³
	Volume annuel	87 196	439*	S.O.	m ³

*Correspond au volume annuel prélevé

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

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

Les piézomètres servant à la surveillance des eaux souterraines ont fait l'objet d'une campagne de maintenance et de nettoyage en 2024.

Aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'a été nécessaire. Il n'y a pas eu en 2024 d'opérations de curage de la prise d'eau en Vienne.

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 CIVAUX, la solution retenue est la réalisation de puits de pompage en nappe phréatique. Le développement de ces puits s'est terminé fin 2023.

4. Opérations exceptionnelles de prélèvements

Dans le cadre de l'exploitation des puits de pompage en nappe phréatique, le CNPE de CIVAUX a réalisé des pompages en nappe au cours de l'année 2024, représentant un volume total annuel de 439 m³.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE de CIVAUX 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	6,28E+00	1,40E-03	4,89E-03	millions de m ³
	Février	5,44E+00	2,96E-03	2,04E-02	
	Mars	6,53E+00	1,98E-03	2,18E-02	
	Avril	5,51E+00	1,74E-03	1,26E-02	
	Mai	2,90E+00	1,05E-03	8,34E-03	
	Juin	2,67E+00	2,17E-03	1,13E-02	
	Juillet	5,55E+00	1,73E-03	1,92E-02	
	Août	6,18E+00	2,40E-04	9,24E-03	
	Septembre	5,43E+00	5,76E-04	7,22E-03	
	Octobre	5,78E+00	1,13E-03	7,75E-03	
	Novembre	5,86E+00	6,26E-04	7,71E-03	
	Décembre	6,28E+00	2,56E-03	1,05E-02	
TOTAL	Restitution au milieu aquatique	6,46E+01			millions de m ³
	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	59,78			%

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 millions de m3)
Janvier	4,32E+00
Février	2,82E+00
Mars	3,01E+00
Avril	4,04E+00
Mai	2,47E+00
Juin	2,52E+00

Juillet	3,25E+00
Août	3,90E+00
Septembre	4,47E+00
Octobre	4,44E+00
Novembre	4,21E+00
Décembre	4,01E+00
TOTAL	4,35E+01

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

2. Comparaison aux valeurs limites

Limites d'évaporation		Fraction évaporée	Unité
Prescriptions	Valeur	Valeur moyenne	
Débit instantané moyen journalier sur l'année	1,7	1,34	m ³ / s
Volume journalier moyen sur l'année	146 900	118 755	m ³
Volume annuel	49,2	43,5	millions de m ³

Commentaires : Les valeurs moyennes sur l'année sont inférieures à la limite autorisée.

Partie IV - Rejets d'effluents

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

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

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

Les rejets d'effluents se présentent sous différentes formes :

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

Optimisés, réduits, traités et surveillés, les rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides génèrent une exposition des populations plus de 100 fois inférieure à la limite

réglementaire d'exposition reçue par une personne du public fixée à 1mSv/an dans l'article R1333-8 du code de la santé publique

I. Rejets d'effluents à l'atmosphère

1. Rejets d'effluents à l'atmosphère radioactifs

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

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

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

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

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

a. Règles spécifiques de comptabilisation

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

La deuxième règle fondamentale consiste à déclarer obligatoirement une activité rejetée pour les radionucléides appartenant à ces différents « spectres de référence ». Les radionucléides dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision¹ donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au SD.

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

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

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

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

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.* »

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
	$^{131\text{m}}\text{Xe}$
	^{133}Xe
	^{135}Xe
Tritium	^3H
Carbone 14	^{14}C
Iodes	^{131}I
	^{133}I
Produits de fission et d'activation	^{58}Co
	^{60}Co
	^{134}Cs
	^{137}Cs

c. Cumul mensuel

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

	131I (GBq)	132I (GBq)	133I (GBq)	131mXe (GBq)	133Xe (GBq)	135Xe (GBq)	41Ar (GBq)	85Kr (GBq)	110mAg (GBq)	134Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)	58Co (GBq)	60Co (GBq)
Janvier	1,08E-03	/	7,43E-03	1,08E-03	1,32E+01	7,70E+00	1,56E+00	3,53E-02	/	2,27E-05	1,88E-05	2,11E-05	3,12E-05
Février	4,84E-04	/	2,54E-03	3,15E-02	1,42E+01	8,40E+00	2,17E+00	8,71E-01	/	2,25E-05	2,41E-05	2,52E-05	3,19E-05
Mars	4,46E-04	7,00E-03	2,02E-03	4,26E-02	1,72E+01	1,12E+01	1,50E+00	4,35E-02	/	2,46E-05	2,39E-05	2,65E-05	3,45E-05
Avril	3,95E-03	/	4,31E-04	4,00E-02	1,58E+01	1,07E+01	1,73E+00	7,37E-01	/	2,11E-05	2,12E-05	2,16E-05	3,52E-05
Mai	2,14E-03	1,07E-02	6,82E-04	2,06E-04	6,10E+01	1,09E+01	8,87E-01	1,55E-03	/	2,47E-05	2,52E-05	2,49E-05	3,66E-05
Juin	3,58E-03	/	4,69E-04	2,80E-02	1,61E+01	9,80E+00	1,17E+00	1,03E+00	5,84E-05	2,32E-05	2,17E-05	2,19E-05	3,63E-05
Juillet	2,31E-03	/	4,73E-04	3,33E-01	1,50E+01	8,87E+00	1,34E+00	2,49E+01	6,22E-05	2,41E-05	2,29E-05	2,37E-05	3,67E-05
Août	8,66E-04	/	3,26E-03	5,75E-03	1,68E+01	9,90E+00	1,78E+00	5,27E-01	/	2,12E-05	2,16E-05	2,08E-05	3,03E-05
Septembre	8,17E-04	/	6,35E-03	1,73E-02	1,30E+01	7,50E+00	1,63E+00	4,27E-01	/	2,25E-05	2,05E-05	2,07E-05	3,07E-05
Octobre	1,19E-03	/	2,68E-03	/	1,66E+01	9,97E+00	1,53E+00	/	/	2,28E-05	2,36E-05	2,13E-05	2,98E-05
Novembre	1,54E-04	/	9,81E-04	8,58E-03	1,66E+01	9,28E+00	2,36E+00	2,75E-01	/	2,12E-05	2,17E-05	2,25E-05	3,23E-05
Décembre	1,63E-04	/	1,52E-03	2,18E-03	1,69E+01	1,08E+01	1,65E+00	1,83E+00	/	2,43E-05	2,32E-05	2,25E-05	3,21E-05
TOTAL ANNUEL	1,72E-02	1,77E-02	2,88E-02	5,10E-01	2,32E+02	1,15E+02	1,93E+01	3,06E+01	1,21E-04	2,75E-04	2,68E-04	2,72E-04	3,98E-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	2,89E+08	2,24E+01	5,21E+01	5,73E+01	8,50E-03	9,37E-05
Février	2,96E+08	2,57E+01	7,30E+01	/	3,03E-03	1,04E-04
Mars	3,30E+08	3,00E+01	9,62E+01	/	9,47E-03	1,10E-04
Avril	2,85E+08	2,90E+01	5,72E+01	1,08E+02	4,39E-03	9,90E-05
Mai	3,48E+08	7,27E+01	1,08E+02	/	1,36E-02	1,11E-04
Juin	2,89E+08	2,81E+01	8,28E+01	/	4,05E-03	1,62E-04
Juillet	2,93E+08	5,04E+01	7,86E+01	5,49E+01	2,79E-03	1,70E-04
Août	3,07E+08	2,90E+01	7,54E+01	/	4,12E-03	9,39E-05
Septembre	2,57E+08	2,26E+01	7,51E+01	/	7,16E-03	9,44E-05
Octobre	2,93E+08	2,81E+01	8,06E+01	3,90E+01	3,87E-03	9,75E-05
Novembre	3,00E+08	2,85E+01	7,51E+01	/	1,14E-03	9,77E-05
Décembre	2,99E+08	3,12E+01	6,75E+01	/	1,69E-03	1,02E-04
TOTAL ANNUEL	3,59E+09	3,98E+02	9,21E+02	2,59E+02	6,37E-02	1,33E-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 0,001Bq/m³.

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.

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2022	3,29E+02	9,57E+02	1,30E+02	1,41E-02	1,44E-03
2023	3,24E+02	7,05E+02	1,48E+02	5,21E-02	4,3E-03
2024	3,98E+02	9,21E+02	2,59E+02	6,37E-02	1,33E-03
Prévisionnel 2024	1,50E+03	1,50E+03	2,50E+02	8,00E-02	3,00E-03

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 ASN n° 2009-DC-0139 modifiée.

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,50E+04	3,98E+02*
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+07	6,82E+06
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+07	6,81E+05
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,40E+03	2,59E+02*
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	5,00E+03	9,21E+02*
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+06	3,63E+04
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+06	6,20E+04
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	8,00E-01	6,37E-02*
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	2,01E+01
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	9,57E+00
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E-01	1,33E-03*
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	1,05E-01
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	2,49E-02

*Correspond à l'activité annuelle rejetée

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejet de la décision ASN n° 2009-DC-0139. Les débits instantanés ont respecté les valeurs de la décision ASN n° 2009-DC-0139 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	5,36E+03	/	/	8,683E+07	0,000E+00
Février	3,16E+04	/	/	1,257E+08	0,000E+00
Mars	3,18E+04	/	/	7,224E+07	0,000E+00
Avril	1,94E+04	/	/	3,135E+07	0,000E+00
Mai	9,26E+03	/	/	5,187E+07	0,000E+00
Juin	1,18E+04	/	/	6,345E+07	0,000E+00
Juillet	2,20E+04	/	/	7,167E+07	0,000E+00
Août	7,95E+03	/	/	6,428E+07	0,000E+00
Septembre	5,32E+03	/	/	1,045E+07	0,000E+00
Octobre	1,45E+04	/	/	3,480E+07	0,000E+00
Novembre	1,40E+04	/	/	1,988E+07	0,000E+00
Décembre	1,93E+04	4,140E+08	/	1,284E+08	0,000E+00
TOTAL ANNUEL	1,92E+05	4,14E+08	/	7,61E+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 équipée de groupes frigorifiques pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs. Ces matériels utilisent des produits pouvant accroître l'effet de serre. Le fonctionnement des matériels et les opérations de maintenance conduisent à des émissions de fluides frigorigène. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.
- Les opérations de maintenance effectuées dans les bâtiments réacteur des CNPE : Lors de ces opérations, une quantité plus ou moins importante de calorifuges est changée par des produits neufs. Pendant les phases de montée en température correspondant à la remise en service des installations, certains types de calorifuges émettent, par dégradation thermique, des vapeurs formolées dans l'enceinte, qui peuvent être à l'origine de rejets de monoxyde de carbone.
- Le conditionnement de circuit à l'arrêt : à l'occasion des arrêts de tranche pour une durée supérieure à une semaine, la conservation humide des générateurs de vapeur permet de s'affranchir du risque de corrosion des matériaux constitutifs et de disposer d'une barrière biologique (écran d'eau) pour réaliser des travaux environnants. Les générateurs de vapeur sont alors remplis avec de l'eau déminéralisée conditionnée à l'hydrazine et additionnée avec de l'ammoniaque dans des proportions définies dans les spécifications chimiques de conservation à l'arrêt.

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

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SO_x) et d'azote (NO_x) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs Diesels), des turbines à combustion (TAC) et diesels d'ultime secours (DUS), ayant fonctionné en tout pendant 119 heures, au total sur les 2 tranches pour 2024 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	TAC DUS	TOTAL
SO _x	kg	1,3	0,38	1,7
NO _x	kg	193	146	339

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2024, 24,8 m³ de calorifuges dans les enceintes du bâtiment réacteur de l'unité 1 et 31,2 m³ dans les enceintes du bâtiment réacteur de l'unité 2 ont été renouvelés, soit un total de 56 m³.

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

Concentration calculée	Unité	Paramètres	EBA	ETY
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère	mg/m ³	Formaldéhyde	9,26E-03	2,09E-04
		Monoxyde de carbone	8,64E-03	1,95E-04

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

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

Paramètre	Unité	TOTAL
Ammoniac	kg	147
Ethanolamine		5,4

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

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

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)	55,9	87,8
Hexafluorure de soufre (SF6)	1,5	37,8
Total des émissions de GES en tonne équivalent CO ₂		125,6

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 610 tonne équivalent CO₂.

L'équivalent CO₂ total des émissions de GES du CNPE constituées des pertes de fluides frigorigène et SF6 et de la combustion des diesels de secours, représente 0,039 gCO₂ / kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 18,993 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 CIVAUX 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, chimiques, planchers, servitudes), le traitement de ces effluents, approprié à leurs caractéristiques physico-chimiques, peut se faire :

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

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

Les eaux issues des salles des machines (groupe turbo-alternateur) ne sont pas considérées comme des effluents radioactifs au sens de la réglementation (article 2.3.3 de la

décision n°2017-DC-0588). Ces eaux sont collectées sans traitement préalable vers des réservoirs dénommés réglementairement Ex où elles sont contrôlées avant d'être rejetées.

a. Règles spécifiques de comptabilisation

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

La deuxième règle fondamentale consiste à déclarer obligatoirement une activité rejetée pour les radionucléides appartenant à ces différents « spectres de référence ». Les radionucléides dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision² 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.

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

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

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

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs liquides pour les tranches en fonctionnement.

² 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
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 :

	131I (GBq)	110mAg (GBq)	123mTe (GBq)	124Sb (GBq)	125Sb (GBq)	134Cs (GBq)	137Cs (GBq)	54Mn (GBq)	58Co (GBq)	60Co (GBq)	63Ni (GBq)
Janvier	2,12E-04	2,94E-04	1,54E-04	2,21E-04	5,69E-04	3,78E-04	1,24E-03	2,30E-04	2,31E-04	1,22E-03	1,09E-03
Février	4,55E-04	5,87E-04	3,28E-04	4,83E-04	1,25E-03	6,36E-04	3,09E-03	5,08E-04	4,99E-04	2,21E-03	2,67E-03
Mars	2,70E-04	3,68E-04	1,97E-04	3,26E-04	7,54E-04	3,17E-04	8,93E-04	3,25E-04	3,00E-04	1,87E-03	3,40E-03
Avril	3,13E-04	7,23E-04	2,16E-04	3,07E-04	8,46E-04	3,19E-04	1,11E-03	3,24E-04	3,33E-04	1,87E-03	1,74E-03
Mai	1,51E-04	1,92E-04	1,02E-04	1,66E-04	4,25E-04	1,71E-04	7,44E-04	1,67E-04	1,65E-04	8,80E-04	1,05E-03
Juin	3,41E-04	2,17E-03	3,24E-04	1,00E-03	9,70E-04	4,62E-04	3,25E-03	3,69E-04	4,89E-04	2,28E-03	1,74E-03
Juillet	2,76E-04	9,61E-04	2,06E-04	1,15E-03	7,72E-04	3,15E-04	1,30E-03	3,48E-04	1,05E-03	1,62E-03	8,64E-04
Août	4,30E-05	1,74E-04	5,47E-05	4,73E-05	1,26E-04	4,63E-05	5,16E-05	4,74E-05	4,72E-05	1,71E-04	5,74E-03
Septembre	1,49E-04	1,29E-02	1,15E-04	1,38E-03	4,35E-04	1,94E-04	7,17E-04	8,98E-04	1,13E-03	3,20E-03	2,88E-04
Octobre	1,75E-04	2,78E-04	6,25E-04	1,82E-04	4,60E-04	1,92E-04	8,42E-04	1,72E-04	1,74E-04	6,90E-04	1,13E-03
Novembre	1,08E-04	1,41E-03	7,94E-05	1,15E-04	2,98E-04	1,21E-04	6,67E-04	1,19E-04	1,24E-04	1,01E-03	4,38E-04
Décembre	4,69E-04	2,50E-03	8,39E-04	1,94E-03	1,31E-03	5,24E-04	1,40E-03	4,93E-04	6,29E-04	1,79E-03	1,79E-03
TOTAL	2,96E-03	2,26E-02	3,24E-03	7,32E-03	8,22E-03	3,67E-03	1,53E-02	4,00E-03	5,18E-03	1,88E-02	2,19E-02

	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	1,40E+03	3,23E+03	6,14E+03	5,57E+00	2,12E-04	5,63E-03
Février	2,96E+03	1,73E+04	5,77E+03	8,55E+00	4,55E-04	1,23E-02
Mars	1,98E+03	1,80E+04	2,10E+03	3,64E+00	2,70E-04	8,75E-03
Avril	1,74E+03	9,49E+03	1,95E+03	2,82E+00	3,13E-04	7,79E-03
Mai	1,05E+03	5,17E+03	1,88E+03	1,87E+00	1,51E-04	4,06E-03
Juin	2,17E+03	9,10E+03	4,32E+03	3,99E+00	3,41E-04	1,30E-02
Juillet	1,73E+03	1,63E+04	1,83E+03	1,77E+00	2,76E-04	8,58E-03
Août	2,40E+02	7,53E+03	1,00E+03	4,80E-01	4,30E-05	6,51E-03
Septembre	5,76E+02	4,74E+03	3,20E+02	3,13E-01	1,49E-04	2,13E-02
Octobre	1,13E+03	5,37E+03	2,31E+03	2,16E+00	1,75E-04	4,74E-03
Novembre	6,26E+02	5,36E+03	1,16E+03	1,13E+00	1,08E-04	4,39E-03
Décembre	2,56E+03	7,72E+03	1,07E+04	8,22E+00	4,69E-04	1,32E-02
TOTAL ANNUEL	1,82E+04	1,09E+05	3,95E+04	4,05E+01	2,96E-03	1,10E-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	Autres PA et PF
2022	6,43E+03	1,48E+00	1,99E-03	3,32E-01
2023	3,33E+04	1,67E+01	3,56E-03	1,33E-01
2024	3,95E+04	4,05E+01	2,96E-03	1,10E-01
Prévisionnel 2024	6,00E+04	4,00E+01	4,00E-03	2,00E-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 ASN n°2009-DC-0138 modifiée.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur	Valeur (GBq) ou valeur maximale (Bq/s)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	9,00E+04	3,95E+04
	Débit d'activité (Bq/s) : 80xD*(l/s)	1,45E+07	1,32E+07
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,90E+02	4,05E+01
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E-01	2,96E-03
	Débit d'activité (Bq/s) : 0,1xD*(l/s)	2,81E+04	7,39E-01
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	5,00E+00	1,10E-01
	Débit d'activité (Bq/s) : 0,7xD*(l/s)	2,14E+04	8,73E+01

*D représente le débit Vienne en l/s

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

f. Surveillance des eaux de surface

Des prélèvements d'eau de la rivière 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 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 mesurée en 2024	Valeur maximale mesurée en 2024	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2024	Valeur maximale mesurée en 2024	Limite réglementaire	
Eau filtrée	Activité bêta globale	1,57E-01 Bq/L	3,30E-01 Bq/L	2 Bq/L	-	-	-
	Tritium	3,20E+01 Bq/L	6,50E+01 Bq/L	280 Bq/L	15,9 Bq/L	67 Bq/L	140(1) / 100(2) Bq/L
	Potassium	2,17E+00 mg/L	3,58E+00 mg/L	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	4,26E-02 Bq/kg sec	1,37E-01 Bq/kg sec	-	-	-	-

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

Commentaires : Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 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.

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

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

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.

Dans le cas du CNPE de Civaux, l'eau de la Vienne n'étant pas entartrante, il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre de traitement chimique contre le tartre.

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

- l'acide phosphorique utilisé pour le nettoyage des canaux des bancs UV

En effet, Civaux n'utilise pas de traitement chimique pour lutter contre la prolifération des amibes, mais un système d'insolation par rayonnement UV.

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

c. Rejets d'effluents liquides chimiques via l'émissaire principal

i. Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets chimiques transitant par l'ouvrage de rejet principal est donnée dans le tableau suivant :

	Acide borique (kg)	Hydrazine (kg)	Ethanolamine (kg)	Azote (kg)	Détergents (kg)	DCO (kg)	MES (kg)	Phosphates T, S, Ex (kg)	Phosphates UV (kg)	Métaux totaux	Sodium (kg)	Chlorures (kg)	Sulfates (kg)
Janvier	3,86E+01	1,32E-02	1,32E-01	8,94E+01	4,63E+00	1,39E+01	1,53E+01	3,18E+00	0,00E+00	3,56E+00	2,11E+03	2,97E+03	/
Février	5,20E+02	6,09E-02	7,31E-01	1,82E+02	2,03E+01	1,17E+02	8,95E+01	5,75E+00	0,00E+00	9,28E+00	5,08E+03	7,11E+03	/
Mars	4,67E+02	8,16E-02	7,98E-01	9,63E+01	2,00E+01	5,98E+01	9,38E+01	2,88E+00	0,00E+00	1,01E+01	6,21E+03	9,16E+03	/
Avril	6,24E+02	6,08E-02	2,81E-01	1,64E+02	1,12E+01	9,90E+01	8,51E+01	1,00E+01	0,00E+00	1,16E+01	3,85E+03	6,06E+03	/
Mai	6,15E+01	1,56E-02	1,56E-01	5,60E+01	1,14E+01	3,77E+01	7,67E+00	1,66E+01	1,05E+00	3,44E+00	2,75E+03	4,43E+03	/
Juin	5,04E+01	3,31E-02	9,11E-01	5,45E+01	2,04E+01	1,51E+02	6,13E+01	3,31E+01	1,50E+00	1,18E+01	3,14E+03	4,60E+03	/
Juillet	6,12E+02	5,91E-02	4,50E-01	4,55E+01	1,80E+01	1,94E+02	7,01E+01	1,36E+01	1,83E+00	1,49E+01	5,12E+03	7,51E+03	/
Août	4,23E+02	1,94E-02	1,94E-01	8,03E+01	1,53E+01	2,33E+01	7,77E+00	2,76E+00	3,07E+01	5,32E+00	2,51E+03	4,71E+03	/
Septembre	2,90E+01	1,33E-02	1,33E-01	9,00E+00	5,32E+00	4,44E+01	1,76E+01	6,02E+00	4,29E+01	2,45E+00	2,73E+03	4,55E+03	/
Octobre	1,23E+03	1,62E-02	1,62E-01	4,52E+01	6,49E+00	2,47E+01	1,63E+01	2,38E+01	2,83E+01	1,62E+00	1,28E+03	1,80E+03	9,470E+00
Novembre	1,54E+01	1,85E-02	1,50E-01	5,61E+01	1,14E+01	2,30E+01	1,44E+01	6,71E+00	0,00E+00	1,93E+00	1,29E+03	1,96E+03	9,472E+01
Décembre	7,03E+02	4,26E-02	2,57E-01	1,78E+02	1,80E+01	3,08E+01	2,34E+01	5,48E+00	0,00E+00	5,85E+00	3,54E+03	6,33E+03	/
TOTAL ANNUEL	4,78E+03	4,34E-01	4,36E+00	1,06E+03	1,62E+02	8,19E+02	5,02E+02	1,30E+02	1,06E+02	8,18E+01	3,96E+04	6,12E+04	1,04E+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.

Substances	Unité	2022	2023	2024	Prévisionnel 2024
Acide borique	kg	4000	5520	4780	6000
Hydrazine	kg	0,134	0,616	0,434	0,5
Ethanolamine	kg	1,55	15,1	4,36	15
Détergents	kg	52,2	281	162	100
Azote	kg	40,4	969	1060	750
Phosphates	kg	139	97,2	130	200
Sodium	kg	20 100	51 600	39 600	50 000
Chlorures	kg	31 400	79 100	61 200	70 000
Métaux totaux KER/SEK + fer station de déminéralisation	kg	18,9	54,8	81,8	50 pour les métaux issus de KER/SEK
MES	kg	114	360	502	/
DCO	kg	211	813	819	/
AOX	kg	S.O	S.O	S.O.	/
THM	kg	S.O	S.O	S.O.	/
Sulfates	kg	0	0	104	10

Commentaires : Les rejets sont conformes au prévisionnel annuel, à l'exception de l'azote total, des métaux totaux, des détergents et des sulfates.

Les rejets en azote total s'élèvent, en fin d'année, à 141 % du prévisionnel annuel et 96 % de la limite réglementaire. Ce paramètre est resté sous surveillance toute l'année afin de s'assurer du respect de la limite réglementaire.

Les rejets en détergents s'élèvent à 162kg pour un prévisionnel estimé à 100kg. Ces rejets représentent 9,5% de la limite annuelle.

La part des rejets en métaux totaux issus des réservoirs T, S, Ex s'élèvent à 61kg, ce qui est supérieur au prévisionnel établi à 50kg mais en dessous de la limite réglementaire de 100kg : les mois pendant lesquels les rejets de métaux sont les plus élevés correspondent à des mois de sollicitation des chaudières auxiliaires XCA, dont les purges sont refroidies avec de l'eau brute contenant naturellement du fer. Ces purges sont ensuite rejetées via les réservoirs SEK. Concernant les rejets de sulfates, ils proviennent de l'utilisation de bisulfite de sodium à la station de déminéralisation. La station de déminéralisation de CIVAUX a été rénovée en 2024, et dotée notamment d'un système de régulation du prétraitement. La régulation de la teneur en chlore se fait par l'injection régulière de bisulfite de sodium, d'où les rejets en sulfates supérieurs aux années précédentes.

Les métaux totaux issus des rejets SEK et KER représentent un rejet total de 61,6kg sur l'année 2024, répartis de la manière suivante :

Plomb total (kg)	Chrome total (kg)	Cuivre total (kg)	Nickel total (kg)	Titane total (kg)	Aluminium total (kg)	Manganèse total (kg)	Zinc total (kg)	Fer total (kg)	Métaux totaux (kg)
4,04E-01	3,19E-01	7,65E-01	3,19E-01	8,15E-01	1,40E+01	3,23E+00	2,19E+00	3,96E+01	6,16E+01

A ces métaux rejetés via les bâches KER et SEK, on ajoute le fer issu de la station de déminéralisation, soit 20,2 kg pour l'année 2024.

La somme des métaux rejetés en 2023 s'élève donc à 81,8 kg.

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 n° 2009-DC-0139 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 2 juin 2009 fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des installations nucléaires de base n° 158 et n° 159 exploitées par EDF-SA sur la commune de Civaux.

	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
Substances	Concentration maximale ajoutée dans l'ouvrage de rejet	Valeur maximale calculée	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé
Acide borique	3,50E+01	3,08E+00	3,20E+03	2,71E+02	2,75E+02	4,55E+01	1,80E+04	4,78E+03
Ethanolamine	1.0 E+00	4,75E-02	1,00E+01	6,63E-01	-	-	5,40E+02	4,36E+00
Hydrazine	1.0 E-01	6,35E-04	1,00E+00	2,87E-02	-	-	2,50E+01	4,34E-01
Détergents	2.8 E+00	1,66E-01	1,40E+02	2,74E+00	2,00E+01	1,36E+00	1,70E+03	1,62E+02
Azote	6.9 E+00	3,05E+00	1,00E+02	4,61E+01	5,00E+01	2,05E+01	1,10E+03	1,06E+03
Phosphates (réservoirs T,S, Ex)	2.9 E+00	8,77E-01	6,10E+01	1,71E+01	2,00E+01	1,32E+01	6,00E+02	1,30E+02
Phosphates (UV)	2.9 E+00		1,0E+01	3,94E+00	1,2E+00	3,28E-01	4,50E+02	1,06E+02
Sodium	1,70E+01	9,55E+00	7,60E+02	4,63E+02	-	-	-	3,96E+04
Chlorures	2,00E+01	1,34E+01	1,08E+03	6,00E+02	-	-	-	6,12E+04
Métaux totaux	3.0 E-01	8,63E-02	5,00E+00	2,01E+00	-	-	1,00E+02	8,18E+01
Sulfates issus de la station de déminéralisation	4.30 E-01	2,06E-02	-	-	-	-	3,00E+03	1,04E+02
MES	2.9 E+00	5,73E-01	5,30E+01	1,65E+01	-	-	-	5,02E+02
DCO	1,30E+01	9,46E-01	1,80E+02	1,81E+01	-	-	-	8,19E+02

L'article 5.3.1 de la décision ASN 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 CIVAUX est évaluée à 0,36 kg.

Commentaires : Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de la décision ASN n° 2009-DC-0139.

d. Rejets d'effluents liquides chimiques via l'émissaire secondaire

Ce paragraphe présente les rejets du CNPE de CIVAUX pour l'année 2024 de substances chimiques liées à l'exploitation des structures communes telles que décrites dans la décision n° 2011-DC-0234 du 5 juillet 2011 de l'Autorité de sûreté nucléaire modifiant la décision n°2009-DC-0138 du 2 juin 2009 de l'Autorité de sûreté nucléaire :

Situé à l'aval immédiat de l'ouvrage de rejet principal en Vienne, l'émissaire secondaire collecte les effluents suivants :

- eaux pluviales des aires goudronnées du site ;
- les effluents de l'installation de déminéralisation provenant de :
 - la surverse de l'épaississeur des boues traitées,
 - la surverse de la station de prétraitement ;
 - les eaux de nettoyage des filtres à sable de la station de déminéralisation ;
- les effluents issus de la station d'épuration du site après traitement ;
- les eaux de ruissellement des aires d'entreposages des déchets TFA ;
- les eaux de lavage non polluées des aires de dépotage et d'entreposage ;
- les eaux de vidange du circuit d'eau de circulation CRF, des bâches incendie (JPD) et d'eau brute (SEB), de la bêche d'entreposage de l'eau potable ;
- les eaux d'exhaure de la station de pompage, des galeries électriques vers les transformateurs auxiliaires et sous-sol du local d'éclissage ;
- les eaux de nettoyage des filtres de la station de pompage d'eau brute (SFI) ;
- eaux non polluées de lutte contre l'incendie
- eaux issues des développements des puits APU-SEU

i. Cumul mensuel

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

	DBO5 (kg)	Chlorures (kg)	DCO (kg)	MES (kg)	Sodium (kg)	Phosphates (kg)	Azote Kjeldhal (kg)	Nitrates (kg)	Nitrites (kg)	Fer total (kg)	AOX	THM
Janvier	/	1,23E+03	/	/	3,88E+02	/	/	/	/	/	/	/
Février	/	1,07E+03	/	/	3,24E+02	/	/	/	/	/	/	/
Mars	/	9,75E+02	/	/	3,02E+02	/	/	/	/	/	/	/
Avril	1,26E-01	7,21E+02	1,20E+00	2,77E-01	2,14E+02	2,08E-02	3,97E-01	3,91E-01	8,19E-03	/	1,46E-02	7,90E-05
Mai	/	7,52E+02	/	/	2,06E+02	/	/	/	/	/	/	/
Juin	/	8,47E+02	/	/	2,51E+02	/	/	/	/	/	/	/
Juillet	/	1,87E+03	/	/	5,38E+02	/	/	/	/	/	3,35E-02	1,14E-03
Août	/	9,24E+02	/	/	1,96E+02	/	/	/	/	/	4,66E-03	9,45E-05
Septembre	/	1,14E+03	/	/	2,28E+02	/	/	/	/	/	/	/
Octobre	3,90E-02	5,03E+02	7,15E-01	3,12E-01	1,87E+02	2,02E-02	3,45E-01	1,93E+00	1,89E-02	/	/	/
Novembre	/	1,62E+02	/	/	3,03E+01	/	/	/	/	/	/	/
Décembre	/	2,18E+02	/	/	5,22E+01	/	/	/	/	1,41E-01	/	/
TOTAL ANNUEL	1,65E-01	1,04E+04	1,91E+00	5,89E-01	2,92E+03	4,09E-02	7,41E-01	2,32E+00	2,70E-02	1,41E-01	5,28E-02	1,31E-03

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Les limites réglementaires relatives aux rejets des substances chimiques liées au traitement biocide sont réglementées par la décision ASN n° 2009-DC-0139.

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	7,47E+03	1,29E+04	1,04E+04	-
Sodium	kg	1,74E+03	3,99E+03	2,92E+03	-
AOX	kg	1,60E-02	2,04E-01	5,28E-02	-
THM	kg	<4,00E-05	1,08E-03	1,31E-03	-
Nitrites	kg	3,00E-02	1,74E-01	2,70E-02	-
Nitrates	Kg	5,84E-01	3,48E+02	2,32E+00	-
Hydrocarbures	kg	7,20E-02	5,59E-01	/	-
Azote Kjeldhal	kg	9,57E-01	3,09E+01	7,41E-01	-
DCO	kg	1,56E+01	1,50E+02	1,91E+00	-
MES	kg	2,97E+02	1,16E+03	5,89E-01	-
Sulfates	Kg	6,08E+01	5,73E+02	/	-
Fer	kg	1,40E-02	1,12E-01	1,41E-01	10

Commentaires : Les quantités de fer rejetées pour l'année 2024 sont conformes au prévisionnel.

iii. Comparaison aux limites et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous présente les rejets annuels relatifs à l'émissaire secondaire pour chaque type de substance chimique.

Paramètres	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée au rejet (mg/L)	Valeur maximale	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel (kg)
AOX	0,3	0,2	-	-
CRT	0,1	<0,05	-	-
Hydrocarbures	5	0,2	-	-
Sulfates	-	-	1100	-
Fer	-	-	70	1,41E-01

Commentaires : Les rejets sont conformes aux limites imposées. Les rejets en AOX et CRT, correspondent à des rejets ponctuels lors des opérations de chloration du circuit TRI en avril, juillet et août 2024.

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 CIVAUX 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 : ΔT °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.

Le CNPE de CIVAUX dispose en outre d'un système de refroidissement de la purge des aéroréfrigérants, composé de 4 petites tours aéroréfrigérantes fonctionnant en ventilation

forcée. Ce système CVP est mis en service dès que la température en Vienne atteint 25°C, afin d'assurer le respect de la limite réglementaire en Vienne, qui stipule que le CNPE ne doit pas échauffer la rivière lorsque sa température est supérieure à 25°C.

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 CIVAUX et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans la décision modifiée n° 2009-DC-0139 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 2 juin 2009 fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des installations nucléaires de base n° 158 et n° 159 exploitées par EDF-SA sur la commune de Civaux.

Le CNPE de CIVAUX réalise en continu des mesures de températures en amont (SM1), au rejet (SM2) et en aval du CNPE (SM3) et un suivi des rejets thermiques conformément aux autorisations de rejet en vigueur. Le bilan du suivi pour l'année 2024 est présenté dans les tableaux suivants :

	Température amont (°C)			Température rejet (°C)	Echauffement amont-aval calculé (°C)		Température aval après mélange (°C)		
	Max	Min	Moy	Moy	Max	Moy	Max	Min	Moy
Janvier	9,3 °C	3,5 °C	6,8 °C	19,3 °C	0,48	0,3 °C	9,6 °C	3,9 °C	7,2 °C
Février	10,7 °C	7,8 °C	8,9 °C	17,8 °C	0,7 °C	0,2 °C	10,7 °C	8,2 °C	9,2 °C
Mars	14,0 °C	7,9 °C	10,5 °C	17,6 °C	0,3 °C	0,1 °C	14,2 °C	8,1 °C	10,5 °C
Avril	16,9 °C	11,0 °C	13,4 °C	21,8 °C	0,4 °C	0,1 °C	16,8 °C	11,2 °C	13,4 °C
Mai	17,8 °C	12,1 °C	15,1 °C	19,9 °C	0,1 °C	0,0 °C	17,7 °C	12,3 °C	15,1 °C
Juin	22,9 °C	15,2 °C	18,9 °C	18,4 °C	0,0 °C	0,0 °C	22,4 °C	15,2 °C	18,6 °C
Juillet	29,4 °C	19,3 °C	22,6 °C	20,5 °C	0,1 °C	-0,1 °C	29,1 °C	19,0 °C	22,6 °C
Août	28,7 °C	19,9 °C	24,2 °C	21,7 °C	0,2 °C	-0,2 °C	28,8	17,8 °C	24,1
Septembre	24,2 °C	15,2 °C	18,5 °C	19,7 °C	0,3 °C	0,1 °C	23,9 °C	15,1 °C	18,6 °C
Octobre	17,1 °C	14,1 °C	15,2 °C	23,1 °C	0,5 °C	0,1 °C	17,5 °C	14,1 °C	15,4 °C
Novembre	14,8 °C	8,7 °C	11,2 °C	21,3 °C	0,6 °C	0,3 °C	15,0 °C	9,1 °C	11,6 °C
Décembre	10,7 °C	5,1 °C	7,3 °C	18,8 °C	0,4 °C	0,2 °C	11,3 °C	6,1 °C	7,7 °C

2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites fixées à l'article 7 de la décision n° 2009-DC-0139 modifiée de l'Autorité de sûreté nucléaire du 2 juin 2009 fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des installations nucléaires de base n° 158 et n° 159 exploitées par Électricité de France (EDF-SA) sur la commune de Civaux.

Paramètres	Unité	Limite en vigueur	Valeurs maximales
Echauffement amont-aval calculé avec T° de Vienne <25°C	°C	2	0,7
Echauffement amont-aval calculé avec T° de Vienne >25°C	°C	0	0,01
Température aval après mélange	°C	-	29,1

Commentaires : Un échauffement de 0,01°C a été calculé sur certaines fractions horaires de la journée du 29/07/24, avec une température de Vienne supérieure à 25°C. L'échauffement moyen journalier, quant à lui, était de -0,1°C. Ce dépassement a fait l'objet d'une déclaration d'EIE.

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 CIVAUX 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 1er avril 2017 à une réglementation commune, la décision ASN n° 2016-DC-0578 relative à la prévention des risques résultant de la dispersion de micro-organismes pathogènes, qui fixe des seuils à partir desquels des actions doivent être menées afin de rétablir les concentrations à des niveaux inférieurs. Les seuils d'action sur critères légionelles définis dans cette réglementation, sont applicables au CNPE depuis le 1er janvier 2022.

Dans l'attente de disposer d'une installation de traitement biocide opérationnelle (CTE monochloramine) et des autorisations de rejets associés (modification des décisions limites de rejets en Vienne permettant la réalisation de ce traitement, à visée anti-légionelles), le CNPE de CIVAUX applique depuis le 1er janvier 2022 des mesures compensatoires dans le cadre de la Décision ASN n° CODEP-CLG-2022-024241 portant dérogation aux articles 4.1.2 et 4.1.3 de la Décision ASN n° 2016-DC-0578. Ainsi, la décision dérogatoire ASN autorise le CNPE à déroger à la mise en œuvre d'action curative sur atteinte des seuils légionelles de 10 000 UFC/L et 100 000 UFC/L, et à l'arrêt de la dispersion sur l'atteinte des 100 000 UFC/L. En contrepartie des mesures compensatoires sont mises en œuvre par le site de CIVAUX :

- des mesures préventives (augmentation de la fréquence du suivi légionelles, renforcement de la fiabilité et de la surveillance des systèmes contribuant au maintien en propreté du circuit de refroidissement),

- des mesures correctives sur atteinte du seuil de 10 000 UFC/L (traitement en priorité des actions de maintenance ou de réparation des systèmes participant à la propreté du circuit de refroidissement en fonctionnement, réalisation d'un appoint exceptionnel de boules de nettoyage du condenseur si besoin),

- des mesures correctives sur atteinte du seuil de 100 000 UFC/L (traitement en priorité des actions de maintenance ou de réparation des systèmes participant à la propreté du circuit de refroidissement en fonctionnement, mise en œuvre d'une recharge de boules de nettoyage du condenseur plus abrasives),

- des mesures curatives (mise en œuvre d'une chloration massive sur atteinte du seuil légionelles de 2.10^6 UFC / L).

Afin de limiter le risque de dispersion des amibes, le CNPE de CIVAUX applique un traitement biocide par UV à la purge de l'eau des circuits de refroidissement depuis l'année 1999.

Les résultats microbiologiques indiqués sont issus de l'exigence 5.4.1 de la décision ASN n°2016-DC-0578 dite « Amibes Légionelles ». Pour corréler 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.

Bilan annuel du suivi des colonisations en amibes des circuits de refroidissement

En 2024, le suivi amibien a été réalisé mensuellement du 1er janvier au 31 décembre, avec un renforcement du 15 avril au 15 octobre pour les analyses des effluents de purge des circuits de refroidissement et à l'aval du site dans l'environnement.. Le suivi amibien a donc été réalisé dans le respect de la réglementation. Le bilan statistique des concentrations amibiennes dans les circuits des 2 tranches est présenté dans le tableau suivant.

Concentrations en Naegleria fowleri (Nf/L)	Moyenne	Minimum	Maximum	Nombre de prélèvements
Tranche 1	1 148	< 96	12 041	123
Tranche 2	338	< 96	9 179	189

- **Circuit de refroidissement de la Tranche 1 :**

Le bilan statistique permet de mettre en évidence une colonisation relativement faible du circuit de refroidissement de la Tranche 1. En effet, seulement 45 % des échantillons se sont avérés positifs à la présence de Naegleria fowleri. Cependant, celles-ci sont associées à des concentrations relativement élevées.

A la suite de la visite partielle de la Tranche 1, le réacteur de celle-ci est remonté en puissance du 26 au 31 juillet, date à laquelle sa puissance était de 1 500 MW. La température maximale à l'intérieur du condenseur a, de ce fait, également remonté. Ainsi, les conditions environnementales sont redevenues favorables pour la multiplication de Naegleria fowleri dans le circuit. Il a donc été décidé d'activer préventivement les installations de traitement UV le 31 juillet.

A la suite de cela, la première détection significative de Naegleria fowleri a été enregistrée le 12 août, avec une concentration de 1 012 Nf/L. Une forte prolifération amibienne a ensuite été observée entre le 12 août et le 11 septembre, avec une concentration moyenne de 4 055 Nf/L sur cette période. Ce début de prolifération fait suite à des températures maximales élevées en sortie du condenseur. En effet, le 11 août, la température était de 47,6°C, soit la plus haute valeur relevée cette année. Au cours de cette période, 12 041 Nf/L ont été mesurées au maximum entre le 28 et le 30 août. A partir du 12 septembre, les populations amibiennes ont diminué, atteignant des niveaux négligeables ou égaux à la limite de quantification après le 30 septembre et jusqu'à la fin de l'année. Cette diminution de la colonisation dans le circuit de refroidissement est en corrélation avec une baisse progressive des températures maximales en sortie du condenseur.

- **Circuit de refroidissement de la Tranche 2 :**

Le bilan statistique du suivi reflète une colonisation assez récurrente du circuit de refroidissement de la Tranche 2. En effet, 71 % des échantillons ont été positifs à la présence de *Naegleria fowleri*. Cependant, les concentrations mesurées sont relativement faibles (338 Nf/L en moyenne) et indiquent qu'il n'y a pas eu de multiplication excessive du pathogène. Des phénomènes de prolifération sont toutefois visibles au cours de la période estivale.

Tout d'abord, un premier pic de développement amibien a été observé entre le 7 et le 14 mai. Durant cette période, la concentration moyenne a atteint 1 184 Nf/L, avec un maximum de 1 544 Nf/L le 14 mai. Ce développement a engendré pour la première fois un dépassement de la valeur de 500 Nf/L en tranche, ce qui correspond au critère 3 de démarrage des installations de traitement UV. Ainsi, ces dernières ont été mises en service le 10 mai. Les températures maximales élevées en sortie de condenseur, idéales pour la prolifération de *Naegleria fowleri*, pourraient avoir favorisé sa multiplication (42,8 °C relevés le 11 mai).

Deux autres pics amibiens similaires ont été mesurés fin juin et mi-août avec une concentration maximale commune de 1 980 Nf/L, les 29 juin et le 13 août. Ces hausses font suite à des périodes durant lesquelles les températures en sortie de condenseur ont augmenté et ont été particulièrement propices au développement de *Naegleria fowleri*. En effet, du 24 au 29 juin, la température maximale moyenne a atteint 44,1 °C, tandis que du 9 au 12 août, elle a été de 45,9 °C. Ces conditions thermiques ont vraisemblablement favorisé la prolifération de l'amibe *N. fowleri*.

Néanmoins, ces derniers pics restent modérés en comparaison de la concentration maximale mesurée dans le circuit de refroidissement de la Tranche 2 cette année. En effet, une valeur de 9 179 Nf/L a été mesurée le 1er août. Tout comme les pics précédemment décrits, il peut être associé à une température maximale en sortie condenseur favorable pour la croissance de *Naegleria fowleri*. En effet, du 28 juillet au 2 août, la température a été en moyenne de 46,6 °C.

Tout comme pour la Tranche 1, les concentrations amibiennes ont diminué au cours du mois de septembre. Au-delà du 29 septembre, celles-ci ont atteint des valeurs négligeables ou égales à la limite de quantification. Cette diminution de la colonisation dans le circuit de refroidissement est en corrélation avec une baisse progressive des températures maximales en sortie du condenseur.

Bilan de l'efficacité du traitement biocide UV

La stratégie du CNPE de Civaux pour limiter le risque sanitaire lié à la présence potentielle de *Naegleria fowleri* dans les purges des circuits de refroidissement de la centrale et de prévenir un dépassement des limites réglementaires 80 Nf/L et 100 Nf/L dans l'environnement est basée sur l'action germicide des Ultraviolets (UV).

L'efficacité du traitement est liée de façon directe et indirecte à la qualité de l'eau à traiter :

- de façon directe en modifiant la diffusion du rayonnement UV soit par absorption du rayonnement, soit par diffraction de celui-ci.

- de façon indirecte via le phénomène d'encrassement du système de traitement avec la formation de dépôts sur les gaines en quartz des lampes et sur les capteurs, ainsi que l'encrassement des systèmes de nettoyage.

- **Tranche 1 :**

Les installations de traitement UV ont fonctionné du 31 juillet jusqu'au 16 octobre. Le bilan statistique des doses UV appliquées est présenté dans le tableau suivant.

Type de relevés		Moyenne	Minimum	Maximum
Dose UV EPA moyenne journalière (mJ/cm ²)	Canaux 1-2	205	118	298
	Canaux 3-4	210	121	318

Afin d'évaluer l'efficacité du traitement biocide, les concentrations ambiennes à l'aval des stations UV sont mesurées quotidiennement durant toute la période de suivi, et peuvent être comparées aux concentrations de l'eau du circuit à traiter. Un bilan statistique est présenté dans le tableau suivant à partir des données de concentrations obtenues en aval des installations de traitement UV.

Concentrations en <i>Naegleria fowleri</i> (N#/L)	Moyenne	Minimum	Maximum
Aval UV Canaux 1-2 de la tranche 1	57	< 26	525
Aval UV Canaux 3-4 de la tranche 1	77	< 26	694

Globalement, le traitement UV a permis d'éliminer une part importante des amibes présentes dans la purge du circuit de refroidissement de la tranche 1.

- **Tranche 2 :**

Les installations de traitement UV ont fonctionné du 10 mai jusqu'au 16 octobre. Le bilan statistique des doses UV appliquées est présenté dans le tableau suivant.

Type de relevés		Moyenne	Minimum	Maximum
Dose UV EPA moyenne journalière (mJ/cm ²)	Canaux 1-2	242	161	307
	Canaux 3-4	199	127	262

Le bilan statistique des concentrations ambiennes résiduelles en aval des installations de traitement UV est présenté dans le tableau suivant.

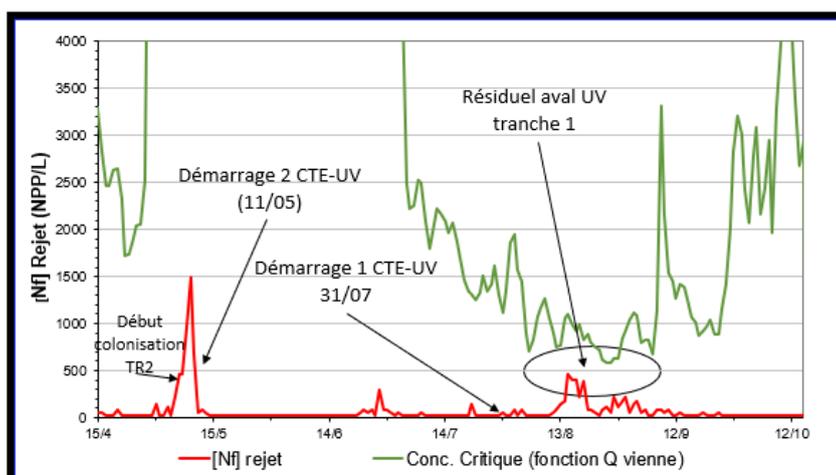
Concentrations en <i>Naegleria fowleri</i> (Nf/L)	Moyenne	Minimum	Maximum
Aval UV Canaux 1-2 de la tranche 2	35	< 26	459
Aval UV Canaux 3-4 de la tranche 2	33	< 26	347

Globalement, le traitement UV a permis d'éliminer une part importante des amibes présentes dans la purge du circuit de refroidissement de la tranche 2.

Bilan annuel des concentrations ambiennes au rejet et à l'aval du site

Les effluents de purge des deux tranches se mélangent dans l'ouvrage de rejet. Un suivi ambien de cet ouvrage est effectué et la mesure à ce point de prélèvement permet de calculer l'apport théorique en amibes dans l'environnement.

La figure suivante présente les concentrations en *Naegleria fowleri* obtenues au cours du suivi réalisé dans le canal de rejet en comparaison de la concentration critique (concentration ambiante à ne pas atteindre dans l'eau du point rejet pour ne pas dépasser la limite de 100 Nf/L en aval du rejet dans l'environnement définie dans la décision n°2016-DC-0578).



La figure montre que les concentrations en *Naegleria fowleri* sont restées modérées dans le canal de rejet, à l'exception de trois périodes où les populations résiduelles dans ces effluents ont été élevées.

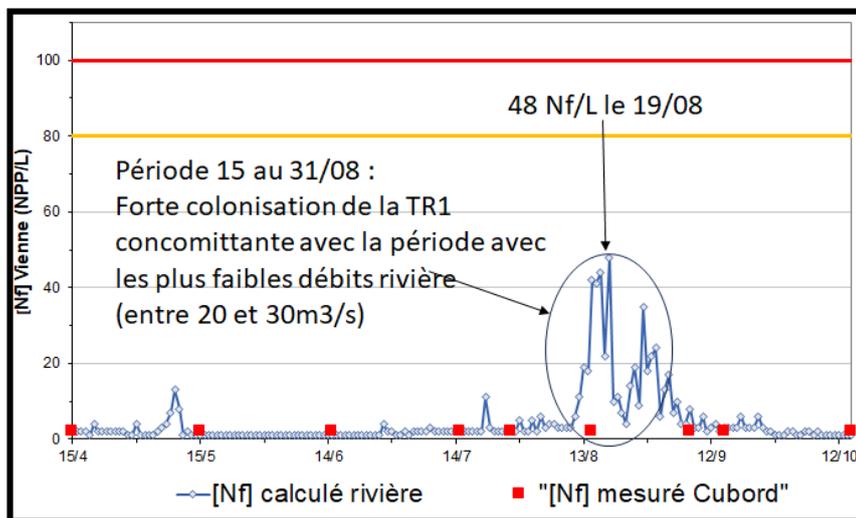
- Le premier pic observé du 5 au 10 mai correspond aux populations significatives observées dans le bassin froid de la Tranche 2 avant la mise en service du traitement UV. Ces concentrations importantes n'ayant pas été traitées, elles ont été retrouvées naturellement dans l'ouvrage de rejet. C'est au cours de cette période que la concentration la plus importante au rejet a été mesurée, avec une valeur maximale de 1 498 Nf/L le 9 mai.
- Le deuxième pic observé fin juin est également issu d'un apport par le circuit de refroidissement de la Tranche 2, seule tranche en fonctionnement à ce moment. Il coïncide avec une forte concentration ambiante dans le bassin froid associée aux difficultés de

traitement observées au niveau des installations UV de la Tranche 2 à la suite d'une dégradation de la qualité de l'eau entre le 20 juin et le 13 juillet.

- Enfin, au cours du mois d'août, les populations amibiennes observées dans l'ouvrage de rejet ont principalement été issues du circuit de refroidissement de la Tranche 1. Leur présence concorde également avec des concentrations importantes d'amibes dans le bassin froid dont l'élimination par le traitement UV n'a pas été optimale.

La figure précédente permet de confirmer que le risque sanitaire a été maîtrisé puisque les concentrations au rejet n'ont pas dépassé les concentrations critiques.

Les concentrations en *Naegleria fowleri* en rivière à l'aval du CNPE sont calculées quotidiennement lors de l'obtention des résultats microbiologiques du point rejet afin de s'assurer du respect des limites réglementaires de 80 et 100 Nf/L. L'évolution des concentrations en *Naegleria fowleri* calculées à l'aval du CNPE ainsi que les limites réglementaires en aval du rejet dans l'environnement, sont présentées dans la figure suivante.



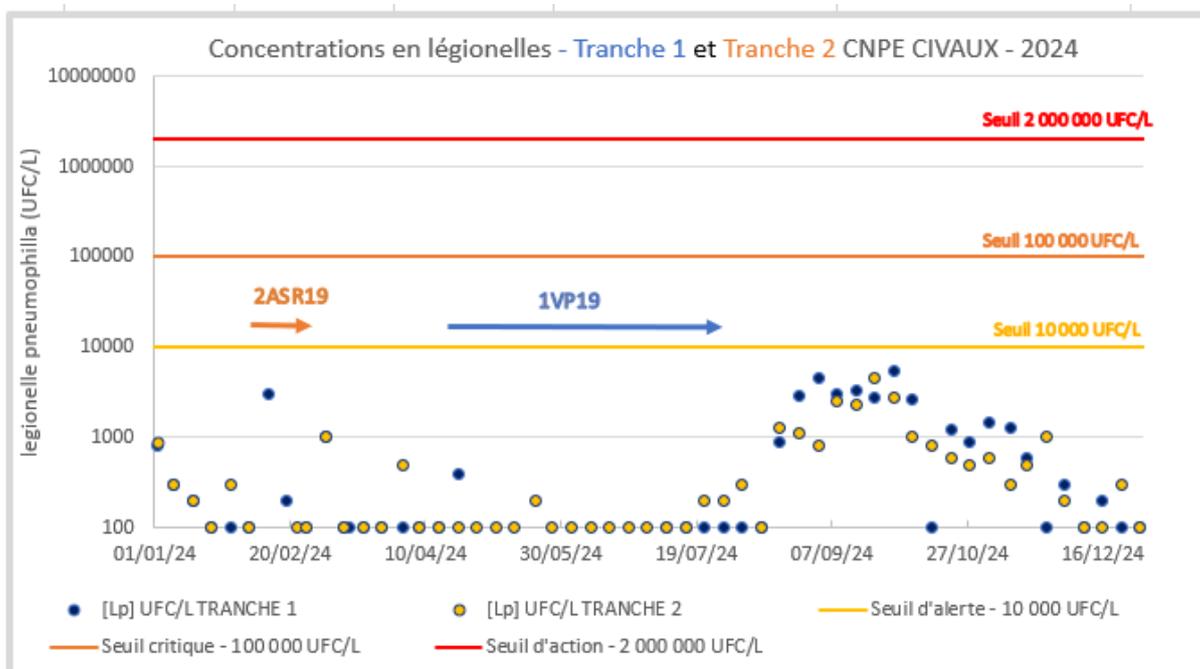
La figure met en évidence que la concentration calculée à l'aval du site n'a jamais atteint les limites réglementaires de 80 Nf/L, et de 100 Nf/L, imposées par la décision ASN n° 2016-DC-0578.

Les concentrations amibiennes calculées à l'aval sont restées éloignées des limites réglementaires avec une maximale de 48 Nf/L mesurée le 19 août.

Bilan annuel des colonisations en légionelles

- **Tranches 1 et 2 :**

L'évolution des concentrations en légionelles dans les circuits de refroidissement des tranches 1 et 2 et le bilan statistique sont présentés dans les figures et tableaux suivants.



Concentrations en Legionella pneumophila (UFC/L)	Moyenne	Minimum	Maximum	Seuil d'action curative
Tranche 1	905	< 100	5 600	2 000 000
Tranche 2	526	< 100	4 600	

Le bilan statistique met en évidence des colonisations relativement faibles des circuits de refroidissement. Plus de la moitié des échantillons ont toutefois été positifs à Legionella Pneumophila indiquant ainsi une présence relativement constante de la bactérie dans les circuits des deux tranches.

La figure laisse toutefois apparaître deux périodes où les légionelles ont été présentes de manière significative dans les circuits de refroidissement des Tranche 1 et 2.

La première période a été observée entre le début d'année et le mois de mars 2024. Celle-ci s'est produite au cours d'une période où la qualité de l'eau circulant dans le circuit de refroidissement a été dégradée (variations des débits de rivière et de la turbidité). Ceci a également pu être la cause des flores interférentes qui ont empêché l'obtention de résultats normés pour les prélèvements du 12 février et du 4 mars. Il est à noter que l'utilisation des

boîtes supplémentaires sur ces analyses a mis en évidence des concentrations respectives en Legionella Pneumophila de 3 000 UFC/L et < 1 000 UFC/L.

Malgré une dégradation de la qualité de l'eau persistante entre les mois de mars et juin, aucune flore interférente n'a été détectée sur cette période. De plus, Legionella Pneumophila a été rarement détectée et à des faibles concentrations.

Une deuxième période de colonisation, plus importante, a débuté mi-août et s'est poursuivie jusqu'à fin novembre. En effet, des premières concentrations significatives en Legionella Pneumophila ont été observées le 19 août avec 900 UFC/L en Tranche 1 et 1 300 UFC/L en Tranche 2. Les valeurs ont augmenté jusqu'à un pic de 5 600 UFC/L le 30 septembre en Tranche 1 et 4 600 UFC/L le 23 septembre en Tranche 2, avant de diminuer progressivement jusqu'à fin novembre. Legionella Pneumophila a ensuite été rarement détectée jusqu'à la fin de l'année, et ce à des concentrations très faibles.

Les températures maximales en sortie condenseur étant relativement élevées à la mi-août, il est possible qu'elles aient favorisé la colonisation du circuit de refroidissement, de la même manière que la colonisation ambiante expliquée sur la même période. La présence des Legionella Pneumophila s'est toutefois maintenue lors de la baisse de ces températures, mettant en lumière une certaine capacité à se maintenir dans le circuit de refroidissement malgré des conditions moins favorables.

Il n'a pas été nécessaire de réaliser d'action curative (chloration massive) étant donné que les concentrations sont restées très éloignées du seuil d'action des 2 000 000 UFC/L.

- **SEC et TRI :**

En parallèle de la Décision n° 2016-DC-0578, l'arrêté du 13 décembre 2004 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement impose aux CNPE d'effectuer un suivi des légionelles de l'eau de leurs installations classées de la rubrique 2921.

Pour le site de Civaux, ce suivi est effectué dans le circuit de réfrigération intermédiaire (circuit TRI) et dans le circuit d'eau brute secouru des Tranches 1 et 2 (circuits SEC). Cet arrêté fixe la valeur seuil limite de la concentration des Legionella spp. dans l'eau de ces circuits à 1 000 UFC/L.

➤ Circuits SEC

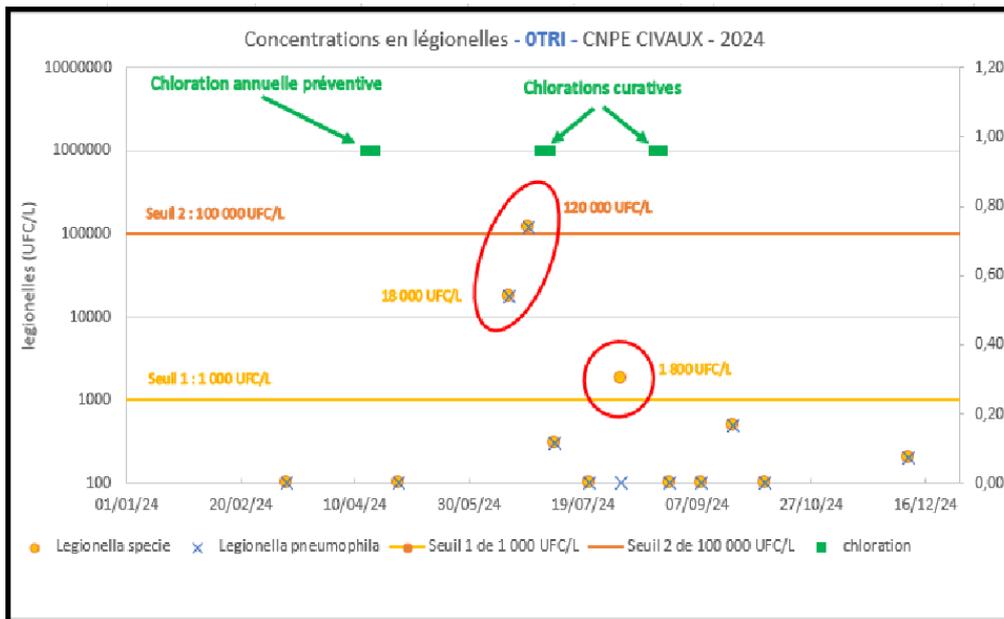
Bassins SEC TRANCHE 1 du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 2024						
Concentrations	Moyenne	Minimum	Maximum	Médiane	Nombre de valeurs pour chaque voie (A et B)	Nombre ≥ LQ
Legionella spp. (UFC/L)	< 100	< 100	< 100	< 100	4	0
Legionella Pneumophila (UFC/L)	< 100	< 100	< 100	< 100		0

Bassins SEC TRANCHE 2 du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 2024						
Concentrations	Moyenne	Minimum	Maximum	Médiane	Nombre de valeurs pour chaque voie (A et B)	Nombre ≥ LQ
Legionella spp. (UFC/L)	100	< 100	100	< 100	4	1
Legionella Pneumophila (UFC/L)	100	< 100	100	< 100		1

La fréquence de prélèvement a été trimestrielle pour les installations SEC des deux tranches. Pour l'ensemble des prélèvements effectués pour les deux tranches, seul l'échantillon du 9 septembre concernant la voie B du circuit SEC de la Tranche 2 a permis la détection de légionelles à une concentration de 100 UFC/L. La limite de 1 000 UFC/L fixée par l'arrêté du 13 décembre 2004 a été respectée. Ainsi, il n'y a pas eu de prélèvement supplémentaire réalisé, ni d'action corrective ou curative.

➤ Circuit TRI

TRI du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 2024						
Concentrations	Moyenne	Minimum	Maximum	Médiane	Nombre de valeurs	Nombre ≥ LQ
Legionella spp. (UFC/L)	11 784	< 100	120 000	150	12	7
Legionella Pneumophila (UFC/L)	11 642	< 100	120 000	100		6



Le suivi des légionelles du circuit TRI a été marqué par des concentrations inhabituellement élevées en légionelles qui ont conduit à un non-respect des seuils fixés par l'arrêté du 13 décembre 2004.

En effet, le 17 juin 2024, le seuil de 1 000 UFC/L a été dépassé puisqu'une concentration de 18 000 UFC/L a été mesurée. Du fait de ces résultats, un nouveau prélèvement a été réalisé le 25 juin. La concentration obtenue lors du dénombrement a été de 120 000 UFC/L. Le seuil de 100 000 UFC/L fixé par l'arrêté du 13 décembre 2004 a donc été également dépassé. Le seuil en *Legionella* spp. de 1 000 UFC/L a de nouveau été dépassé le 5 août avec un résultat de 1 800 UFC/L, mais sans que *Legionella* *Pneumophila* ne soit détectée.

L'exploitant a pris les dispositions nécessaires à la suite de chacun de ces dépassements en réalisant les actions curatives et correctives définies dans la stratégie de traitement des installations classées du CNPE (arrêt, nettoyage et désinfection). En parallèle, le suivi des légionelles a été renforcé en réalisant les prélèvements à une fréquence bimensuelle durant 3 mois. La mise en place de ces actions a permis de diminuer drastiquement les concentrations en légionelles dans l'installation comme le montrent les analyses effectuées après ces dépassements.

Partie VI - Surveillance de l'environnement

I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

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

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

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

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

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

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

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

Ainsi, le CNPE réalise annuellement, sous le contrôle de l'ASN, plusieurs milliers d'analyses dont les résultats sont transmis à l'administration et publiés par EDF sur le site internet du CNPE (<https://www.edf.fr/groupe-edf/producteur-industriel/carte-des-implantations/centrale-nucleaire-de-civaux>). 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.

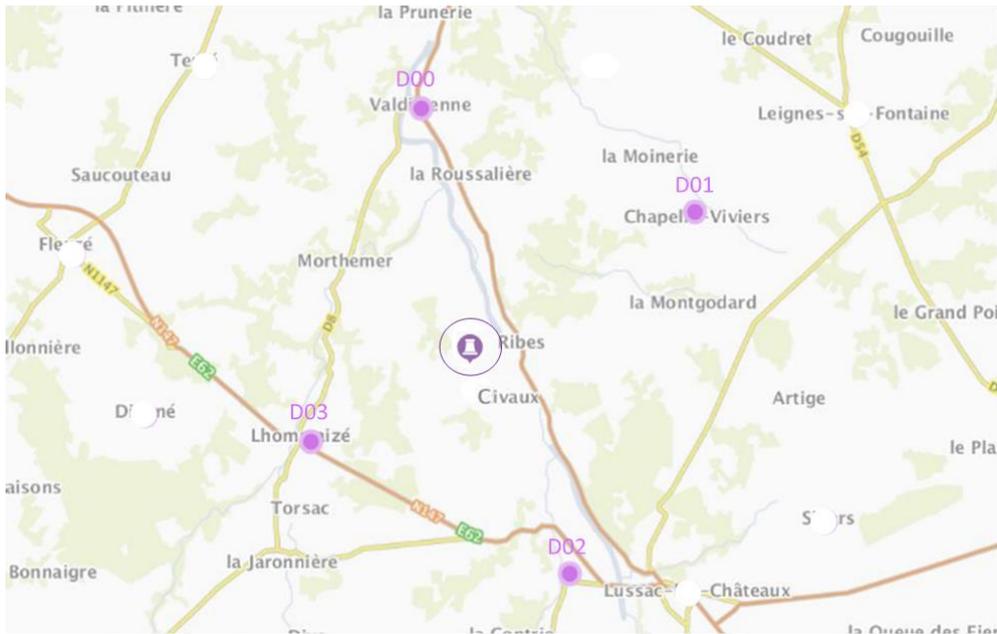
Réseau de balises radiométriques « Clôture »



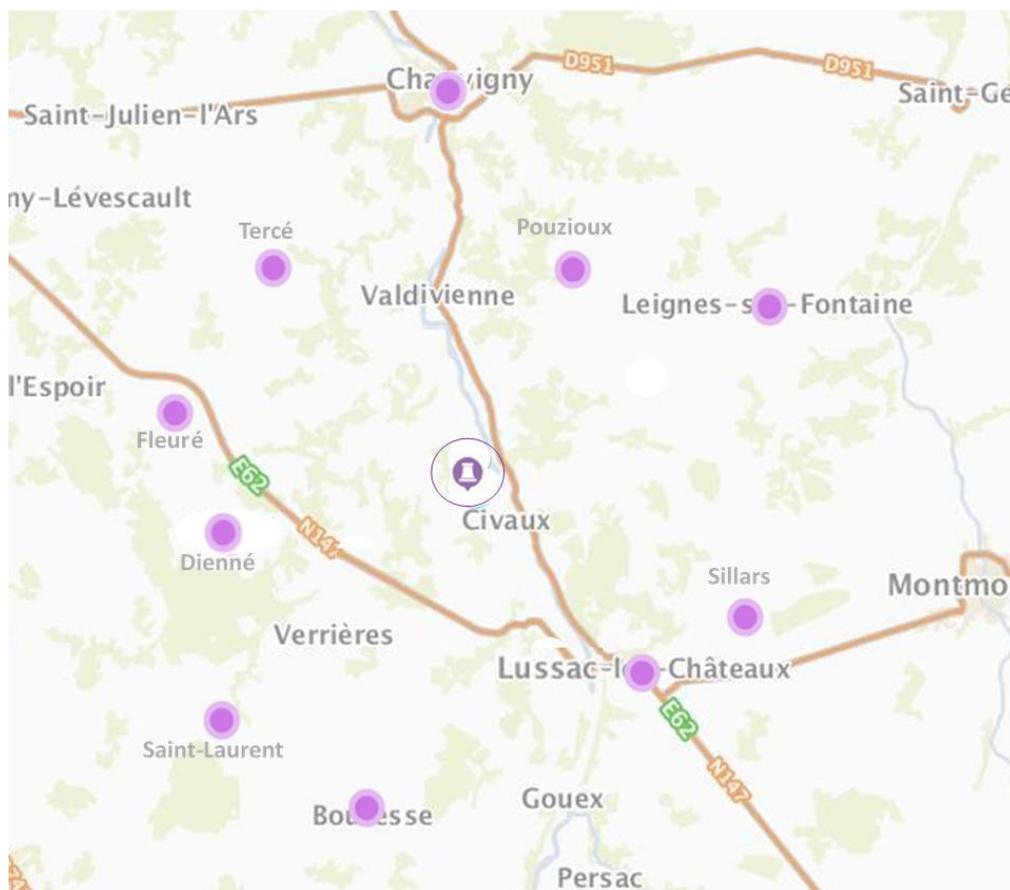
Réseau des balises radiométriques « 1Km »



Réseau des balises radiométriques « 5Km »



Réseau des balises radiamétriques « 10km »



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	1,28E+02	2,30E+02	1,30E+02	1,27E+02
1 km	1,07E+02	2,52E+02	1,14E+02	1,14E+02
5 km	1,35E+02	2,28E+02	1,36E+02	1,37E+02
10 km	1,20E+02	1,80E+02	1,22E+02	1,24E+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 bêta globale à J+6 sont réalisées quotidiennement sur les filtres, ainsi qu'une analyse isotopique mensuelle par spectrométrie gamma sur regroupement des filtres quotidiens par station.

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

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

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment atmosphérique pour l'année 2024 sont donnés dans le tableau suivant.

Compartiment	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur minimale mesurée	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)	
Poussières atmosphériques (Bq/m ³)	Bêta globale	5,16E-04	8,70E-05	2,28E-03	1,00E-02	
	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	5,67E-06	3,40E-06	8,00E-06	-
		⁶⁰ Co	4,60E-06	2,00E-06	6,70E-06	-
		¹³⁴ Cs	4,54E-06	2,80E-06	6,60E-06	-
		¹³⁷ Cs	3,70E-06	3,00E-06	5,00E-06	-
		⁴⁰ K	1,08E-04	9,50E-05	1,30E-04	-
Tritium atmosphérique (Bq/m ³)		1,76E-01	9,30E-02	2,30E-01	5,00E+01	
Eau de pluie (Bq/L)	Bêta globale	1,43E-01	9,90E-02	1,90E-01	-	
	Tritium	5,95E+00	4,40E+00	6,50E+00	-	

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

Nature du prélèvement	Radionucléide		Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres (Bq/kg sec)	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	Mensuelle	3,92E-01	5,00E-01
		⁶⁰ Co		4,50E-01	8,00E-01
		¹³⁴ Cs		3,46E-01	5,00E-01
		¹³⁷ Cs		3,63E-01	5,00E-01
		⁴⁰ K		6,83E+02	1,11E+03
Lait (Bq/L)	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	Mensuelle	4,17E-01	6,00E-01
		⁶⁰ Co		3,67E-01	5,00E-01
		¹³⁴ Cs		3,88E-01	5,00E-01
		¹³⁷ Cs		3,88E-01	5,00E-01
		¹¹⁰ Ag		4,21E-01	5,00E-01
		⁵⁴ Mn		3,71E-01	5,00E-01
		⁴⁰ K		4,55E+01	5,30E+01

Commentaires :

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

Ces résultats montrent que la radioactivité présente dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE de Civaux 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 les choux, l'herbe et le lait 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 mesurées dans les choux et l'herbe sont inférieures aux seuils de décision analytiques. Ces résultats sont comparables avec ceux obtenus les années précédentes ; les rejets d'effluents radioactifs atmosphériques réalisés par le CNPE de Civaux n'ont pas d'influence sur l'environnement terrestre autour du site.

Les activités mesurées dans le compartiment terrestre en radionucléides artificiels, dont l'origine est principalement à relier aux retombées des essais nucléaires atmosphériques et

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

de l'accident de Tchernobyl, 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 marin sont présentés dans le rapport IRSN figurant en Annexe.

Ces résultats montrent que la radioactivité présente dans l'environnement aquatique au voisinage du CNPE de Civaux 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. Les niveaux d'activité sont du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval du CNPE de Civaux, compte tenu des incertitudes de mesure. Ce radionucléide provient principalement des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl, une contribution du CNPE de Civaux ne pouvant être exclue à l'aval. Les détections, uniquement à l'aval du site, de ^{60}Co dans les sédiments et les phanérogames et d' ^{110}mAg dans les sédiments, témoignent de l'influence des rejets radioactifs liquides du CNPE de Civaux.

En 2023, les niveaux d'activité en ^3H organiquement lié mesurés dans les poissons, collectés à l'amont et à l'aval du site, sont comprises dans la gamme de variabilité environnementale mesurable en milieu aquatique continental (de 0,3 à 1,8 Bq/L pour le tritium⁴).

Le niveau d'activité en ^{14}C mesuré dans les poissons en amont du CNPE (232 ± 9 Bq/kg de C) est proche de la limite haute de la gamme de valeurs caractéristiques d'un milieu fluvial non soumis à des rejets d'effluents radioactifs (de l'ordre de 200-220 Bq/kg de C⁵). En revanche, l'activité mesurée dans les poissons à l'aval est supérieure au bruit de fond ambiant mais également à la valeur mesurée à l'amont. Ces résultats sont liés aux rejets d'effluents radioactifs liquides réalisés par le CNPE de Civaux.

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

⁴ 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

⁵ 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

Paramètres	Unité	Valeur mesurée
3H	Bq/L	< 2,00E+01
Beta Global	Bq/L	< 1,00E+00
Beta Global MES	Bq/L	1,00E-01

Commentaires : RAS

II. Physico-chimie des eaux souterraines

Une surveillance physico-chimique des eaux souterraines est effectuée sur les paramètres physicochimiques par le biais de prélèvements sur 13 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	1,07E+01
Conductivité in-situ	µS/cm	6,82E+02
AOX	mg/L	1,30E-02
Chlorures		3,90E+01
COT		1,00E+00
Hydrocarbures (C10-C40)		< 1,00E-01
MES		2,00E+00
Phosphates		< 3,00E-01
Potassium		7,88E+00
Sodium		< 1,00E+02
Sulfates		< 1,25E+02
Ammonium		< 3,00E-01
Azote Kjeldhal		< 2,00E+00
Nitrates		< 2,50E+01
Azote global		5,90E+00
Aluminium total		4,30E-02
Chrome total		< 3,00E-02
Cuivre total		< 1,00E+00
Fer total		2,90E-02
Manganese total		1,00E-03
Nickel total		< 1,00E-02
Plomb total		< 5,00E-03
Zinc total	< 2,50E+00	
Fer dissous	1,00E-02	
DCO	1,00E+01	

Commentaires : RAS

III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface

1. Physico-chimie en continu

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

Les tableaux suivants présentent les résultats du suivi sur l'année 2024 pour les stations amont (SM1), rejet (SM2) et aval (SM3).

Station amont SM1	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,70	10,57	10,9	9,42	8,7	8,2	7,8	7,9	8,7	9,3	10,3	11,5
Conductivité (µS/cm)	114,45	122,86	113,1	119,0	99,0	122,2	141,4	175,5	172,6	121,1	121,0	109,4
pH	7,10	7,15	7,3	7,2	7,1	7,1	7,2	7,6	7,5	7,1	7,2	7,2
Température	6,84	8,92	10,5	13,33	15,0	18,9	22,6	22,5	18,5	15,2	11,4	7,5

Station rejet SM2	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	9,77	9,97	10,0	9,2	9,4	9,4	9,3	9,1	9,2	8,6	9,1	9,5
Conductivité (µS/cm)	173,37	171,34	158,2	179,7	176,1	189,4	212,8	313,2	285,3	183,2	187,4	163,1
pH	7,83	7,83	7,8	7,9	7,9	8,0	8,1	8,3	8,3	8,0	8,0	7,8
Température	19,28	17,84	17,7	21,8	19,8	18,4	20,5	21,5	19,6	23,7	21,3	18,8

Station aval SM3	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,12	10,69	9,4	8,9	8,1	8,1	8,0	8,2	8,6	8,9	10,0	11,2
Conductivité (µS/cm)	130,78	122,92	144,1	147,5	138,8	132,5	146,5	201,9	182,7	130,2	123,7	117,9
pH	7,04	7,27	7,0	7,0	6,9	7,0	7,2	7,6	7,5	7,1	7,4	7,2
Température	7,24	9,20	10,5	13,4	15,1	19,0	22,9	22,7	18,6	15,4	11,8	8,0

Commentaires : 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.

IV. Physico-chimie et Hydrobiologie

1. Surveillance pérenne

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

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

Les tableaux suivants présentent le suivi 2024 des analyses chimiques et physico-chimique des eaux de surface (Vienne) :

- Le CNPE fait réaliser par le laboratoire AQUASCOP via IANESCO des mesures de certains paramètres physico-chimiques soutenant la vie biologique. Des prélèvements d'eau de la Vienne sont effectués mensuellement, en amont (MAZEROLLES), en aval 1 (CUBORD), en aval 2 (VALDIVIENNE), ainsi que des mesures bimestrielles en aval 3 (BONNES).
- Les rejets chimiques 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 la Vienne en amont et sur les points en aval du CNPE.

Les rejets chimiques résultant du fonctionnement du CNPE sont issus :

- des produits de conditionnement des circuits pour réduire la corrosion ou participer à la maîtrise de la réactivité ;
- des traitements de purification des eaux de Vienne par déminéralisation pour en faire une utilisation industrielle;
- de l'usure normale des matériaux par érosion.
- du lavage du linge utilisé en zone contrôlée.

Point de prélèvement : pont de MAZEROLLES

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	
Température de l'eau (IN SITU)	9	8	8		12	18	°C
pH (IN SITU)	7,5	7,4	7,5	7,4	7,2	7,3	unité pH
Conductivité à 25°C (IN SITU)	108	115	103	97	100	113	µS/cm
Oxygène dissous (IN SITU)	11,5	11,8	11,7	10,8	10,7	8,7	mgO2/L
Saturation en oxygène dissous (IN SITU)	100	98	101	104	100	92	%
Turbidité	12	6,6	11	23	23	7	NFU
Titre alcalimétrique complet (TAC)	2,6	2,6	2,5	2,6	2,6	3,1	°F
Carbone organique dissous (COD)	4,9	3,7	4	4,7	4,4	4,9	mg/l
Silice (SiO2)	13	13	12	11	12	12	mg/l
Calcium dissous	7,6	7,9	7,4	7,2	7	8,9	mg/l
Magnésium dissous	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,7	mg/l
Sodium dissous	7,1	8,3	6,6	6,7	7,2	8	mg/l
Potassium dissous	2	1,8	1,7	1,7	1,8	1,7	mg/l
Hydrogénocarbonates HCO3	32	32	30	32	32	38	mg/l
Chlorures (Cl)	8,9	8,9	7,4	5,9	6,7	7,2	mg/l
Sulfates (SO4)	6,9	8	6,7	6,6	6,2	6,2	mg/l

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	
DBO5J (non diluée)(éch.congelé)	0,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	< 0,5	mgO2/l
ST-DCO	20	16	13	20	25	18	mgO2/l
Matières en suspension (MES)	13	7,6	11	32	37	9,8	mg/L
Nitrates (NO3)	7	7,7	7,1	5,6	5,4	6,2	mg/L
Nitrites (NO2)	0,04	0,04	0,03	0,01	0,04	0,03	mg/L
Ammonium (NH4)	0,07	0,04	0,04	0,02	0,07	0,04	mg/L
Azote Kjeldahl (NTK)	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	< 0,5	mg/L
Phosphore total (en P)	0,06	0,05	0,05	0,08	0,11	0,06	mg/L
Bore (B)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,05	mg/L
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/L
Hydrazine	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	mg/L
Orthophosphates (PO4)	0,1	0,06	0,05	0,05	0,03	0,06	mg/L
METAUX TOTAUX	1988,1	1138	1641,3	2829,1	3549,6	1639,2	µg/L
Aluminium total (Al)	800	380	650	1200	1400	460	µg/L
Chrome total (Cr)	1,4	1,1	1,4	2,1	2,4	1,2	µg/L
Cuivre total (Cu)	2,5	2,4	3,9	3	3,3	2,5	µg/L
Fer total (Fe)	1100	700	910	1500	2000	1100	µg/L
Manganèse total (Mn)	39	34	34	57	79	45	µg/L
Nickel total (Ni)	1,3	0,9	1,1	1,6	1,8	1,3	µg/L
Plomb total (Pb)	0,9	0,6	0,9	1,4	2,1	2,2	µg/L
Titane total (Ti)	32	13	27	55	50	16	µg/L
Zinc total (Zn)	11	6	13	9	11	11	µg/L
Indice hydrocarbure (C10-C40)	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	µg/L
Chloroforme (trichlorométhane)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	µg/L
Ethanolamine	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	µg/L
Morpholine	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	µg/L
Coliformes thermotolérants	1000	100	1000	700	ininterprétable	0	/100mL
Coliformes totaux	3500	100	1200	2400	ininterprétable	300	/100mL
Escherichia coli	610	250	1200	2100	8300	230	/100mL
Entérocoques	230	30	270	520	1600	15	/100mL
Choropyle a			< 5	1	4	1	µg/L
Phéopigments			< 5	5	7	5	µg/L
Acide dibromoacétique	\	\	< 0,5	\	\	< 0,5	µg/L
Acides haloacétiques totaux	\	\	7,2	\	\	< 5	µg/L
Acide monochloroacétique	\	\	< 3	\	\	< 3	µg/L
Acide dichloroacétique	\	\	< 1	\	\	< 1	µg/L
Acide trichloroacétique	\	\	< 0,5	\	\	< 0,5	µg/L

	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Température de l'eau (IN SITU)	20	26	20	15	13	8	°C
pH (IN SITU)	7,2	7,3	7,5	7,4	7,3	7,4	unité pH
Conductivité à 25°C (IN SITU)	118	167	201	134	112	113	µS/cm
Oxygène dissous (IN SITU)	8,7	6,5	7,6	9,4	10,1	11,5	mgO2/L

	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Saturation en oxygène dissous (IN SITU)	90	81	84	91	95	96	%
Turbidité	9,7	5,3	1,6	8,2	6,7	7,3	NFU
Titre alcalimétrique complet (TAC)	3,6	4,8	5	3,1	2,8	2,6	°F
Carbone organique dissous (COD)	6,9	5,4	4,7	5,8	4,9	4,8	mg/l
Silice (SiO2)	11	9,4	7,9	14	12	14	mg/l
Calcium dissous	9,4	11	15	9,8	8,5	8	mg/l
Magnésium dissous	2,7	3	3,5	2,9	2,5	2,6	mg/l
Sodium dissous	7,6	16	16	10	9,1	9,2	mg/l
Potassium dissous	1,9	2,6	2,8	2,7	2	2	mg/l
Hydrogénocarbonates HCO3	44	59	61	38	34	32	mg/l
Chlorures (Cl)	7,6	11	14	11	8,7	8,7	mg/l
Sulfates (SO4)	6,4	15	16	9,7	7,5	7,3	mg/l
DBO5J (non diluée)(éch.congelé)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	<0,5	< 0,5	mgO2/l
ST-DCO	22	21	14	17	14	16	mgO2/l
Matières en suspension (MES)	11	8	< 2	10	8,4	8,1	mg/L
Nitrates (NO3)	5,7	5,8	7,3	6,7	5,5	6,1	mg/L
Nitrites (NO2)	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	mg/L
Ammonium (NH4)	0,03	0,03	< 0,01	0,04	0,02	0,04	mg/L
Azote Kjeldahl (NTK)	0,6	< 0,5	0,6	0,6	<0,5	0,5	mg/L
Phosphore total (en P)	0,08	0,06	0,04	0,08	0,05	0,05	mg/L
Bore (B)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,06	0,06	< 0,05	mg/L
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/L
Hydrazine	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	mg/L
Orthophosphates (PO4)	0,13	0,09	0,07	0,14	0,04	0,04	mg/L
METAUX TOTAUX	1804,2	976,5	588,5	1382,5	1272,3	1267,4	µg/L
Aluminium total (Al)	520	210	83	380	360	380	µg/L
Chrome total (Cr)	1,2	1	0,6	1	0,9	1,5	µg/L
Cuivre total (Cu)	2,4	3	1,5	1,9	2	2	µg/L
Fer total (Fe)	1200	720	480	940	850	830	µg/L
Manganèse total (Mn)	52	30	17	40	39	34	µg/L
Nickel total (Ni)	1,1	1	0,7	0,9	0,7	1,3	µg/L
Plomb total (Pb)	2,5	0,8	0,4	0,7	0,7	0,6	µg/L
Titane total (Ti)	21	6,7	3,3	14	13	14	µg/L
Zinc total (Zn)	4	4	2	4	6	4	µg/L
Indice hydrocarbure (C10-C40)	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	µg/L
Chloroforme (trichlorométhane)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	µg/L
Ethanolamine	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	µg/L
Morpholine	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	µg/L
Coliformes thermotolérants	< 100	100	80	300	210	750	/100mL
Coliformes totaux	1200	> 8000	< 100	4000	300	550	/100mL
Escherichia coli	94	140	46	390	110	140	/100mL
Entérocoques	77	160	61	140	30	61	/100mL

	Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre		
Chorophyle a	<	1		2	<	1		1		\		\	µg/L
Phéopigments		3		3		3		5		\		\	µg/L
Acide dibromoacétique		\		\	<	0,5		\		\	<	0,5	µg/L
Acides haloacétiques totaux		\		\	<	6		\		\	<	6	µg/L
Acide monochloroacétique		\		\	<	3		\		\	<	3	µg/L
Acide dichloroacétique		\		\	<	1		\		\	<	1	µg/L
Acide trichloroacétique		\		\	<	0,5		\		\	<	0,5	µg/L

Point de prélèvement : pont de CUBORD

	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin		
Température de l'eau (IN SITU)		9		9,00		8		13		12,00		18	°C
pH (IN SITU)		7,5		7,50		7,5		7,4		7,30		7,3	unité pH
Conductivité à 25°C (IN SITU)		118		121,00		117		110		107,00		128	µS/cm
Oxygène dissous (IN SITU)		11,3		11,60		11,7		10,6		10,40		8,6	mgO2/L
Saturation en oxygène dissous (IN SITU)		99		98,00		100		102		97,00		92	%
Turbidité		14		4,90		11		32		22,00		7,4	NFU
Titre alcalimétrique complet (TAC)		3,1		2,70		3		3		3,00		3,7	°F
Carbone organique dissous (COD)		4,9		3,90		4		4,8		4,60		4,9	mg/l
Silice (SiO2)		13		13,00		12		11		12,00		12	mg/l
Calcium dissous		9		8,70		9,5		9,6		7,50		12	mg/l
Magnésium dissous		2,6		2,50		2,5		2,5		2,30		2,8	mg/l
Sodium dissous		7,2		8,40		6,8		6,8		7,20		8,2	mg/l
Potassium dissous		2		1,80		1,8		1,7		1,80		1,9	mg/l
Hydrogénocarbonates HCO3		38		33,00		37		37		37,00		45	mg/l
Chlorures (Cl)		9		8,90		7,6		6,3		6,80		7,7	mg/l
Sulfates (SO4)		7,3		8,20		7		7		6,50		6,9	mg/l
DBO5J (non diluée)(éch.con-gelé)	<	0,5	<	0,50	<	0,5	<	0,5		0,70	<	0,5	mgO2/l
ST-DCO		20		17,00		14		19		24,00		18	mgO2/l
Matières en suspension (MES)		12		7,40		10		32		39,00		9,4	mg/L
Nitrates (NO3)		7,3		7,80		7,5		6		5,70		6,6	mg/L
Nitrites (NO2)		0,04		0,03		0,03		0,01		0,04		0,03	mg/L
Ammonium (NH4)		0,06		0,04		0,04		0,03		0,08		0,04	mg/L
Azote Kjeldahl (NTK)		0,7	<	0,50		0,5		0,6		0,60	<	0,5	mg/L
Phosphore total (en P)		0,06		0,05		0,05		0,08		0,11		0,06	mg/L
Bore (B)	<	0,05	<	0,05	<	0,05	<	0,05		0,06	<	0,05	mg/L
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	<	0,05	<	0,05	<	0,05	<	0,05	<	0,05	<	0,05	mg/L
Hydrazine	<	0,2	<	0,20	<	0,2	<	0,2	<	0,20	<	0,2	mg/L
Orthophosphates (PO4)		0,07		0,07		0,05		0,05		0,04		0,07	mg/L
METAUX TOTAUX		1586,9		1 166,20				2932,2		3 551,60		1613	µg/L
Aluminium total (Al)		590		380,00		640		1200		1 400,00		430	µg/L
Chrome total (Cr)		1,2		1,30		1,6		2,1		2,30		1	µg/L

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	
Cuivre total (Cu)	2,4	2,40	2,7	3	3,30	2,4	µg/L
Fer total (Fe)	910	720,00	930	1600	2 000,00	1100	µg/L
Manganèse total (Mn)	40	40,00	39	63	80,00	53	µg/L
Nickel total (Ni)	1,3	0,90	1,4	1,6	1,80	1,1	µg/L
Plomb total (Pb)	1	0,60	1	1,5	2,20	1,5	µg/L
Titane total (Ti)	26	14,00	26	52	51,00	16	µg/L
Zinc total (Zn)	15	7,00	10	9	11,00	8	µg/L
Indice hydrocarbure (C10-C40)	< 50	< 50,00	< 50	< 50	< 50,00	< 50	µg/L
Chloroforme (trichlorométhane)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	µg/L
Ethanolamine	< 10	< 10,00	< 10	< 10	< 10,00	< 10	µg/L
Morpholine	< 50	< 50,00	< 50	< 50	< 50,00	< 50	µg/L
Coliformes thermotolérants	800	200,00	1000	700	ininterprétable	200	/100mL
Coliformes totaux	4800	300,00	1500	2100	ininterprétable	300	/100mL
Escherichia coli	580	180,00	1100	1800	7 100,00	180	/100mL
Entérocoques	260	60,00	200	630	1 500,00	15	/100mL
Acide dibromoacétique	\	\	< 0,5	\	\	< 0,5	µg/L
Acides haloacétiques totaux	\	\	7,3	\	\	< 5	µg/L
Acide monochloroacétique	\	\	< 3	\	\	< 3	µg/L
Acide dichloroacétique	\	\	< 1	\	\	< 1	µg/L
Acide trichloroacétique	\	\	< 0,5	\	\	< 0,5	µg/L

	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Température de l'eau (IN SITU)	20	26,00	19	14	14	8	°C
pH (IN SITU)	7,4	7,40	7,5	7,6	7,3	7,4	unité pH
Conductivité à 25°C (IN SITU)	148	181,00	234	164	135	130	µS/cm
Oxygène dissous (IN SITU)	8,5	6,90	7,6	9,3	9,5	11,2	mgO2/L
Saturation en oxygène dissous (IN SITU)	87	85,00	82	90	91	94	%
Turbidité	12	3,00	2,5	10	5,2	7,8	NFU
Titre alcalimétrique complet (TAC)	4,6	4,80	6	4,2	3,7	3,6	°F
Carbone organique dissous (COD)	6,7	5,70	5	6,1	4,9	4,9	mg/l
Silice (SiO2)	12	10,00	7,8	14	13	14	mg/l
Calcium dissous	15	13,00	19	15	12	10	mg/l
Magnésium dissous	3	3,40	4,1	3,2	2,8	2,8	mg/l
Sodium dissous	8	16,00	18	11	9,3	9,4	mg/l
Potassium dissous	2	2,70	3	2,9	2	2,1	mg/l
Hydrogénocarbonates HCO3	56	59,00	73	51	45	44	mg/l
Chlorures (Cl)	8,1	12,00	16	11	9	11	mg/l

	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Sulfates (SO4)	7,5	17,00	18	12	8	8,9	mg/l
DBO5J (non diluée)(éch.congelé)	< 0,5	< 0,50	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	mgO2/l
ST-DCO	20	19,00	15	18	14	16	mgO2/l
Matières en suspension (MES)	11	2,90	3,1	8,6	7	8,6	mg/L
Nitrates (NO3)	6,5	6,20	7,9	7,9	6	6,4	mg/L
Nitrites (NO2)	0,03	0,01	0,02	0,03	0,04	0,03	mg/L
Ammonium (NH4)	0,02	0,02	< 0,01	0,04	0,02	0,03	mg/L
Azote Kjeldahl (NTK)	0,6	< 0,50	0,7	0,7	< 0,5	0,5	mg/L
Phosphore total (en P)	0,08	0,05	0,04	0,08	0,05	0,05	mg/L
Bore (B)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0	< 0,05	mg/L
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0	< 0,05	mg/L
Hydrazine	< 0,2	< 0,20	< 0,2	< 0,2	< 0	< 0,2	mg/L
Orthophosphates (PO4)	0,1	0,10	0,08	0,14	0,03	0,03	mg/L
METAUX TO-TAUX	1819,4	858,50	607,3	1392,9	1103,2	1352,1	µg/L
Aluminium total (Al)	530	160,00	84	540	290	440	µg/L
Chrome total (Cr)	1,1	0,70	0,7	1,2	0,8	1,1	µg/L
Cuivre total (Cu)	2,4	2,40	1,8	2	2,1	2,2	µg/L
Fer total (Fe)	1200	660,00	490	790	750	850	µg/L
Manganèse total (Mn)	58	26,00	24	38	43	37	µg/L
Nickel total (Ni)	1,1	1,00	0,7	1	0,7	1,1	µg/L
Plomb total (Pb)	2,8	0,70	0,4	0,7	0,6	0,7	µg/L
Titane total (Ti)	20	4,70	3,7	16	11	16	µg/L
Zinc total (Zn)	4	3,00	2	4	5	4	µg/L
Indice hydrocarbure (C10-C40)	< 50	< 50,00	< 50	< 50	< 50	< 50	µg/L
Chloroforme (trichlorométhane)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0	< 0,15	µg/L
Ethanolamine	< 10	< 10,00	< 10	< 10	< 10	< 10	µg/L
Morpholine	< 50	< 50,00	< 50	< 50	< 50	< 50	µg/L
Coliformes thermotolérants	< 100	180,00	< 100	500	420	280	/100mL
Coliformes totaux	3300	> 8 000,00	300	> 8000	600	300	/100mL
Escherichia coli	310	200,00	270	510	310	180	/100mL
Entérocoques	270	180,00	77	230	160	< 15	/100mL
Acide dibromoacétique	\	\	< 0,5	\	< 0,5	< 0,5	µg/L
Acides haloacétiques totaux	\	\	< 6	\	< 6	< 6	µg/L
Acide monochloroacétique	\	\	< 3	\	< 3	< 3	µg/L

	Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre		
Acide dichloroacétique		\		\	<	1		\			<	1	µg/L
Acide trichloroacétique		\		\	<	0,5		\			<	0,5	µg/L

Point de prélèvement : pont de St MARTIN la rivière (Valdivienne)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	
Température de l'eau (IN SITU)	9	9	9	13	13	18	°C
pH (IN SITU)	7,5	7,5	7,5	7,4	7,3	7,4	unité pH
Conductivité à 25°C (IN SITU)	116	134	110	105	105	123	µS/cm
Oxygène dissous (IN SITU)	11,4	11,4	11,6	10,7	10,5	8,9	mgO2/L
Saturation en oxygène dissous (IN SITU)	100	96	101	103	99	95	%
Turbidité	14	7,8	11	24	24	8,6	NFU
Titre alcalimétrique complet (TAC)	2,8	3,1	2,7	2,8	2,9	3,4	°F
Carbone organique dissous (COD)	5	3,8	4,1	4,7	4,7	4,9	mg/l
Silice (SiO2)	13	13	12	11	12	12	mg/l
Calcium dissous	8,6	10	8,6	8,3	7,5	10	mg/l
Magnésium dissous	2,6	2,8	2,5	2,5	2,4	2,9	mg/l
Sodium dissous	7,3	8,4	6,7	6,7	7,3	8,1	mg/l
Potassium dissous	2,1	1,8	1,8	1,7	1,8	1,7	mg/l
Hydrogénocarbonates HCO3	34	38	33	34	35	41	mg/l
Chlorures (Cl)	8,5	9,1	7,3	6,2	6,9	7,5	mg/l
Sulfates (SO4)	7	8,4	6,8	6,6	6,4	6,6	mg/l
DBO5J (non diluée)(éch.congelé)	0,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,8	< 0,5	mgO2/l
ST-DCO	18	47	16	16	27	18	mgO2/l
Matières en suspension (MES)	14	8,4	11	29	34	8,4	mg/L
Nitrates (NO3)	7	7,9	7,3	5,8	5,5	6,3	mg/L
Nitrites (NO2)	0,04	0,03	0,03	0,01	0,04	0,03	mg/L
Ammonium (NH4)	0,06	0,04	0,04	0,03	0,08	0,03	mg/L
Azote Kjeldahl (NTK)	0,6	< 0,5	0,6	0,6	0,8	< 0,5	mg/L
Phosphore total (en P)	0,06	0,05	0,05	0,08	0,14	0,07	mg/L
Bore (B)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,06	< 0,05	mg/L
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/L
Hydrazine	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	mg/L
Orthophosphates (PO4)	0,07	0,06	0,05	0,05	0,07	0,07	mg/L
Indice hydrocarbure (C10-C40)	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	µg/L
Chloroforme (trichlorométhane)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	µg/L
Ethanolamine	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	µg/L
Morpholine	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	µg/L

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	
Chorophyle a	\	\	< 5	3	4	1	µg/L
Phéopigments	\	\	< 5	3	10	3	µg/L
Acide dibromoacétique	\	\	< 0,5	\	\	< 0,5	µg/L
Acides haloacétiques totaux	\	\	6,3	\	\	< 5	µg/L
Acide monochloroacétique	\	\	< 3	\	\	< 3	µg/L
Acide dichloroacétique	\	\	< 1	\	\	< 1	µg/L
Acide trichloroacétique	\	\	< 0,5	\	\	< 0,5	µg/L

	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Température de l'eau (IN SITU)	20	26	20	14	14	8	°C
pH (IN SITU)	7,4	7,5	7,8	7,6	7,4	7,4	unité pH
Conductivité à 25°C (IN SITU)	133	186	241	152	125	124	µS/cm
Oxygène dissous (IN SITU)	8,7	7	7,9	9,5	9,9	11,3	mgO2/L
Saturation en oxygène dissous (IN SITU)	87	86	87	92	95	95	%
Turbidité	8	4,8	2,4	8,6	7,3	7,6	NFU
Titre alcalimétrique complet (TAC)	3,5	4,9	6,5	3,7	3,3	3,4	°F
Carbone organique dissous (COD)	6,6	5,8	5,1	6	4,9	4,9	mg/l
Silice (SiO2)	12	9,5	7,9	14	12	14	mg/l
Calcium dissous	13	14	19	12	10	9,4	mg/l
Magnésium dissous	3,2	3,6	4,5	3,3	2,8	2,8	mg/l
Sodium dissous	8,1	16	18	11	9,2	9,4	mg/l
Potassium dissous	2	2,7	3	2,8	2	2	mg/l
Hydrogénocarbonates HCO3	43	60	79	45	40	41	mg/l
Chlorures (Cl)	7,6	12	16	11	9	9,7	mg/l
Sulfates (SO4)	6,5	16	19	11	7,9	8,1	mg/l
DBO5J (non diluée)(éch.congelé)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	mgO2/l
ST-DCO	23	19	13	17	16	15	mgO2/l
Matières en suspension (MES)	9,6	6	< 2	8	10	8,2	mg/L
Nitrates (NO3)	5,8	6,2	8,3	7,1	5,6	6,4	mg/L
Nitrites (NO2)	0,02	0,01	0,02	0,03	0,05	0,03	mg/L
Ammonium (NH4)	0,02	0,03	< 0,01	0,04	0,02	0,03	mg/L
Azote Kjeldahl (NTK)	0,6	0,9	0,7	0,6	< 0,5	0,5	mg/L
Phosphore total (en P)	0,07	0,05	0,05	0,08	0,05	0,05	mg/L
Bore (B)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,07	< 0,05	< 0,05	mg/L
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	mg/L
Hydrazine	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	mg/L
Orthophosphates (PO4)	0,1	0,12	0,08	0,13	0,03	0,03	mg/L
Indice hydrocarbure (C10-C40)	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	µg/L

	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Chloroforme (trichlorométhane)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	µg/L
Ethanolamine	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	µg/L
Morpholine	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	µg/L
Choropyle a	< 1	2	< 1	3	\	\	µg/L
Phéopigments	1	3	5	4	\	\	µg/L
Acide dibromoacétique	\	\	< 0,5	\		< 0,5	µg/L
Acides haloacétiques totaux	\	\	< 6	\		< 6	µg/L
Acide monochloroacétique	\	\	< 3	\		< 3	µg/L
Acide dichloroacétique	\	\	< 1	\		< 1	µg/L
Acide trichloroacétique	\	\	< 0,5	\		< 0,5	µg/L

Point de prélèvement : pont de BONNES

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	
Température de l'eau (IN SITU)	9	\	9	\	13	\	°C
pH (IN SITU)	7,6	\	7,5	\	7,2	\	unité pH
Conductivité à 25°C (IN SITU)	121	\	115	\	108	\	µS/cm
Oxygène dissous (IN SITU)	11,4	\	11,4	\	10,3	\	mgO2/L
Saturation en oxygène dissous (IN SITU)	99	\	101	\	98	\	%
Chlorures (Cl)	8,7	\	7,3	\	7,1	\	mg/l
Sulfates (SO4)	7,2	\	6,8	\	6,7	\	mg/l
DBO5J (non diluée)(éch.congelé)	0,8	\	< 0,5	\	0,9	\	mgO2/l
ST-DCO	17	\	14	\	23	\	mgO2/l
Matières en suspension (MES)	14	\	11	\	35	\	mg/L
Nitrates (NO3)	7,3	\	7,3	\	5,9	\	mg/L
Ammonium (NH4)	0,07	\	0,03	0,1	0,1	\	mg/L
Azote Kjeldahl (NTK)	0,6	\	< 0,5	0,7	0,7	\	mg/L
Phosphore total (en P)	0,06	\	0,05	0,1	0,1	\	mg/L
Bore (B)	< 0,05	\	< 0,05	0,07	0,07	\	mg/L
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	< 0,05	\	< 0,05	0,05	< 0,05	\	mg/L
Orthophosphates (PO4)	0,07	\	0,04	\	0,08	\	mg/L
METAUX TOTAUX	2179,6	\	1528,8	\	3038,5	\	µg/L
Aluminium total (Al)	890	\	580	\	1100	\	µg/L
Chrome total (Cr)	1,6	\	1,3	\	2	\	µg/L
Cuivre total (Cu)	2,5	\	2,5	\	3	\	µg/L
Fer total (Fe)	1200	\	880	\	1800	\	µg/L
Manganèse total (Mn)	39	\	31	\	78	\	µg/L
Nickel total (Ni)	1,4	\	1,1	\	1,5	\	µg/L
Plomb total (Pb)	1,1	\	0,9	\	2	\	µg/L

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	
Titane total (Ti)	36	\	25	\	42	\	µg/L
Zinc total (Zn)	8	\	7	\	10	\	µg/L
Indice hydrocarbure (C10-C40)	< 50	\	< 50	\	< 50	\	µg/L
Chloroforme (trichlorométhane)	< 0,15	\	< 0,15	\	< 0,15	\	µg/L
Coliformes thermotolérants	800	100	500	800	ininterprétable	200	/100mL
Coliformes totaux	3000	300	800	2200	ininterprétable	500	/100mL
Escherichia coli	730	160	770	2000	5400	77	/100mL
Entérocoques	209	46	160	410	1300	160	/100mL
Acide dibromoacétique	\	\	< 0,5	\	\	\	µg/L
Acides haloacétiques totaux	\	\	5,1	\	\	\	µg/L
Acide monochloroacétique	\	\	< 3	\	\	\	µg/L
Acide dichloroacétique	\	\	< 1	\	\	\	µg/L
Acide trichloroacétique	\	\	< 0,5	\	\	\	µg/L

	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Température de l'eau (IN SITU)	20	\	19	\	14	\	°C
pH (IN SITU)	7,4	\	7,6	\	7,5	\	unité pH
Conductivité à 25°C (IN SITU)	146	\	277	\	140	\	µS/cm
Oxygène dissous (IN SITU)	8,7	\	8,1	\	9,9	\	mgO2/L
Saturation en oxygène dissous (IN SITU)	89	\	88	\	95	\	%
Chlorures (Cl)	8,1	\	17	\	9,4	\	mg/l
Sulfates (SO4)	6,9	\	19	\	8,2	\	mg/l
DBO5J (non diluée)(éch.congelé)	< 0,5	\	< 0,5	\	< 0,5	\	mgO2/l
ST-DCO	21	\	13	\	15	\	mgO2/l
Matières en suspension (MES)	7,2	\	< 2	\	6,4	\	mg/L
Nitrates (NO3)	6,7	\	17	\	6,3	\	mg/L
Ammonium (NH4)	0,01	\	0,01	\	0,02	\	mg/L
Azote Kjeldahl (NTK)	0,6	\	0,8	\	< 0,5	\	mg/L
Phosphore total (en P)	0,07	\	0,04	\	0,05	\	mg/L
Bore (B)	< 0,05	\	0,06	\	< 0,05	\	mg/L
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	< 0,05	\	< 0,05	\	< 0,05	\	mg/L
Orthophosphates (PO4)	0,09	\	0,06	\	0,03	\	mg/L
METAUX TOTAUX		\	461,7	\	1223,5	\	µg/L
Aluminium total (Al)	400	\	67	\	350	\	µg/L
Chrome total (Cr)	1	\	0,6	\	1	\	µg/L
Cuivre total (Cu)	2,3	\	1,6	\	2,2	\	µg/L
Fer total (Fe)	1000	\	370	\	810	\	µg/L
Manganèse total (Mn)	43	\	17	\	36	\	µg/L

	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Nickel total (Ni)	1	\	0,7	\	0,7	\	µg/L
Plomb total (Pb)	2,3	\	0,3	\	0,6	\	µg/L
Titane total (Ti)	15	\	2,5	\	14	\	µg/L
Zinc total (Zn)	4	\	2	\	9	\	µg/L
Indice hydrocarbure (C10-C40)	< 50	\	< 50	\	< 50	\	µg/L
Chloroforme (trichlorométhane)	< 0,15	\	< 0,15	\	< 0,15	\	µg/L
Coliformes thermotolérants	< 100	200	ininterprétable	200	400	300	/100mL
Coliformes totaux	1500	> 8000	300	6200	1800	330	/100mL
Escherichia coli	180	400	270	330	850	180	/100mL
Entérocoques	94	160	180	230	77	180	/100mL
Acide dibromoacétique	\	\	< 0,5	\		\	µg/L
Acides haloacétiques totaux	\	\	< 6	\		\	µg/L
Acide monochloroacétique	\	\	< 3	\		\	µg/L
Acide dichloroacétique	\	\	< 1	\		\	µg/L
Acide trichloroacétique	\	\	< 0,5	\		\	µg/L

Synthèse du suivi hydro-écologique de la Vienne au niveau du CNPE de CIVAUX pour l'année 2024 :

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la surveillance chimique et hydro-écologique (physicochimique et hydrobiologique) réglementaire du CNPE de Civaux, répondant aux prescriptions de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (décision n°2009-DC-0138 modifiée⁶), en vue de mettre en évidence toute influence particulière du CNPE sur la Vienne. Ce programme a évolué depuis juillet 2016, en intégrant les exigences DCE de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié⁷, conformément à la Décision ASN n°2013-DC-0360 modifiée.

Ce document présente les résultats de cette surveillance obtenus par le groupement AQUASCOP – IANESCO au cours de l'année 2024, et plus particulièrement :

- Surveillance chimique au niveau de trois stations de mesure (Mazerolles, Cubord et Valdivienne), et de manière plus allégée à la station de Bonnes. Cette surveillance concerne trente paramètres :
 - Métaux (Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Ti, Zn) et métalloïde (Bore) : Les métaux sont dosés mensuellement à Mazerolles et à Cubord et à fréquence bimestrielle à Bonnes, sur eau brute et filtrée. Le bore (eau filtrée) est suivi mensuellement à Mazerolles, Cubord et Valdivienne et tous les deux mois à Bonnes. Des dosages de métaux dans les bryophytes sont également réalisés à Mazerolles et Cubord (analyses semestrielles) ;
 - Acides mono, dichloro et trichloroacétique : suivi semestriel (Bonnes) ou trimestriel (trois autres stations) ;

⁶ Modifiée par les décisions n°2011-DC-0234 du 5 juillet 2011 et n°2021-DC-0717 du 26 octobre 2021.

⁷ Arrêté du 25 janvier 2010 modifié par l'arrêté du 9 octobre 2023 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.

- Agents de surface anioniques (détergents) : suivi mensuel, sauf Bonnes (bimestriel) ;
 - Indice hydrocarbure et chloroforme : suivi mensuel, sauf Bonnes (bimestriel) ;
 - Morpholine, hydrazine et éthanolamine, dosées mensuellement dans l'eau au niveau de trois stations (Mazerolles, Cubord et Valdivienne).
- Surveillance hydro-écologique au niveau de quatre stations de mesures (Mazerolles, Cubord, Valdivienne et Bonnes) :
 - Suivi mensuel des principaux paramètres physicochimiques (vingt-six paramètres) utilisés pour évaluer la qualité des eaux de surface ; stations de Mazerolles, Cubord et Valdivienne. Un suivi restreint (quinze paramètres seulement ; fréquence bimestrielle) est réalisé à la station de Bonnes ;
 - Suivi des peuplements planctoniques et benthiques (phytoplancton et pigments chlorophylliens, zooplancton, diatomées, macro-invertébrés). Ce suivi, à fréquence variable selon le groupe biologique concerné, est réalisé aux stations amont (Mazerolles) et aval éloigné (Valdivienne). Pour la végétation aquatique, en plus de la station amont, une autre station est expertisée : l'île de Traineau / Cubord (station aval proche) ;
 - Suivi bactériologique (fréquence mensuelle) au niveau des stations de Mazerolles, de Cubord et de Bonnes.

Ce suivi 2024 s'est inscrit dans un **contexte climatique plus chaud que les années de référence (1991 – 2020) et des précipitations excédentaires, notamment** en février-mars, en mai-juin et en septembre-octobre. Un déficit pluviométrique est à l'inverse constaté en juillet-août.

L'hydrologie **annuelle est marquée par un net excédent des écoulements**. Entre février et juillet, ceux-ci sont nettement supérieurs aux débits caractéristiques de la période 1985-2025 et les épisodes de crue se succèdent. Fin mars, une crue de la Vienne de fréquence décennale est à noter.

En juillet, fortement déficitaire en précipitations, les débits baissent régulièrement, mais restent supérieurs au débit moyen mensuel interannuel. En août, la Vienne atteint son débit le plus bas et la situation est comparable à la normale.

Les écoulements reprennent en septembre, en lien avec les fortes précipitations ; le débit de la Vienne augmente fortement les 7 et 8 septembre. Le mois d'octobre comprend les débits les plus élevés (comparativement au débit caractéristique de la période 1985-2025), avec un excédent de + 211 %.

La fin de l'année 2024 est plus proche des normales (environ 80 m³/s).

Sur l'ensemble des trente paramètres chimiques contrôlés, onze éléments (non-métalliques) ne sont pas quantifiés aux différentes stations du suivi, comme lors des précédents suivis.

L'analyse spatiotemporelle des dix-neuf éléments métalliques quantifiés affiche peu de disparités interstationnelles entre l'amont et l'aval proche du CNPE de Civaux. De plus, la

variabilité temporelle des métaux semble principalement influencée par l'hydrologie de la Vienne.

Toutefois, en 2024, il est à noter un enrichissement en manganèse (total et dissous) en aval proche du CNPE (Cubord) par rapport à l'amont (Mazerolles). Ce résultat est difficile à expliquer puisque les concentrations en manganèse ne s'accordent pas à celles relevées pour le fer (total et dissous), alors qu'habituellement, ces deux molécules présentent des évolutions identiques dans les milieux aquatiques.

De même, l'**analyse des métaux sur des bryophytes** récoltées en amont et à l'aval du CNPE de Civaux lors d'une seule campagne (la seconde campagne étant annulée du fait du niveau élevé de la Vienne) montre des concentrations compatibles avec une très bonne qualité de l'eau (SEQ-Eau ; paramètres Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb et Zinc). Même si le suivi des métaux sur bryophytes montre un accroissement de la teneur en manganèse et en zinc depuis l'amont vers l'aval du CNPE, celui-ci n'a pas d'influence sur la qualité des eaux de la Vienne.

Les éléments physicochimiques suivis en amont et en aval du CNPE de Civaux sont globalement similaires. Si quelques disparités sont observées pour certains paramètres, les valeurs moyennes obtenues pour ces derniers sont assez voisines. En termes d'état physicochimique, aucune différence n'est observée entre l'amont (Mazerolles), l'aval immédiat du CNPE (Cubord) et l'aval éloigné (Valdivienne), avec un bon état évalué à partir des paramètres physicochimiques généraux pour l'année 2024.

Ces disparités ne semblent pas liées au fonctionnement du CNPE, mais plutôt aux variables environnementales et structurelles des sites de prélèvement (morphologie, végétalisation, hydrologie, activités anthropiques, etc...).

Les résultats relatifs à **la qualité microbiologique** des eaux de la Vienne indiquent un niveau de contamination bactériologique évoluant en lien avec les événements hydrologiques et plus particulièrement en mai pour les entérobactéries, signe de pollution fécale aux trois stations du suivi lors de l'épisode de crue. Les contaminations bactériologiques proviennent également d'apports potentiels non dépendants de l'hydrologie et non identifiés (comme en août). Les contaminations par les bactéries sont donc ponctuelles en 2024. Les valeurs obtenues sont très proches aux trois stations du suivi, révélant une absence d'incidence notable du CNPE de Civaux.

Ainsi, la surveillance chimique, le suivi physicochimique et bactériologique de l'année 2024 n'ont relevé aucune différence notable entre l'aval et l'amont attribuable au fonctionnement du CNPE de Civaux.

Les teneurs en **pigments chlorophylliens** sont faibles en 2024 et ne révèlent pas de manifestation d'eutrophisation, notamment en période estivale. Les concentrations en pigments chlorophylliens peuvent être considérées comme identiques aux stations amont et aval éloigné, **la différence observée ne suffisant pas à retenir une influence notable du CNPE sur ce paramètre biologique.**

Les méthodologies mises en œuvre pour **le suivi du phytoplancton** se réfèrent au « *Protocole standardisé d'échantillonnage et de conservation du phytoplancton en grands cours d'eau applicable aux réseaux de mesure DCE* » (Cemagref, version 2) et respectent les

normes d'échantillonnage du phytoplancton (XP T90-719) et de dénombrement (NF EN 15204).

Le peuplement phytoplanctonique de la Vienne au niveau du CNPE de Civaux est bien diversifié, bien que peu productif. La grande majorité des taxons inventoriés est commune aux grands cours d'eau et à ce secteur de la Vienne et est généralement associée à des eaux méso-eutrophes (moyennement à fortement chargées en éléments nutritifs).

Comme les années précédentes, les *Chlorophyta* (algues vertes) et les *Bacillariophyta* (diatomées) composent en grande partie les communautés phytoplanctoniques. Le développement des cyanobactéries est faible, aucun risque sanitaire lié aux taxons potentiellement toxiques n'est constaté.

Selon l'élément de qualité « phytoplancton », un état biologique moyen est établi aux deux stations du suivi.

Les différentes métriques analysées (densité cellulaire, biomasse algale, richesse taxonomique et composition du peuplement) s'avèrent très similaires entre les deux stations du suivi, permettant de conclure à **l'absence d'influence notable du fonctionnement du CNPE de Civaux sur cette communauté biologique.**

Les peuplements **de zooplancton** présentent de faibles densités aux deux stations du suivi, en lien avec la faible production primaire de ce secteur de la Vienne. Cette faible abondance du zooplancton est par ailleurs conforme aux données issues des années antérieures. Les taxons répertoriés sont pour la plupart cosmopolites et généralement associés à des milieux mésotrophes (moyennement riches en nutriments).

Le groupe des Rotifera domine l'ensemble des peuplements. Il s'agit en majorité d'espèces communes à ce secteur de la Vienne.

L'expertise révèle l'absence de différence entre les deux peuplements zooplanctoniques tant sur le plan quantitatif que qualitatif. **Les résultats de l'expertise du zooplancton permettent de conclure à la similarité biologique des deux stations suivies et ne mettent pas en évidence d'influence notable du fonctionnement du CNPE de Civaux sur ce compartiment biologique.**

Les diatomées benthiques ont fait l'objet d'expertises printanière (juin) et automnale (octobre). La méthode normalisée (NF T90-354 – indice IBD ou Indice Biologique Diatomées) a été appliquée.

Les peuplements de diatomées benthiques présentent une diversité taxonomique modérée à élevée. Les espèces dominantes, bien que légèrement différentes de part et d'autre du CNPE de Civaux, témoignent d'une bonne oxygénation de l'eau, d'une assez faible charge organique et de faibles teneurs en azote organique dans le milieu.

La bio-indication des diatomées benthiques caractérise un état biologique moyen à la station amont pour les deux campagnes et un état biologique moyen (octobre) à bon (juin) à la station aval éloigné. La différence d'état observée en octobre pourrait être expliquée en grande partie par la plus forte présence du taxon *Achnanthydium subhudsonis* var. *kraeuselii* qui semble largement présent dans les eaux de bonne qualité.

Ainsi, l'expertise des communautés diatomiques ne révèle aucune influence notable du fonctionnement du CNPE de Civaux sur la qualité du milieu.

La végétation aquatique de la Vienne est expertisée sur la base de deux campagnes d'échantillonnage réalisées en juin et en octobre. La méthode normalisée de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière (IBMR – NF T90-395) est mise en œuvre.

La végétalisation des deux sites est principalement associée au recouvrement de l'hydrophyte exotique envahissante *Egeria densa*. Cette espèce montre des facultés adaptatives (croissance rapide, reproduction végétative) qui lui permette de recoloniser les sites après les crues printanières répétées.

La bio-indication fournie par la végétation aquatique révèle globalement un niveau trophique élevé aux deux stations lors des deux suivis. La station amont fait exception au printemps avec un niveau trophique moyen. Les comparaisons interstationnelles témoignent de compositions floristiques relativement similaires. Les variations ponctuelles sont associées à la présence ou l'absence de quelques taxons, habituellement inclus dans le cortège végétal de la Vienne.

Les peuplements sont d'ailleurs relativement homogènes depuis quelques années, comme en témoigne la stabilité des résultats sur la chronique.

L'expertise de la végétation aquatique permet de conclure à l'absence d'influence notable du CNPE de Civaux sur la végétation aquatique de la Vienne.

L'expertise des peuplements de **macro-invertébrés benthiques** met en œuvre le protocole MGCE (Macro-invertébrés Grands Cours d'eau) qui s'appuie sur les normes XP T90-337 (phase d'échantillonnage) et NF T90-388 (analyses au laboratoire). Les quatre campagnes d'échantillonnage ont été exécutées en juin, en juillet, en août et en octobre.

Ces campagnes de prélèvement des invertébrés ont été perturbées par l'instabilité hydrologique de la Vienne. Le niveau élevé de la Vienne au printemps n'a pas permis d'intervenir en toute sécurité à cette période. La campagne initialement programmée en avril a ainsi été reportée en juillet.

Ce suivi révèle des peuplements relativement proches aux deux stations du suivi. Les diversités taxonomiques sont en retrait par rapport aux précédents suivis, les peuplements des deux stations ont été perturbés par les conditions hydrologiques instables de l'année 2024.

Ces communautés biologiques révèlent une bonne qualité d'eau et confirment la bonne oxygénation des eaux de la Vienne.

La qualité biologique de la Vienne apparaît bonne à très bonne de part et d'autre du CNPE de Civaux. Par ailleurs, selon l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié, ce secteur de la Vienne présente un état biologique moyen en juin et un bon état biologique aux trois autres campagnes.

Les résultats obtenus lors du suivi 2024 permettent de conclure à l'absence d'influence notable du CNPE de Civaux sur les communautés d'invertébrés benthiques de la Vienne.

En conclusion l'ensemble des résultats de la surveillance chimique et hydro-écologique mise en œuvre en 2024 permet de conclure à l'absence d'influence notable du CNPE de Civaux sur le fonctionnement écologique de la Vienne.

Chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance physico-chimique et hydrobiologique à AQUASCOP via IANESCO. Sont distinguées la surveillance pérenne, réalisée annuellement, des surveillances en situation exceptionnelle (SE), dont le déclenchement est conditionné à une indisponibilité fortuite de l'aéroréfrigérant de purge couplée à une température amont de la Vienne supérieure ou égale à 25°C, tel que défini dans l'article 7 de l'annexe à la décision 2009-DC-0139 modifiée.

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 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.

2. Surveillance en conditions climatiques exceptionnelles

L'article 23 de l'annexe 1 de la décision 2009-DC-0138 modifiée prévoit qu'une surveillance physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique spécifique soit réalisée en cas d'indisponibilité fortuite de l'aéroréfrigérant de purge couplée à une température amont de la Vienne supérieure ou égale à 25°C.

En 2024, le CNPE de CIVAUX n'a pas recouru à cette surveillance.

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.

Au second semestre 2020, des mesures acoustiques ont été menées au CNPE de Civaux et dans son environnement proche pour actualiser les données d'entrée. Ces mesures de longue durée, effectuées avec les meilleures techniques disponibles, ont permis de prendre en compte l'influence des conditions météorologiques.

Les valeurs d'émergence obtenues aux points situés en Zone à Émergence Réglementée du site de Civaux sont statistiquement conformes vis-à-vis de l'article 4.3.5 de l'arrêté INB du 7 février 2012. Les contributions des sources industrielles calculées en limite d'établissement sont inférieures à 60 dBA et les points de ZER associés présentent des valeurs d'émergences statistiquement conformes.

En cohérence avec l'approche « nuisance » proposée par EDF pour les points situés en Zone à Émergence Réglementée, les niveaux sonores mesurés en limite d'établissement du site de Civaux permettent d'atteindre les objectifs fixés par l'article 4.3.5 de l'arrêté INB du 7 février 2012.

La Mission Communication du CNPE de CIVAUX s'adresse aux mairies dans un rayon de 2 km (Civaux et Valdivienne), 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 CNPE de Civaux dans le cadre du programme de surveillance réglementaire et du suivi radioécologique du CNPE (cf. Partie VI Surveillance de l'environnement, I- Surveillance de la radioactivité dans l'environnement).

Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent que la radioactivité mesurée dans l'environnement du CNPE est principalement d'origine naturelle. Les niveaux de radioactivité artificielle mesurés dans l'environnement du CNPE sont faibles et trouvent pour partie leur origine dans d'autres sources (retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl...). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique réglementaire réalisé par SUBATECH, présenté en annexe.

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 efficace⁸ est calculée en tenant compte des mécanismes de transfert de l'environnement jusqu'à l'homme. Cette dose permet de « mesurer » le niveau d'exposition attribuable aux rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques d'une installation et de le positionner par rapport à la limite réglementaire pour l'exposition de la population aux rayonnements ionisants conformément à l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique.

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

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

- les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du CNPE ;
- ils vivent toute l'année à proximité de leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...) ;
- l'eau captée à l'aval des installations est considérée comme provenant de captages d'eaux superficielles, même s'il s'agit de captages en nappes d'eaux souterraines, ce

⁸ La **dose efficace** est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique W_R (W_R = Radiation Weighting factor, facteur de pondération du rayonnement) pour tenir compte de la qualité du rayonnement (α , β , γ ...) et d'un facteur de pondération tissulaire W_T (W_T = Tissu Weighting factor) correspondant à la radiosensibilité relative du tissu exposé. La dose efficace a pour objectif d'apprécier le risque total et s'exprime en sievert (Sv). Elle est appelée communément « **dose** ».

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

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

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

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

ÉCHELLE DES EXPOSITIONS dues aux rayonnements ionisants

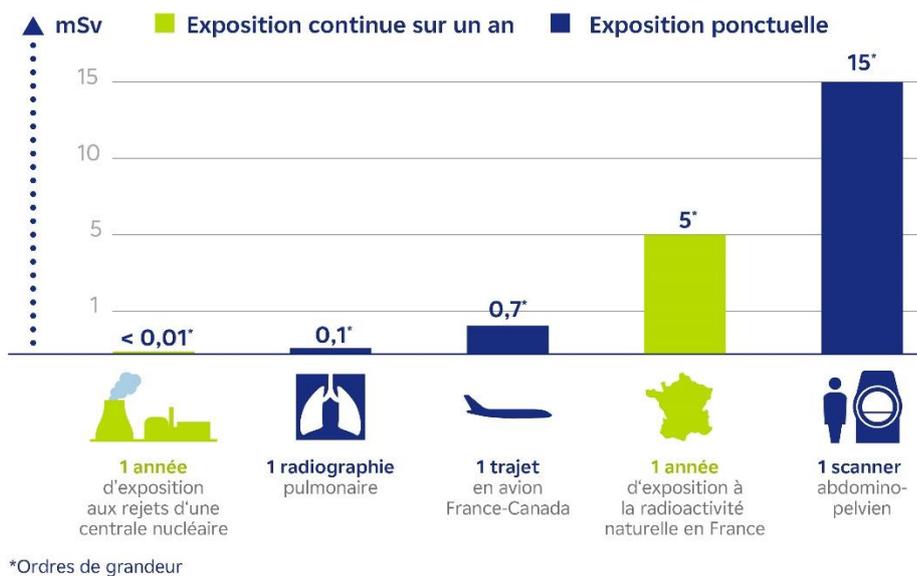


Figure 1 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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

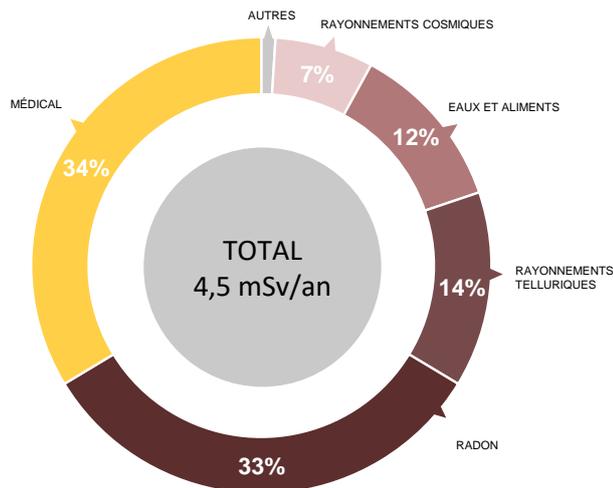


Figure 2 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2024 effectués par le CNPE de Civaux, pour la personne représentative. Cette personne représente les individus pouvant recevoir la dose efficace annuelle maximale induite par les rejets d'effluents radioactifs autorisés du CNPE.

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

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	2,1E-07	4,9E-06	5,1E-06
Rejets d'effluents liquides	s.o.	4,5E-04	4,5E-04
Total	2,1E-07	4,6E-04	4,6E-04

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	2,1E-07	6,3E-06	6,5E-06
Rejets liquides	s.o.	1,1E-03	1,1E-03
Total	2,1E-07	1,1E-03	1,1E-03

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à 1.10^{-3} mSv/an pour l'adulte et l'enfant de 10 ans et à 1.10^{-2} mSv/an pour l'enfant de 1 an.

Les valeurs de doses calculées pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, attribuables aux rejets d'effluents radioactifs de l'année 2024 sont plus de 100 fois inférieures à la limite d'exposition fixée à 1 mSv par an pour la population, par l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique. L'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du CNPE est exposé à une dose efficace inférieure ou égale à la dose calculée pour la personne représentative, présentée ci-dessus.

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

Partie VIII - Gestion des déchets

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

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

La démarche industrielle repose sur 4 principes :

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

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

I. Les déchets radioactifs

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

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

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

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

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

1. Les catégories de déchets radioactifs

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

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

Ces déchets proviennent essentiellement :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Types déchet	Niveau d'activité	Durée de vie	Classification	Conditionnement
Filtres d'eau et résines primaires	Faible et Moyenne	Courte	FMA-VC (faible et moyenne activité à vie courte)	Fûts, coques
Filtres d'air	Très faible, Faible et Moyenne		TFA (très faible activité), FMA-VC	Casiers, big-bags, futs, coques, caissons
Résines secondaires				
Concentrats, boues				
Pièces métalliques				
Matières plastiques, 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 Soullaines (Aube) ;
- l'installation Centraco exploitée par Cyclife France et située à Marcoule (Gard) qui reçoit les déchets destinés à l'incinération et à la fusion. Après traitement, ces déchets sont évacués vers l'un des deux centres exploités par l'Andra.

DE LA CENTRALE AUX CENTRES DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE

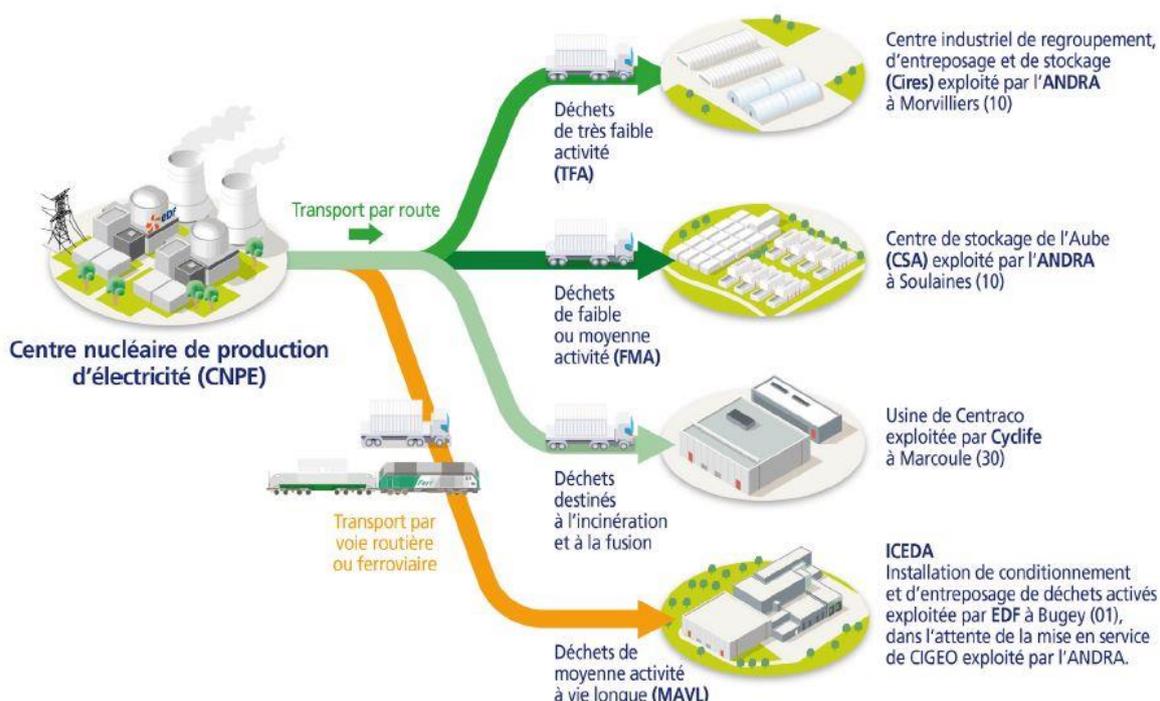


Figure 2 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

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 CIVAUX.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2024	Commentaires
TFA	71,2 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA
FMAVC (Liquides)	0 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants...
FMAVC (Solides)	54,153 tonnes	Localisation Bâtiment des auxiliaires nucléaire et Bâtiment de traitement des effluents (BTE)
FAVL		
MAVL	114 objets	Concerne les grappes et les étuis dans les piscines de désactivation (déchets technologiques, galette inox, bloc béton et chemise graphite)

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 CIVAUX.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2024	Type d'emballage
TFA	28 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC (Solides)	6 colis	Coques béton
FMAVC (Liquides)	183 colis	Fûts (métalliques, PEHD)

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 CIVAUX.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	62
CSA à Soulaines	732
Centraco à Marcoule	1376

En 2024, 2170 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	15 540	12 397	38 571	35 859	83 063	83 063	137 174	131 318
Déconstruction	4 000	3 845	4 385	4 333	2 497	2 497	10 883	10 677

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

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

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

- la création en 2006 du Groupe Déchets Economie Circulaire, chargé d'animer la gestion des déchets conventionnels pour l'ensemble des entités d'EDF. Ce groupe, qui s'inscrit dans le cadre du Système de Management Environnemental certifié ISO 14001 d'EDF, est composé de représentants des Divisions/Métiers des différentes Directions productrices de déchets. Ses principales missions consistent à apporter de la cohérence en proposant des règles et outils de référence aux entités productrices de déchets,

- les entités productrices de déchets conventionnels disposent d'un outil informatique qui permet en particulier de maîtriser les inventaires de déchets et leurs voies de gestion,
- la définition depuis 2008 d'un objectif de valorisation pour l'ensemble des déchets valorisables. Cet objectif est actuellement fixé à 90%,
- la prise en compte de la gestion des déchets dans les contrats de gestion des sites,
- la mise en place de structures opérationnelles assurant la coordination et la sensibilisation à la gestion des déchets de l'ensemble des métiers,
- la création de stages de formation spécifiques « gestion des déchets conventionnels »,
- le recensement annuel des actions de prévention de production des déchets.

En 2024, les 2 unités de production du CNPE de CIVAUX ont produit 4 330 tonnes de déchets conventionnels : 97,16 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

ASN - Autorité Sûreté Nucléaire

CNPE - Centre Nucléaire de Production d'Électricité

COT - Carbone Organique Total

DBO5 - Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours

DCO - Demande Chimique en Oxygène

DUS – Diesel d'Ultime Secours

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

ESE - Évènement Significatif Environnement

FMA - Faible Moyenne Activité

ICPE - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

INB - Installation Nucléaire de Base

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

ISO - International Standard Organization

KRT – Chaîne de mesure de radioactivité

MES - Matières En Suspension

PA – Produit d'Activation

PF – Produit de Fission

REX - Retour d'Expérience

SME - Système de Management de l'Environnement

SMP - Station Multi Paramètres

TAC – Turbine à Combustion

TEU - Traitement des Effluents Usés

TFA - Très Faible Activité

THE – Très Haute Efficacité

UFC - Unité Formant Colonie

ANNEXE : Suivi radioécologique réglementaire du CNPE de CIVAUX Année 2023

	SUBATECH Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOlogies associées Unité Mixte de Recherche 6457 ----- IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes ----- SMART Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	RAPPORT N° RA-24-18-3 Rapport réglementaire de Civaux - Année 2023	Page 1 sur 20

DESTINATAIRE

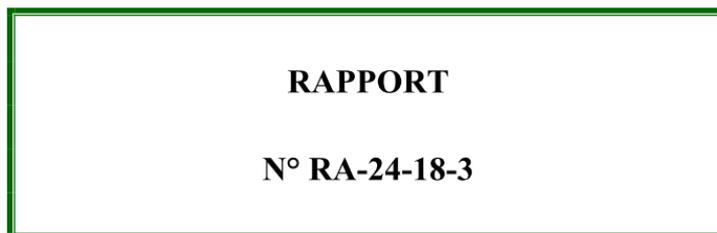
Société : EDF-DPNT-DIPDE-DE
Adresse : Service Environnement
8 cours André Philip
69100 VILLEURBANNE

Nom : Cécile Boyer

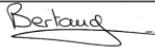
N° de bon de commande : 5050-4210504472

Référence dossier : Rapport réglementaire sur la surveillance radiologique de l'environnement du site de Civaux – Année 2023

Date de réception des échantillons : 2023



Date d'émission du rapport : 26/09/24

	Rédacteur	Vérificateur
Noms :	Myriam LE FERREC	Magali BERTAUD
Visas :		

Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Les analyses sont exécutées dans les locaux de SMART. Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire d'essais. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte ...20... page(s).
Le laboratoire est agréé par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) pour les mesures de radioactivité dans l'environnement. La portée détaillée des agréments est disponible sur le site internet de l'ASN.



SUBATECH - SMART
4, RUE ALFRED KASTLER - LA CHANTRERIE - BP 20722 - 44307 NANTES CEDEX 3
TEL. 02 51 85 81 00 - FAX 02 51 85 84 79 - HTTP://WWW-SUBATECH.IN2P3.FR



RAC.SMA.0300 - Version : 08 - Rattachement : SMA.97.17 - Date : 16/04/2024

	SUBATECH Laboratoire de physique SUBAtomique et des TEChnologies associées Unité Mixte de Recherche 6457 IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes	
	SMART Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	RAPPORT N° RA-24-18-3 Rapport réglementaire de Civaux - Année 2023	Page 2 sur 20

Historique des versions

N° Rapport	Date	Description de la modification
RA-24-18	01/07/24	Version provisoire
RA-24-18-2	04/09/24	Prise en compte des remarques d'EDF
RA-24-18-3	26/09/24	Prise en compte de la demande d'EDF

En cas d'amendement, origine de l'amendement :

Important : en cas de rapport d'amendement, le laboratoire décline toute responsabilité en cas d'utilisation de résultat non amendé qui n'aurait pas été retiré.

Informations utiles :

La concentration d'activité (CA) est comparée au seuil de décision (SD), conformément aux normes de la série NF EN ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< SD$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $CA \pm U$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k = 2$.

Les risques α et β sont pris égaux à 2,5%.

Sauf mention particulière, le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, le client est responsable des informations transmises dans le tableau ci-dessous et les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le préleveur.

La date de publication des C_A correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Informations complémentaires : /



	SUBATECH Laboratoire de physique SUBAtomique et des TEChnologies associées Unité Mixte de Recherche 6457 IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes	
	SMART Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	RAPPORT N° RA-24-18-3 Rapport réglementaire de Civaux - Année 2023	Page 3 sur 20

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
4.2	MILIEU AQUATIQUE.....	16
4.2.1.	Radionucléides émetteurs gamma.....	16
4.2.2.	Tritium organiquement lié.....	18
4.2.3.	Carbone 14 et Carbone total.....	19
5.	ANNEXE	20



	SUBATECH Laboratoire de physique SUBAtomique et des TEChnologies associées Unité Mixte de Recherche 6457 IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes	
	SMART Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	RAPPORT N° RA-24-18-3 Rapport réglementaire de Civaux - Année 2023	Page 4 sur 20

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 prélèvements et traitements d'échantillons ainsi que les mesures ont été réalisées par Subatech. Les prélèvements trimestriels d'herbe 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 ;

Les résultats des analyses de carbone 14 et spectrométrie gamma sont exprimés en Bq/kg frais ou en Bq/L pour les produits biologiques solides ou liquides directement consommables par l'homme (produits alimentaires) et en Bq/kg sec pour les produits biologiques non directement consommables par l'homme. Les mesures de carbone 14 sont également exprimées en Bq.kg⁻¹ de C pour toutes les matrices. Toutes les mesures sur le tritium libre et organiquement lié sont exprimées en Bq/kg ou Bq/L de produit frais quelle que soit la matrice, consommable directement par l'homme ou non sauf pour les sols et les sédiments où l'unité est Bq/kg sec. Le choix de l'unité est contraint par l'ASN (cf. guide RNM). Les résultats de la surveillance de la radioactivité de l'environnement réalisés à titre réglementaire sont consultables sur le site internet du Réseau Nation de Mesure de la radioactivité de l'environnement (www.mesure-radioactivite.fr).

2. Stratégie d'échantillonnage

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

CIVAUX-TERRESTRE												
Nature	Espèce	Situation	Nom station réglementaire	Nom station préconisée	Distance	Orientation	Remarques	HTO	TOL	14C	Ctot	spectro γ
légumes-feuilles	salade	ZI	sous les vents dominants	Chapelle-Viviers	6,1	ENE		1	1	1	1	1
		ZNI	hors influence du site	Bignoux	23,8	NO			1	1	1	
végétaux herbacés	herbe de pâturage	ZI	sous les vents dominants	Station A51	1	E		1	1	4 (trim)	4 (trim)	
lait	lait de vache	ZI	sous les vents dominants	Fontprévoir	8,1	NE		1		1	1	
couches superficielles des terres	sols non cultivés (prairie)	ZI	sous les vents dominants	Station A51	1	E						1
		ZNI	hors influence du site	Sillars	12,5	ESE						1
TOTAL REGLO								3	2	7	7	4

réglementaire

ZI: quart NE (0-90) et SO (200-260)

ZNI: NO et SE

Tableau 2 : Prélèvements et analyses réglementaires prescrits dans le milieu aquatique du site de Civaux extraits de la note d'étude EDF D455623003526 A – Année 2023.

CIVAUX-AQUATIQUE											
Nature	Espèce	Situation	Nom station réglementaire	Nom station preconisée	Distance	Rive	Remarques	TOL	14C	Ctot	spectro γ
phanérogames immergées (ou à défaut bryophytes)	renoncule	amont	amont	Monas	2,7						1
		aval	aval	Saint Martin la Rivière	6,1						1
poissons	chevesnes et barbeaux de préférence	amont	amont	Le Pont	7			1	1	1	1
		aval	aval	Salles en Toulon (Ile des Dessous)	4,2			1	1	1	1
sédiments	sédiments	amont	amont	Monas	2,7						1
		aval	aval	Saint Martin la Rivière	6,1						1
TOTAL REGLO								2	2	2	6
réglementaire											

	SUBATECH Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHnologies associées Unité Mixte de Recherche 6457 IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes	
	SMART Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
RAPPORT N° RA-24-18-3 Rapport réglementaire de Civaux - Année 2023		Page 7 sur 20

3. Compte-rendu d'échantillonnage

Tableau 3 : Identification des échantillons prélevés et analysés à titre réglementaire dans le milieu terrestre de l'environnement du site de Civaux – Année 2023

		Hors vents		Sous les vents							
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								
Bignoux	23,8 km NO	46,61056	0,43667	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	30/08/23	γ , ^{14}C , Ctot	11,52	12,67	6,61
Chapelle-Viviers	6,1 km ENE	46,46889	0,72917	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	29/08/23	γ , ^{14}C , Ctot, ^3H libre, TOL	6,43	6,25	6,83
Station AS1	1 km E	46,45917	0,66417	Pâture, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	24/04/23	^3H libre, TOL	4,21	4,18	11,20
Fontprévoir	8,1 km NE	46,49917	0,73750	Lait	Lait de vache	Entier	24/04/23	^{14}C , Ctot, ^3H libre	-	7,60	18,90
Sillars	12,5 km ESE	46,40722	0,79250	Sol non cultivé	Sol de prairie <i>Horizon 0 - 5 cm</i>	Diamètre inférieur à 2 mm	24/04/23	γ	1,26	-	-
Station AS1	1 km E	46,45917	0,66417	Sol non cultivé	Sol de prairie <i>Horizon 0 - 5 cm</i>	Diamètre inférieur à 2 mm	24/04/23	γ	1,16	-	-
Station AS1	1 km E	46,45917	0,66417	Pâture, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	11/04/2023	^{14}C , Ctot	4,51	-	-
Station AS1	1 km E	46,45917	0,66417	Pâture, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	04/07/2023	^{14}C , Ctot	4,03	-	-
Station AS1	1 km E	46,45917	0,66417	Pâture, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	04/10/2023	^{14}C , Ctot	6,49	-	-
Station AS1	1 km E	46,45917	0,66417	Pâture, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	03/01/2024	^{14}C , Ctot	4,71	-	-

Tableau 4 : Identification des échantillons prélevés et analysés à titre réglementaire dans le milieu aquatique de l'environnement du site de Civaux – Année 2023

		Amont	Aval									
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									
Monas Rive gauche	2,7 km amont	46,43806	0,67694	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatica</i>	Parties aériennes	29/08/23	γ	9,26	8,19	4,32	
St-Martin-la-Rivière Rive droite	6,1 km aval	46,50889	0,63389	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatica</i>	Parties aériennes	29/08/23	γ	8,93	7,46	5,43	
Le Pont Rives gauche et droite	7 km amont	46,40361	0,70222	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	19/10/23	γ, ¹⁴ C, Ctot, TOL	-	4,36	16,69	
Salles-en-Toulon (Ile des Dessous) Rives gauche et droite	4,2 km aval	46,49250	0,64194	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	19/10/23	γ, ¹⁴ C, Ctot, TOL	-	4,49	24,43	
Monas Rive gauche	2,7 km amont	46,43806	0,67694	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	29/08/23	γ	-	2,06	-	
St-Martin-la-Rivière Rive droite	6,1 km aval	46,50889	0,63389	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	29/08/23	γ	-	3,66	-	

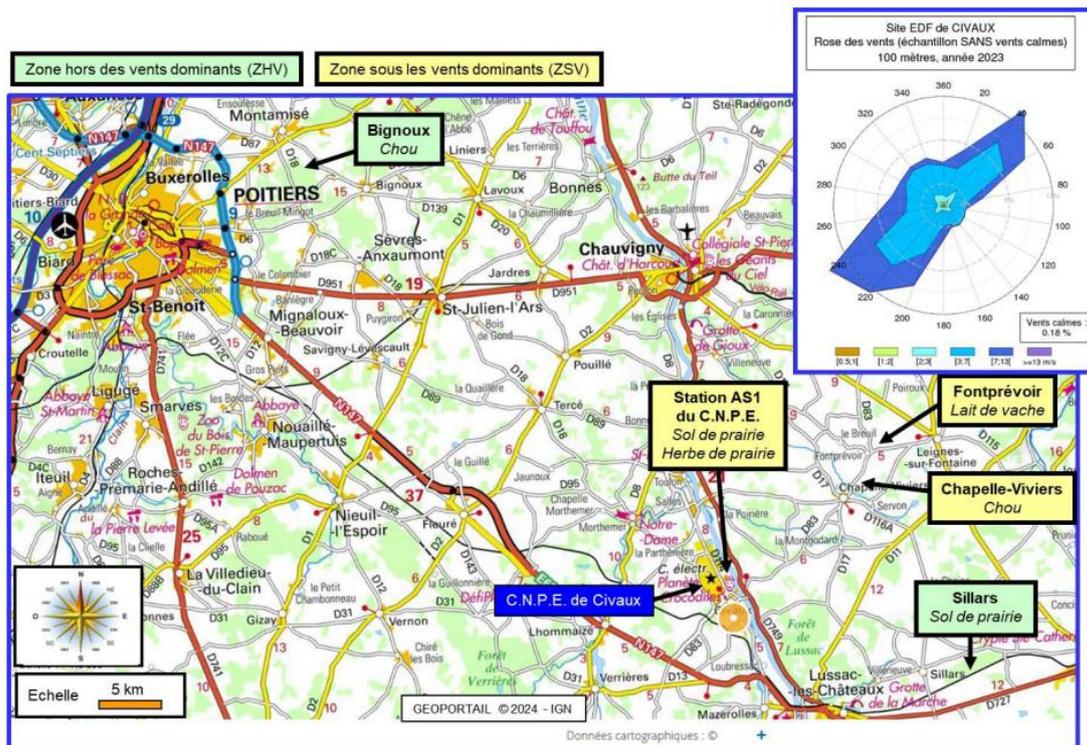


Figure 1 : Stations et natures des prélèvements réalisés à titre réglementaire en 2023 dans le milieu terrestre du site de Civaux.

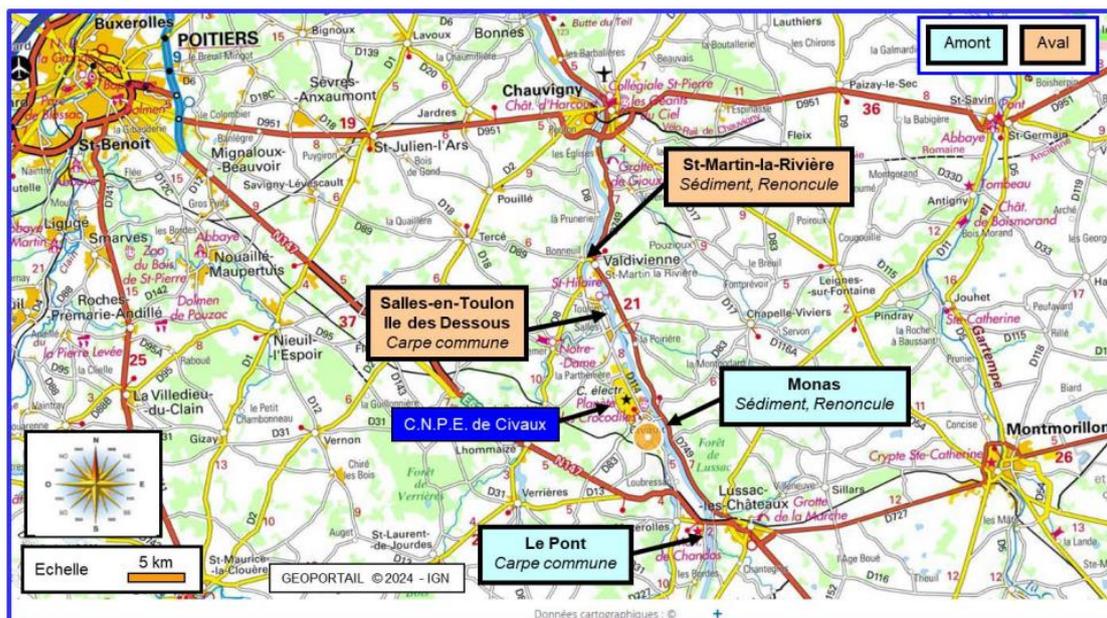


Figure 2 : Stations et natures des prélèvements réalisés à titre réglementaire en 2023 dans le milieu aquatique du site de Civaux.

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 Civaux à titre réglementaire – Année 2023.

Hors vents		Sous les vents		Emetteurs γ d'origine naturelle									
Activité Bq.kg ⁻¹ frais (choux), Bq.kg ⁻¹ sec (sols)													
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		
Bignoux	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	30/08/23	22/09/23	Cendres	105 ± 15	0,35 ± 0,055	< 0,092	n.a.	1,10 ± 0,21	4,63 ± 0,53	
Chapelle-Viviers	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	29/08/23	15/09/23	Cendres	118 ± 17	< 0,039	< 0,10	n.a.	0,84 ± 0,23	3,23 ± 0,37	
Sillars	Sol non cultivé	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	24/04/23	30/05/23	Sec	269 ± 39	42,1 ± 5,5	n.a.	36 ± 17	n.a.	4,6 ± 2,2	
Station AS1	Sol non cultivé	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	24/04/23	09/05/23	Sec	780 ± 110	42,0 ± 5,5	n.a.	43 ± 20	n.a.	2,6 ± 1,7	

Tableau 6 : Activités des radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Civaux à titre réglementaire – Année 2023.

				Emetteurs γ d'origine artificielle								
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Activité Bq.kg ⁻¹ frais (choux), Bq.kg ⁻¹ sec (sols)					
							¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn
Bignoux	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	30/08/23	22/09/23	Cendres	< 0,0065	0,0072 ± 0,0061	< 0,0079	< 0,0083	< 0,0081	< 0,0067
Chapelle-Viviers	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	29/08/23	15/09/23	Cendres	< 0,0090	0,078 ± 0,012	< 0,010	< 0,012	< 0,011	< 0,0090
Sillars	Sol non cultivé	Sol de prairie <i>Horizon 0 - 5 cm</i>	Diamètre inférieur à 2 mm	24/04/23	30/05/23	Sec	< 0,18	4,14 ± 0,48	< 0,19	< 0,15	< 0,23	< 0,18
Station AS1	Sol non cultivé	Sol de prairie <i>Horizon 0 - 5 cm</i>	Diamètre inférieur à 2 mm	24/04/23	09/05/23	Sec	< 0,18	2,28 ± 0,27	< 0,17	< 0,16	< 0,20	< 0,19

	SUBATECH Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHnologies associées Unité Mixte de Recherche 6457 IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes	
	SMART Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	RAPPORT N° RA-24-18-3 Rapport réglementaire de Civaux - Année 2023	Page 13 sur 20

4.1.2. Tritium libre

Tableau 7 : Activités en ³H libre des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Civaux à titre réglementaire – Année 2023.

Sous les vents

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	³ H libre	
							Bq.L ⁻¹ d'eau de déshydratation	Bq.kg ⁻¹ frais (végétaux) Bq.L ⁻¹ de lait
Chapelle-Viviers	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	29/08/2023	31/12/23	Eau de lyophilisation	1,10 ± 0,65	0,92 ± 0,55
Station AS1	Pâturage, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	24/04/2023	11/05/23	Eau de lyophilisation	2,37 ± 0,61	1,80 ± 0,46
Fontprévoir	Lait	Lait de vache	Entier	24/04/2023	19/05/23	Eau de lyophilisation	< 0,60	< 0,50

4.1.3. Tritium organiquement lié

Tableau 8 : Activités en TOL des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Civaux à titre réglementaire – Année 2023.

Sous les vents

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	³ H organiquement lié	
							Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion	Bq.kg ⁻¹ frais (végétaux) Bq.L ⁻¹ de lait
Chapelle-Viviers	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	29/08/2023	09/02/24	Lyophilisée	< 0,68	< 0,063
Station AS1	Pâture, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	24/04/2023	22/01/24	Lyophilisée	< 0,82	< 0,11

	SUBATECH Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHnologies associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457 IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	
	SMART Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
RAPPORT N° RA-24-18-3 Rapport réglementaire de Civaux - Année 2023		Page 15 sur 20

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 Civaux à titre réglementaire – Année 2023.

Hors vents		Sous les vents								
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	¹⁴ C			C tot
							Laboratoire	Bq.kg ⁻¹ de C	Bq.kg ⁻¹ sec (herbe), Bq.kg ⁻¹ frais (chou), Bq.L ⁻¹ (lait)	kg.kg ⁻¹ sec (herbe), kg.kg ⁻¹ frais (chou), Bq.L ⁻¹ (lait)
Bignoux	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	30/08/23	31/01/24	Lyophilisé	CDRC	224,5 ± 1,0	6,845 ± 0,030	0,030
Chapelle-Viviers	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	29/08/23	03/04/24	Lyophilisé	CDRC	224,7 ± 1,0	14,366 ± 0,064	0,064
Fontprévoir	Lait	Lait de vache	Entier	24/04/23	18/01/24	Lyophilisé	Labrador	228 ± 9	14,75 ± 0,58	0,065
Station AS1	Pâtûre, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	11/04/2023	02/12/23	Sec	Labrador	227 ± 9	96,0 ± 3,8	0,423
Station AS1	Pâtûre, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	04/07/2023	04/01/24	Sec	Labrador	223 ± 8	95,6 ± 3,4	0,429
Station AS1	Pâtûre, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	04/10/2023	19/01/24	Sec	CDRC	223,8 ± 1,0	93,24 ± 0,42	0,417
Station AS1	Pâtûre, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	03/01/2024	03/04/24	Sec	CDRC	224,0 ± 1,0	94,62 ± 0,42	0,422

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



4.2 Milieu aquatique

4.2.1 Radionucléides émetteurs gamma

Tableau 10 : Activités des radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Civaux à titre réglementaire – Année 2023.

Amont		Aval		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		
Monas Rive gauche	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatica</i>	Entier	29/08/23	02/10/23	Cendres	1760 ± 250	58,1 ± 7,5	20,4 ± 3,2	n.a.	28,1 ± 5,5	47,6 ± 5,4	
St-Martin-la-Rivière Rive droite	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatica</i>	Entier	29/08/23	25/09/23	Cendres	660 ± 94	41,4 ± 5,4	15,3 ± 2,3	n.a.	18,4 ± 3,5	25,7 ± 2,9	
Le Pont Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	19/10/23	10/01/24	Cendres	95 ± 14	< 0,088	< 0,18	n.a.	< 0,22	< 0,44	
Salles-en-Toulon (Ile des Dessous) Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	19/10/23	27/12/23	Cendres	91 ± 13	< 0,060	< 0,12	n.a.	< 0,16	< 0,24	
Monas Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	29/08/23	18/09/23	Lyophilisé	609 ± 87	56,9 ± 7,4	n.a.	76 ± 25	n.a.	13,5 ± 2,7	
St-Martin-la-Rivière Rive droite	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	29/08/23	08/12/23	Lyophilisé	573 ± 82	55,1 ± 7,2	n.a.	74 ± 21	n.a.	27,1 ± 4,2	

Tableau 11 : Activités des radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Civaux à titre réglementaire – Année 2023.

Amont		Aval		Emetteurs γ d'origine artificielle								
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Activité Bq.kg ⁻¹ sec (sédiments, végétaux), Bq.kg ⁻¹ frais (poissons)					
							¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn
Monas Rive gauche	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatica</i>	Entier	29/08/2023	02/10/2023	Cendres	< 0,16	1,09 ± 0,13	< 0,18	< 0,16	< 0,18	< 0,18
St-Martin-la-Rivière Rive droite	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatica</i>	Entier	29/08/2023	25/09/2023	Cendres	< 0,095	0,650 ± 0,079	< 0,095	0,21 ± 0,12	< 0,087	< 0,12
Le Pont Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	19/10/2023	10/01/2024	Cendres	< 0,025	0,128 ± 0,021	< 0,043	< 0,026	< 0,026	< 0,024
Salles-en-Toulon (Ile des Dessous) Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	19/10/2023	27/12/2023	Cendres	< 0,016	0,087 ± 0,014	< 0,025	< 0,018	< 0,021	< 0,016
Monas Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	29/08/2023	18/09/2023	Lyophilisé	< 0,23	3,46 ± 0,42	< 0,21	< 0,20	< 0,25	< 0,23
St-Martin-la-Rivière Rive droite	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	29/08/2023	08/12/2023	Lyophilisé	< 0,25	4,17 ± 0,49	< 0,39	0,37 ± 0,19	0,61 ± 0,15	< 0,23

	SUBATECH Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOlogies associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457 IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	
	SMART Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	RAPPORT N° RA-24-18-3 Rapport réglementaire de Civaux - Année 2023	Page 18 sur 20

4.2.2. Tritium organiquement lié

Tableau 12 : Activités en TOL des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Civaux à titre réglementaire – 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		
Le Pont Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	19/10/2023	20/12/23	Eau de combustion	2,35 ± 0,82	0,37 ± 0,13		
Salles-en-Toulon (Ile des Dessous) Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	19/10/2023	02/03/24	Eau de combustion	1,53 ± 0,87	0,23 ± 0,14		



	SUBATECH Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOlogies associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457 IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	
	SMART Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	RAPPORT N° RA-24-18-3 Rapport réglementaire de Civaux - Année 2023	Page 19 sur 20

4.2.3. Carbone 14 et Carbone total

Tableau 13 : Activités en ¹⁴C et Ctot des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Civaux à titre réglementaire – Année 2023.

Amont		Aval							
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	¹⁴ C		C tot
							Bq.kg ⁻¹ de C	Bq.kg ⁻¹ frais	kg.kg ⁻¹ frais
Le Pont Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	19/10/2023	23/03/24	Lyophilisé	232 ± 9	26,49 ± 1,03	0,114
Salles-en-Toulon (Ile des Dessous) Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	19/10/2023	27/03/24	Lyophilisé	1322 ± 32	140,29 ± 3,40	0,106

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

5. Annexe

Tableau 14 : Tableau récapitulatif des traitements par matrice et analyse.

Traitement	Analyses réglementaires				
	Matrice	Spectrométrie γ	^{14}C et Ctot	^3H libre	TOL
Couches superficielles des terres	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Tamisage à 2 mm	-	-	-	-
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	
Herbe	-	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	Prétraitement Séchage par lyophilisation	-	
Sédiment	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Tamisage à 2 mm	-	-	-	
Végétaux aquatiques	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Tamisage	-	-	-	
Poissons	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Tamisage	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 CIVAUX
 BP 64
 86 320 CIVAUX
 Numéro de téléphone : 05 33 88 80 00