



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

CIVAUX

2021

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</i>	<i>4</i>
<i>de CIVAUX en 2021</i>	<i>4</i>
I. Contexte	4
II. Le CNPE de CIVAUX	4
III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de CIVAUX	7
IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	7
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des événements significatifs pour l'environnement	8
<i>Partie II - Prélèvements d'eau</i>	<i>10</i>
I. Prélèvements d'eau de la VIENNE pour le refroidissement	12
II. Prélèvement d'eau de la Vienne destinée à l'usage industriel	13
III. Prélèvement d'eau potable	14
IV. Milieu de prélèvement : valeurs limites et maintenance	14
<i>Partie III – Restitution et consommation d'eau</i>	<i>16</i>
I. Restitution d'eau	16
II. Consommation d'eau	16
<i>Partie IV - Rejets d'effluents</i>	<i>18</i>
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	18
II. Rejets d'effluents liquides	27
III. Rejets thermiques	42
<i>Partie V - Prévention du risque microbiologique</i>	<i>45</i>
I. Bilan annuel des colonisations en circuit	45
II. Synthèse des traitements biocides et rejets associés	46
<i>Partie VI - Surveillance de l'environnement</i>	<i>47</i>
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	47
II. Physico-chimie des eaux souterraines	54
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	55

IV. Physico-chimie et suivi Hydrobiologique des eaux réceptrices	56
V. Acoustique environnementale	67

Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation
69

<i>Partie VIII - Gestion des déchets</i>	72
I. Les déchets radioactifs	73
II. Les déchets non radioactifs	77

<i>ABREVIATIONS</i>	79
---------------------	----

<i>ANNEXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de CIVAUX Année 2021</i>	80
--	----

<i>ANNEXE 2 : Suivi radio écologique annuel du CNPE de CIVAUX Année 2020</i>	84
--	----

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de CIVAUX en 2021

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 2021 du CNPE de CIVAUX en matière d'environnement.

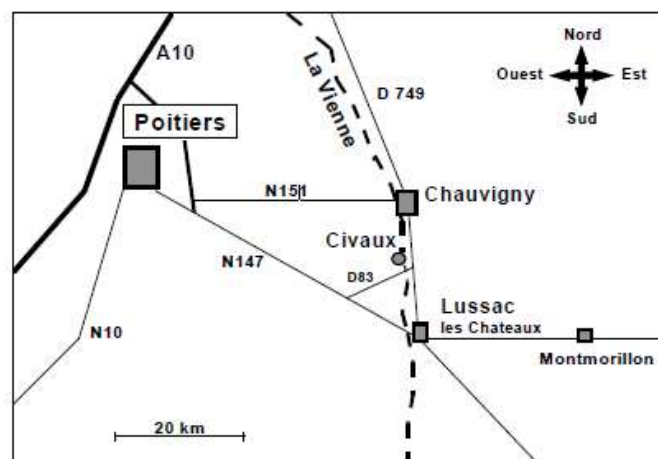
II. Le CNPE de CIVAUX

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 900 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

Cycle de production	Type d'arrêt
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.
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	Depuis le 21/08/2021, arrêt pour Visite Décennale prolongé par aléa corrosion sous contrainte coudes RIS

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.

Cycle de production	Type d'arrêt
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
Du 13/08/2021 au 19/11/2021, cycle 18	Depuis le 19/11/2021, arrêt pour aléa corrosion sous contrainte coudes RIS, suivi de Visite Décennale

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 2021, 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 a été évaluée et renouvelée par l'AFNOR en mars 2019. Le prochain audit de renouvellement se tiendra en novembre 2022. 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 2021.

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives
ESE 2	15/01/2021	Dépassement de la concentration en NTK en sortie de STEP	Mise à l'arrêt de l'ancienne STEP et mise en service nouvelle STEP en juin 2021.
ESE 6	23/09/2021	Déclaration du cumul annuel des pertes de fluides frigorigènes (impact environnement : émissions de gaz à effet de serre)	Remplacement ou maintenance des groupes froids identifiés comme présentant des fragilités.
ESE 2	28/09/2021	Dépassement de la concentration en hydrocarbures à l'émissaire secondaire	Renforcement de la culture « confinement liquide » auprès des agents travaillant sur le site.

2 Bilan des incidents de fonctionnement

Le CNPE de CIVAUX n'a pas eu, durant l'année 2021, 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.

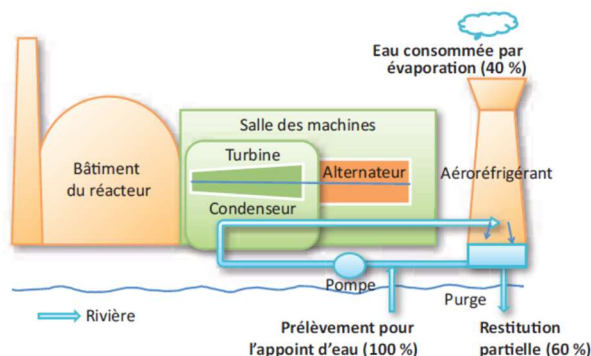


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement fermé (Source : EDF)

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 très 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 alors très importants, tant pour les sanitaires que pour la restauration. Les CNPE d'EDF peuvent être reliées aux réseaux d'eau potable des communes sur lesquelles elles sont implantées.

I. Prélèvements d'eau de la VIENNE pour le refroidissement

1. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement dans le milieu naturel de l'année 2021.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	10,26
Février	4,65
Mars	5,17
Avril	4,98
Mai	4,99
Juin	6,28
Juillet	8,83
Août	7,97
Septembre	5,00
Octobre	5,20
Novembre	4,50
Décembre	3,68
TOTAL	71,51

2. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2021

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2019 à 2021 avec la valeur du prévisionnel 2021.

Année	Milieu	Volume total prélevé (m ³)	Volume prélevé pour le refroidissement (m ³)
2019	Eau de Vienne	115 349 040	114 240 040
2020		91 307 793	89 841 984
2021		73 073 518	71 512 568
Prévisionnel 2021		90 000 000	/

Commentaires : Le volume annuel d'eau prélevé est inférieur au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2021, compte tenu des modifications du programme industriel (prolongation de l'arrêt pour visite partielle de la TR2, prolongation de la visite décennale TR1 suite à l'affaire corrosion sous contrainte, et arrêt de la TR2 à partir du 19 novembre 2021 pour l'affaire corrosion sous contrainte également). Le volume total de 73 073 518 m³ inclut les eaux de refroidissement (71 512 568 m³) et les eaux à usage industriel (1 560 950 m³) pour les prélèvements d'eau brute, les essais incendie et l'eau d'appoint de la station de déminéralisation.

3. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des volumes annuels d'eau prélevés cette année avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASN n°2009-DC-0138 dans sa version modifiée par la décision ASN n°2011-DC-0234.

Limites de prélèvement			Prélèvement	
Prescriptions	Valeur	Unité	Valeur maximale	Valeur moyenne
Débit instantané	6	m ³ / s	3,88	2,27
Volume journalier	432 000	m ³	335 280	195 914
Volume annuel	117 000 000	m ³	71 512 568	/

Commentaires : Les valeurs maximales comptabilisées sont inférieures à la limite autorisée.

4. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de prélèvements en Vienne.

Un chantier de curage de la prise d'eau en Vienne a eu lieu en juin 2021 (nettoyage curage des fosses SEF). Au total, 4 bennes ont été évacuées :

- 2 bennes déclassées en déchets industriels banals car les déchets ont été mélangés avec d'autres déchets hors sédiments de curage représentant 25,82 T au total.
- 2 bennes de sédiments de curage de prise d'eau pour un total de 25,70 T.

5. Opérations exceptionnelles de prélèvements en Vienne.

Le CNPE de CIVAUX n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans le milieu en 2021.

II. Prélèvement d'eau de la Vienne destinée à l'usage industriel

1. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement dans le milieu naturel de l'année 2021.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	0,12
Février	0,10
Mars	0,14
Avril	0,12
Mai	0,14
Juin	0,14
Juillet	0,12
Août	0,14
Septembre	0,15
Octobre	0,11
Novembre	0,14
Décembre	0,14
TOTAL	1,56

2. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2021

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2019 à 2021.

Année	Milieu	Volume prélevé pour usage industriel (millier de m3)
2019	Eau de Vienne	1 109
2020		1 466
2021		1 561

Commentaires : Le volume annuel d'eau prélevé pour l'usage industriel est cohérent par rapport au volume prélevé les années précédentes. Il n'y a pas de prévisionnel établi sur les prélèvements liés à l'usage industriel, le prévisionnel porte sur le volume total prélevé (refroidissement + industriel).

III. Prélèvement d'eau potable

1. Cumul annuel et comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2021

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2019 à 2021 avec la valeur du prévisionnel 2021.

Année	Milieu	Volume (m³)
2019	Eau Potable	63 400
2020		28 177
2021		39 302
Prévisionnel 2021		60 000

Commentaires : Le volume annuel de consommation d'eau potable est inférieur à celui prévu. Depuis la réparation des fuites qui avaient entraîné une surconsommation en 2019, le volume annuel consommé a baissé. Le volume 2021 est toutefois supérieur à celui de l'année 2020, qui avait été moindre lors de la crise sanitaire, pendant laquelle les effectifs avaient été fortement réduits sur le site pendant plusieurs mois.

IV. Milieu de prélèvement : valeurs limites et maintenance

1. 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 par la décision n°2011-DC-0234.

Milieu	Limites de prélèvement		Prélèvement		Unité
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
Vienne	Débit instantané	6	3,88	2,27	m ³ / s
	Volume journalier	432 000	335 280	195 914	m ³
	Volume annuel	117	71,51		millions de m ³

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

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

L'année 2021 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'a été nécessaire.

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'Ilôt 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. Les travaux ont débuté fin 2021.

3. Opérations exceptionnelles de prélèvements

Le CNPE de Civaux n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans la Vienne en 2021.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE de Civaux pour l'année 2021 est présentée dans le tableau ci-dessous.

		Restitution d'eau			Unités
		Eau de refroidissement	Rejets radioactifs (KER)	Rejets industriels conventionnels (SEK)	
Restitution mensuelle	Janvier	6,39	0,002	0,008	millions de m ³
	Février	2,73	0,003	0,005	
	Mars	3,03	0,002	0,004	
	Avril	2,83	0,001	0,004	
	Mai	2,89	0,002	0,005	
	Juin	3,91	0,002	0,007	
	Juillet	6,16	0,002	0,020	
	Août	4,83	0,001	0,017	
	Septembre	2,57	0,001	0,003	
	Octobre	2,86	0,0004	0,003	
	Novembre	3,13	0,002	0,016	
	Décembre	3,63	0,001	0,033	
TOTAL	Restitution au milieu aquatique	45,13			millions de m ³
	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	61,7			%

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 2021.

	Consommation d'eau de Vienne (en millions de m ³)
Janvier	3,87
Février	1,92
Mars	2,15
Avril	2,15
Mai	2,10
Juin	2,37
Juillet	2,67
Août	3,13
Septembre	2,43
Octobre	2,34
Novembre	1,37
Décembre	0,05
TOTAL (en millions de m³)	26,6

2. Comparaison aux valeurs limites

Limites d'évaporation		Fraction évaporée		Unité
Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
Débit instantané moyen journalier sur l'année	1,7	1,88	0,84	m ³ / s
Volume journalier moyen sur l'année	146 900	162 018	72 800	m ³
Volume annuel	49,2	26,6		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).

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

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

c. Cumul mensuel

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

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

	⁴¹ Ar (GBq)	⁸⁵ Kr (GBq)	^{131m} Xe (GBq)	¹³³ Xe (GBq)	¹³⁵ Xe (GBq)	^{85m} Kr (GBq)	¹³¹ I (GBq)	¹³² I (GBq)	¹³³ I (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)	^{110m} Ag (GBq)
Janvier	1,63E+00	2,11E-01	5,32E-02	1,60E+01	9,44E+00	/	9,51E-05	/	4,31E-04	2,67E-05	4,00E-05	2,23E-05	2,65E-05	/
Février	8,14E-01	2,67E-03	8,40E-03	1,75E+01	9,29E+00	/	6,57E-04	/	3,55E-03	3,42E-05	1,13E-04	2,40E-05	3,30E-05	5,47E-05
Mars	1,28E+00	6,67E-01	8,99E-03	1,63E+01	1,10E+01	/	1,75E-04	/	4,02E-04	3,14E-05	5,41E-05	2,34E-05	2,65E-05	/
Avril	1,35E+00	5,36E-01	8,42E-04	1,64E+01	1,04E+01	/	1,05E-04	/	3,90E-04	3,14E-05	4,56E-05	2,22E-05	2,57E-05	/
Mai	6,94E-01	1,41E-02	1,38E-02	1,63E+01	9,24E+00	/	7,69E-05	/	4,26E-04	2,62E-05	4,17E-05	2,23E-05	2,45E-05	/
Juin	1,61E+00	3,43E-01	1,16E-02	1,70E+01	1,03E+01	/	6,58E-05	/	3,57E-04	2,56E-05	3,81E-05	2,34E-05	2,36E-05	9,62E-05
Juillet	9,80E-01	/	/	1,54E+01	9,68E+00	/	5,96E-05	/	3,57E-04	2,30E-05	3,27E-05	2,16E-05	2,14E-05	/
Août	1,03E+00	7,45E-02	1,71E-02	1,67E+01	9,87E+00	/	1,39E-04	/	4,30E-04	2,14E-05	3,40E-05	2,27E-05	2,41E-05	/
Septembre	1,04E+00	7,78E-03	2,75E-04	1,98E+01	1,20E+01	/	8,01E-05	/	4,34E-04	2,67E-05	7,78E-05	2,32E-05	2,56E-05	/
Octobre	9,97E-01	1,29E-03	1,65E-04	5,13E+01	2,79E+01	/	1,19E-04	/	4,14E-04	2,53E-05	4,04E-05	2,25E-05	2,52E-05	
Novembre	9,09E-01	4,46E-02	1,07E-02	1,84E+01	1,20E+01	2,21E-02	1,24E-04	1,07E-01	4,85E-04	2,23E-05	3,50E-05	2,23E-05	2,23E-05	
Décembre	/	1,30E-03	1,69E-04	1,78E+01	1,24E+01	/	6,79E-05	/	4,10E-04	2,45E-05	3,87E-05	2,29E-05	2,52E-05	
TOTAL ANNUEL	1,23E+01	1,90E+00	1,25E-01	2,39E+02	1,44E+02	2,21E-02	1,76E-03	1,07E-01	8,09E-03	3,19E-04	5,91E-04	2,73E-04	3,04E-04	1,51E-04

	Volumes rejetés (m³)	Activités gaz rares (TBq)	Activité Tritium (TBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	3,03E+08	2,73E-02	8,10E-02	/	5,26E-04	1,16E-04
Février	2,85E+08	2,76E-02	1,13E-01	/	4,20E-03	2,59E-04
Mars	3,13E+08	2,93E-02	7,56E-02	9,92E+01	5,76E-04	1,35E-04
Avril	3,02E+08	2,87E-02	6,06E-02	/	4,95E-04	1,25E-04
Mai	3,01E+08	2,63E-02	7,08E-02	/	5,03E-04	1,15E-04
Juin	3,10E+08	2,92E-02	9,85E-02	2,47E+01	4,23E-04	2,07E-04
Juillet	3,05E+08	2,61E-02	6,63E-02	/	4,17E-04	9,87E-05
Août	3,15E+08	2,77E-02	8,06E-02	/	5,69E-04	1,02E-04
Septembre	3,15E+08	3,28E-02	1,28E-01	1,11E+02	5,14E-04	1,53E-04
Octobre	3,19E+08	8,02E-02	9,31E-02	/	5,34E-04	1,13E-04
Novembre	3,04E+08	3,15E-02	1,04E-01	/	1,08E-01	1,02E-04
Décembre	3,27E+08	3,03E-02	8,92E-02	4,02E+01	4,78E-04	1,11E-04
TOTAL ANNUEL	3,70E+09	3,97E-01	1,06E+00	2,75E+02	1,17E-01	1,64E-03

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

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021 :

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2019	4,78E+02	1,39E+03	2,39E+02	1,56E-02	1,36E-03
2020	3,81E+02	1,09E+03	2,04E+02	2,21E-02	1,59E-03
2021	3,97E+02	1,06E+03	2,75E+02	1,17E-01	1,64E-03
Prévisionnel 2021	6,00E+02	1,50E+03	2,50E+02	3,00E-02	3,00E-03

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2021, à l'exception des iodes gazeux. Lors de l'arrêt de l'unité n°2 en novembre 2021, de l'activité en ¹³²I a été mesurée sur les rejets permanents à la cheminée DVN au moment de la mise à l'arrêt du réacteur. La présence de ce radioélément à vie courte sur les filtres des cheminées DVN a entraîné une surestimation des rejets en iodes gazeux pour le mois de novembre 2021. En effet, l'activité en iode mesurée sur les filtres est ensuite

recalculée en fonction de la période radioactive des radioéléments pour réaliser un bilan sur toute la durée de la période de filtration. La période radioactive de l'iode 132 étant très courte, de l'ordre de quelques heures, son intégration sur une période réglementaire de 10 jours est de fait très majorante.

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN 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.

		Limites annuelles de rejet		Rejet	
Paramètres	Localisation prélèvement	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Commentaire
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,50E+04	3,97E+02	Valeur annuelle
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+07	1,33E+06	Max des valeurs journalières
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+07	1,60E+06	Max des valeurs journalières
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,40E+03	2,75E+02	Valeur annuelle
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	5,00E+03	1,06E+03	Valeur annuelle
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+06	4,00E+04	Max des valeurs journalières
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+06	5,31E+04	Max des valeurs journalières
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	8,00E-01	1,17E-01	Valeur annuelle
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	2,27E-01	Max des valeurs journalières
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	1,37E+02	Max des valeurs journalières
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E-01	1,64E-03	Valeur annuelle
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	7,90E-02	Max des valeurs journalières
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	1,10E-01	Max des valeurs journalières

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 2021.

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

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

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

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

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

	Volume (m ³)	Rejets de vapeur du circuit secondaire		Rejets au niveau des événements des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines et d'entreposage des effluents liquides	
		Tritium (Bq)	Iodes (Bq)	Tritium (Bq)	Iodes (Bq)
Janvier	1.82E+04	0	0	7,14E+07	0
Février	8.52E+03	0	0	6.907E+07	0
Mars	6.24E+03	0	0	6.71E+07	0
Avril	5.47E+03	0	0	5.634E+07	0
Mai	1.91E+04	1.04E+09	0	1.048E+08	0
Juin	1,21E+04	0	0	7,992E+07	0
Juillet	2.25 +04	0	0	5,35E+07	0
Août	2,53E+04	0	0	2,66E+07	0
Septembre	7,13E+03	0	0	4,49E+07	0
Octobre	3,49E+03	0	0	1,32E+07	0
Novembre	2,58E+04	2,72E+08	0	4,58E+07	0
Décembre	3,49E+04	0	0	1,36E+08	0
TOTAL ANNUEL	1,66E+05	1,31E+09	0	7,69E+08	0

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

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

- Le lessivage chimique des générateurs de vapeur : l'encrassement des générateurs de vapeur peut nécessiter un lessivage chimique à l'origine de rejets chimiques à l'atmosphère (ammoniac...) qui nécessitent une autorisation administrative ; ces rejets sont, soit mesurés, soit estimés par calcul en fonction des quantités de produits chimiques utilisés.
- Les émissions des groupes électrogènes de secours : les groupes électrogènes de secours composés de moteurs diesel, les Turbines à Combustion (TAC) et les Diesels d'Ultime Secours (DUS) fonctionnant au gasoil sont destinés uniquement à alimenter des systèmes de sécurité et/ou à prendre le relais de l'alimentation électrique principale en cas de défaillance de celle-ci. Ils ont donc un rôle majeur en termes de sûreté nucléaire. Les émissions des gaz de combustion (SOx, NOx) de ces matériels de petite puissance 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 fluide 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 (SOx) et d'azote (NOx) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (2 moteurs Diesels par tranche) ayant fonctionné pendant 354 heures, de la turbine à combustion (1 TAC pour le site) et des diesels d'ultime secours (1 DUS par tranche), ayant fonctionné pendant 49 heures, au total sur les 2 tranches pour 2021 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	TAC DUS	TOTAL
SOx	kg	3,68	0,92 (TAC) 0,25 (DUS)	4,85
NOx	kg	541	135 (TAC) 36 (DUS)	712

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2021, 29.715 m³ de calorifuges dans les enceintes du bâtiment réacteur de l'unité 2 ont été renouvelés.

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

Concentration calculée	Unité	Paramètres	EBA	ETY
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère	mg/m ³	Formaldéhyde	2,13 ^{E-3}	7,03 ^{E-5}
		Monoxyde de carbone	1,99 ^{E-3}	6,56 ^{E-5}

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	78,7
Ethanolamine		7,6

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)	1,3	2,35
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)	227,71	368,6
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	2,48	58,3
Total des émissions de GES en tonne équivalent CO ₂		429,3

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 des installations de secours. Pour l'année 2021, les émissions liées à cette activité représentent 795 tonnes 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 0,1 gCO₂ / kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 12,3 TWh sur l'année 2021.

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

L'année 2021 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'a été nécessaire.

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 2021.

II. Rejets d'effluents liquides

1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

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

- Les effluents provenant du circuit primaire dits « effluents primaires hydrogénés » contiennent des gaz de fission (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 concentrât 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 (résiduaux, 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 concentrât composé principalement d'acide borique,
- par filtration pour les drains de planchers et servitudes (laverie, douches...) peu radioactifs.

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

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

a. Règles spécifiques de comptabilisation

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

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

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.

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 métrologiste puisse « décider » que cette activité est présente et donc mesurée. En dessous de cette valeur, l'activité de l'échantillon est donc trop faible pour être estimée. Ce seuil de décision dépend de la performance et du rayonnement ambiant autour des moyens métrologiques utilisés.* »

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 est donné dans le tableau suivant :

	¹³¹ I (GBq)	⁵⁴ Mn (GBq)	⁶³ Ni (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	^{110m} Ag (GBq)	^{123m} Te (GBq)	¹²⁴ Sb (GBq)	¹²⁵ Sb (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)	⁵¹ Cr (GBq)
Janvier	3,82E-04	3,76E-04	9,25E-4	3,57E-04	4,10E-03	2,78E-02	2,65E-04	3,70E-04	1,03E-03	3,69E-04	4,43E-04	/
Février	4,42E-04	7,16E-04	1,03E-3	1,26E-03	7,56E-03	7,90E-03	1,73E-03	4,80E-04	1,22E-03	4,54E-04	9,71E-04	/
Mars	3,94E-04	1,74E-03	9,30E-4	5,22E-03	1,37E-02	4,74E-02	8,43E-04	3,45E-03	1,10E-03	3,99E-04	4,74E-04	1,33E-02
Avril	1,53E-04	1,82E-04	4,79E-4	3,30E-04	1,41E-03	1,09E-03	1,20E-04	1,72E-04	4,36E-04	1,76E-04	5,46E-04	/
Mai	3,78E-04	4,04E-04	8,55E-4	8,87E-04	3,30E-03	1,09E-02	2,79E-04	5,12E-04	1,06E-03	4,21E-04	2,07E-03	/
Juin	2,82E-04	3,19E-04	6,67E-4	3,34E-04	2,24E-03	6,80E-03	2,02E-04	3,06E-04	7,70E-04	3,21E-04	7,71E-04	/
Juillet	3,90E-04	4,30E-04	1,38E-3	8,56E-04	6,44E-03	1,71E-02	2,67E-04	4,25E-04	1,07E-03	4,25E-04	4,87E-04	/
Août	1,26E-04	1,43E-04	4,19E-4	1,44E-04	5,56E-04	1,59E-03	9,06E-05	1,35E-04	3,56E-04	1,32E-04	1,62E-04	/
Septembre	1,96E-04	3,65E-04	7,04E-4	3,64E-04	1,84E-03	1,84E-03	3,31E-04	2,22E-04	6,11E-04	2,27E-04	3,57E-04	/
Octobre	6,69E-05	6,96E-04	2,77E-4	6,64E-04	2,51E-03	1,66E-03	1,55E-04	9,30E-05	2,06E-04	9,79E-05	5,24E-04	/
Novembre	3,76E-04	8,72E-04	1,37E-3	8,42E-04	3,63E-03	1,64E-02	5,26E-04	3,84E-04	1,02E-03	6,55E-04	3,73E-03	/
Décembre	1,74E-04	1,89E-04	5,12E-4	3,11E-04	1,26E-03	8,92E-04	1,93E-04	1,63E-04	4,70E-04	1,81E-04	6,45E-04	/
TOTAL ANNUEL	3,36E-03	6,43E-03	9,55E-03	1,16E-02	4,85E-02	1,41E-01	5,00E-03	6,71E-03	9,34E-03	3,86E-03	1,12E-02	1,33E-02

	Volumes rejetés (T+Ex) (m³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	1,01E+04	5,30E+03	5,427E+00	3,82E-04	3,51E-02
Février	7,27E+03	3,16E+03	2,32E+00	4,42E-04	2,23E-02
Mars	5,88E+03	4,41E+03	4,59E+00	3,94E-04	8,76E-02
Avril	5,05E+03	3,08E+03	4,46E+00	1,53E-04	4,46E-03
Mai	7,53E+03	4,17E+03	6,81E+00	3,78E-04	1,98E-02
Juin	9,08E+03	1,76E+03	3,36E+00	2,83E-04	1,21E-02
Juillet	2,24E+04	2,02E+03	2,30E+00	3,90E-04	2,75E-02
Août	1,74E+04	1,20E+03	2,24E+00	1,26E-04	3,31E-03
Septembre	4,49E+03	1,12E+03	2,83E+00	1,96E-04	6,15E-03
Octobre	3,17E+03	1,47E+02	7,83E-02	6,69E-05	6,61E-03
Novembre	1,77E+04	3,38E+03	1,63E+00	3,76E-04	2,81E-02
Décembre	3,42E+04	6,04E+03	2,08E+00	1,74E-04	4,31E-03
TOTAL ANNUEL	1,44E+05	3,58E+04	3,81E+01	3,36E-03	2,58E-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 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021.

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes (MBq)	Autres PA et PF (MBq)
2018	6,99E+04	3,13E+01	3,53E+00	3,23E+02
2019	7,00E+04	2,53E+01	2,49E+00	1,60E+02
2020	6,01E+04	3,92E+01	2,90E+00	1,01E+02
2021	3,58E+04	3,81E+01	3,36E+00	2,58E+02
Prévisionnel 2021	7,00E+04	3,00E+01	4,00E+00	2,00E+02

Commentaires : Les rejets radioactifs liquides présentent des variations par rapport au prévisionnel 2021 :

- Concernant le tritium, le prévisionnel avait été établi sur base de 18 mois de réacteurs en fonctionnement, en considérant la durée prévue de la VP TR2 et de la VD TR1. Suite aux prolongations des arrêts, les deux réacteurs n'ont fonctionné que 11 mois cumulés. Il y a donc eu significativement moins de tritium produit, le tritium étant produit par les réacteurs en puissance.
- Concernant le carbone 14, les rejets sont cohérents avec ceux des années passées. Le prévisionnel 2022 a été ajusté en conséquence.
- Concernant les autres PF/PA, la valeur supérieure au prévisionnel est due à l'activité rejetée en mars 2021 en particulier. Il s'agit d'une combinaison entre une forte production d'effluents lors de l'arrêt de tranche 2 et des médias d'épuration en fin de vie qui captaient moins efficacement l'activité. Les médias d'épuration ont été changés fin mars 2021.

e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision n°2009-DC-0138 modifiée.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur	Valeur (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	9,00E+04	3,58E+04
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,90E+02	3,81E+01
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E-01	3,36E-03
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	5,00E+00	2,58E-01

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

f. Surveillance des eaux réceptrices

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

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2021 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 2021	Valeur maximale mesurée en 2021	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2021	Valeur maximale mesurée en 2021	Limite réglementaire
Eau filtrée	Activité bêta globale	0.133 Bq/L	0.304 Bq/L	2 Bq/L	-	-	-
	Tritium	38.4 Bq/L	66.3 Bq/L	280 Bq/L	20,2 Bq/L	65.5 Bq/L	140 ⁽¹⁾ / 100 ⁽²⁾ Bq/L
	Potassium	2,43 mg/L	3.61 mg/L	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	0,041 Bq/L	0,106 Bq/L	-	-	-	-

Commentaires : Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 2021 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 ($\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}$), l'éthanolamine ($\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}$) 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 ($\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}$), utilisée sur quelques CNPE, constitue une alternative intéressante à la morpholine, en particulier pour la protection des pièces internes des générateurs de vapeur et des purges des sécheurs-surchauffeurs de la turbine.
- le phosphate trisodique (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 peuvent 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 leur développement 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.

a. Etat des connaissances sur la toxicité de l'éthanolamine et de ses 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 donné dans le tableau suivant :

	Acide borique (kg)	Lithine en Li (kg)	Hydrazine (kg)	Ethanolamine (kg)	Azote (kg)	Détergents (kg)	DCO (kg)	MES (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	Sodium (kg)	Chlorures (kg)
Janvier	6,52E+02	3,20E-02	5,86E-02	1,40E+00	1,27E+02	1,02E+01	3,10E+01	5,00E+01	3,47E+00	2,90E+00	1,30E+01	6,00E+00
Février	3,95E+02	1,20E-01	2,06E-02	1,82E-01	7,17E+01	2,66E+01	2,20E+01	1,90E+01	3,93E+00	3,00E+00	1,20E+01	8,20E+00
Mars	5,16E+02	1,90E-01	1,47E-02	1,47E-01	5,60E+01	5,86E+00	4,20E+01	1,80E+01	1,04E+01	1,50E+00	1,80E+01	8,10E+00
Avril	6,23E+01	3,30E-02	1,26E-02	1,26E-01	5,09E+01	5,05E+00	1,51E+01	2,50E+01	1,57E+00	2,60E+00	8,80E+00	4,80E+00
Mai	3,91E+02	1,50E-01	1,88E-02	1,88E-01	3,91E+01	7,11E+00	6,70E+01	2,40E+01	1,83E+01	4,30E+00	4,00E+01	1,00E+01
Juin	5,70E+02	8,77E-03	2,27E-02	2,27E-01	4,96E+01	9,08E+00	4,65E+01	3,23E+01	8,33E+00	4,94E+00	3,86E+01	1,16E+01
Juillet	6,28E+02	1,15E-02	6,51E-02	7,34E-01	8,46E+01	2,24E+01	6,71E+01	2,24E+01	3,01E+00	5,41E+00	3,61E+01	1,08E+01
Août	7,32E+01	4,19E-03	5,07E-02	5,09E-01	1,04E+02	1,74E+01	7,81E+01	1,74E+01	3,17E+00	4,28E+00	8,64E+01	5,35E+01
Septembre	5,92E+02	7,04E-03	1,12E-02	1,12E-01	9,23E+00	4,49E+00	3,88E+01	9,90E+00	6,16E+00	1,15E+00	4,00E+01	9,67E+00
Octobre	5,20E+02	2,04E-03	7,91E-03	7,91E-02	1,62E+01	3,17E+00	4,17E+01	1,60E+01	1,42E+01	1,08E+00	2,32E+01	5,80E+00
Novembre	1,64E+03	1,95E-02	5,03E-02	4,18E+00	1,06E+02	1,78E+01	8,83E+01	2,16E+01	2,18E+01	4,45E+00	5,47E+01	1,92E+01
Décembre	5,18E+02	5,57E-03	8,56E-02	1,00E+01	3,21E+01	3,42E+01	1,03E+02	3,98E+01	5,44E+00	2,23E+00	1,68E+01	1,12E+01
TOTAL ANNUEL	6,56E+03	5,84E-01	4,19E-01	1,79E+01	7,47E+02	1.63E+02	6,41E+02	2,93E+02	9,98E+01	3.78E+01	3,88E+02	1,59E+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 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021.

Substances	Unité	2019	2020	2021	Prévisionnel 2021
Acide borique	kg	6790,7	6510	6560	8000
Hydrazine	kg	0,415	0,33	0.419	0,5
Ethanolamine	kg	3,01	5,03	17.9	5
Détergents	kg	408,35	118	163.2	100
Azote	kg	754,5	664	747	750
Phosphates	kg	274,7	160	99.8	100
Sodium	kg	25 794	36 400	24 000	40 000
Chlorures	kg	39 787	60 200	54200	60 000
Métaux totaux	kg	49,65	36	37.8	50
MES	kg	255,54	210	293	/
DCO	kg	747,97	540	641	/
AOX	kg	S.O	S.O	S.O	S.O
THM	kg	S.O	S.O	S.O	S.O

Commentaires : Les valeurs sont conformes au prévisionnel, à l'exception de l'éthanolamine et des détergents. Concernant l'éthanolamine, la forte production d'effluents SEK lors de l'arrêt de la TR2 en novembre 2021 a entraîné davantage de rejets de cette espèce chimique. Concernant les détergents, le volume de linge lavé pendant les arrêts a été plus important que l'année précédente, d'où la consommation plus importante de lessive.

Concernant les chlorures et le sodium, les quantités présentées dans ce tableau prennent en compte les rejets de la station de déminéralisation.

Les métaux totaux représentent un rejet total de 37,8kg sur l'année 2021, répartis de la manière suivante :

Al	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Ti	Zn	Métaux totaux en kg
5,5E+00	3,6E-01	4,2E-01	1,9E+01	3,4E+00	3,6E-01	1,7E-01	7,2E-01	7,1E+00	3,70E+01

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-après permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 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	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	2,50E+00	3,20E+03	2,70E+02	2,75E+02	2,20E+01	1,80E+04	6,56E+03
Ethanolamine	1.0 E+00	7.64E-02	1,00E+01	1,28E-00	-	-	5,40E+02	1,79E+01
Hydrazine	1.0 E-01	7.83E-04	1,00E+00	1,60E-02	-	-	2,50E+01	4,19E-01
Lithine	-	-	-	-	-	-	-	-
Détergents	2.8 E+00	3,75E-01	1,40E+02	3,44E+00	2,00E+01	2,96E+00	1,70E+03	1,63E+02
Azote	6.9 E+00	3,70E+00	1,00E+02	3,30E+01	5,00E+01	3,00E+01	1,10E+03	7,47E+02
Phosphates (réservoirs T,S, Ex + UV)	2.9 E+00	1,30E-01	6,10E+01	1,3E-01	2,00E+01	1,06E+00	1,05E+03	2,28E+02
Sodium	1,70E+01	8,49E+00	7,60E+02	3,93E+02	-	-	-	2,40E+04
Chlorures	2,00E+01	9,58E+00	1,08E+03	5,67E+02	-	-	-	5,42E+04
Métaux totaux	3.0 E-01	9,61E-02	5,00E+00	3,11E+00	-	-	1,00E+02	3,78E+01
Sulfates issus de la station de déminéralisation	4.30 E-01	1,03E-01	-	-	-	-	3,00E+03	7,90E+00
MES	2.9 E+00	3,28E-01	5,30E+01	5,83E+00	-	-	-	2,93E+02
DCO	1,30E+01	2,85E-01	1,80E+02	1,39E+01	-	-	-	6,41E+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 2021, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Civaux est évaluée à 0,6 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 2021 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 bâche 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

i. Cumul mensuel

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

	Chlorures (kg)	Sodium (kg)	AOX (kg)	THM (kg)	CRT (kg)	Hydrocarbures (mg/l)	Nitrites (kg)	Nitrates (kg)	DCO	Azote Kjeldahl (kg)	DBO5 (kg)	MES (KG)
Janvier	4,96E+02	1,15E+02	-	-	-	0,14	-	-	-	-	-	-
Février	4,20E+02	1,23E+02	1,52E-03	< 5,7E-05	<4,75E-03	0,1	1,00E+00	4,50E+02	9,60E+01	2,70E+01	6,90E+00	7,20E+01
Mars	4,03E+02	9,30E+01	-	-	-	0,12	-	-	-	-	-	-
Avril	1,35E+02	2,52E+01	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Mai	5,58E+02	1,12E+02	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Juin	6,60E+02	1,47E+02	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Juillet	9,61E+02	2,98E+02	-	-	-	0,35	-	-	-	-	-	-
Août	1,15E+03	2,17E+02	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Septembre	6,85E+02	1,06E+02	-	-	-	7,33	5,76E-03	2,18E+00	9,83E-01	4,06E-01	1,77E-01	7,86E-01
Octobre	5,94E+02	8,22E+01	-	-	-	0,16	-	-	-	-	-	-
Novembre	6,66E+02	1,06E+02	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Décembre	1,38E+03	2,20E+02	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
TOTAL ANNUEL	8,10E+03	2,38E+03	1,52E-03	< 5,7E-05	<4,75E-03	/	1,01E+00	4,52E+02	9,70E+01	2,74E+01	7,08E+00	7,28E+01

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Les limites réglementaires relatives aux rejets des substances chimiques dans l'émissaire secondaire 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 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021.

Paramètres	Unité	2019	2020	2021	Prévisionnel 2021
Chlorures	kg	10000	12000	8100	-
Sodium	kg	2500	2400	2380	-
AOX	mg/l	0.027	0,0304	0.016	-
THM	mg/l	0.044	0,0014	< 0.00006	-
CRT	mg/l	0.01	0,016	<0,05	-
Nitrites	kg	1.9	2,0	1.01	-
Nitrates	Kg	24	290	452	-
Hydrocarbures	mg/l	/	/	0,79	-
Azote Kjeldhal	kg	10	15	27.4	-
DBO5	kg	11	15	7.08	-
DCO	kg	47	110	97	-
MES	kg	19	76	72.8	-
Sulfates	Kg	83	-	-	-
Fer	kg	<10	<10	< 10	10

Commentaires : Les quantités rejetées pour l'année 2021 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	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée au rejet (mg/L)	Valeur maximale	Valeur moyenne	Flux 24h ajouté (kg)	Valeur maximale (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel (kg)
Chlorures	-	-	-	-	4,45E+01	-	8,10E+03
Sodium	-	-	-	-	9,61E+00	-	2,38E+03
AOX	3,0E-01	1.60E-02	1.60E-02	-	1.52E-03	-	1.52E-03

THM	-	<6,0E-01	<6,0E-01	-	<5,70E-05	-	<5,70E-05
CRT	1,0E-01	<5,0E-02	<5,0E-02	-	<4,75E-03	-	<4,75E-03

Commentaires : Les rejets sont conformes aux limites imposées. Concernant les AOX, THM et CRT, il s'agit d'un rejet ponctuel au moment de la chloration annuelle du circuit TRI en février 2021.

3. 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 2021.

III. Rejets thermiques

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

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

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

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

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

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

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

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 2021 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	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy
Janvier	9,0	2,4	5,3	23,0	14,5	17,7	0,4	0,0	0,2	9,0	3,3	5,6
Février	11,0	5,8	8,5	23,9	14,3	20,0	0,2	0,0	0,1	10,9	6,0	8,6
Mars	13,8	7,4	9,6	23,3	11,3	18,6	0,3	0,0	0,1	13,8	7,7	9,8
Avril	18,5	10,3	13,5	23,5	16,6	20,3	0,3	0,1	0,2	18,8	10,6	13,8
Mai	20,7	14,0	15,9	26,0	14,5	22,0	0,2	0,0	0,1	21,2	14,3	16,1
Juin	27,7	18,6	22,2	27,8	17,5	21,9	0,1	-0,2	0,0	27,6	18,8	22,3
Juillet	24,9	17,3	21,2	21,9	17,9	19,4	0,0	-0,2	-0,1	25,2	17,5	21,2
Août	27,3	18,5	21,6	23,7	17,0	19,4	0,0	-0,4	-0,1	26,7	18,6	21,5
Septembre	24,9	16,9	20,5	21,8	13,9	18,7	0,1	-0,1	-0,1	24,3	16,8	20,6
Octobre	18,1	11,4	14,3	25,3	11,5	17,0	0,6	-0,1	0,1	17,9	11,2	14,5
Novembre	13,6	5,2	9,1	23,1	8,8	17,2	0,5	0,0	0,3	14,4	5,6	9,5
Décembre	9,9	2,5	6,0	12,5	8,2	10,8	0,2	0,0	0,1	9,8	2,7	6,1

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	0,6
Echauffement amont-aval calculé avec T° de Vienne >25°C	°C	0	0
Température aval après mélange	°C	-	27,6

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

3 En conditions climatiques exceptionnelles

Aucun épisode caniculaire nécessitant l'utilisation des limites en conditions climatiques exceptionnelles n'a eu lieu en 2021.

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

L'année 2021 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'a été nécessaire.

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. Cette réglementation est applicable au CNPE depuis le 1er janvier 2022. Une dérogation à cette réglementation a été soumise à l'ASN afin de permettre au CNPE de CIVAUX de terminer la construction et la mise en service d'une installation de traitement à la monochloramine (CTE monochloramine) et dans l'attente de la modification des décisions limites de rejets en Vienne permettant la réalisation de ce traitement.

Afin de limiter ces proliférations, 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.

I. Bilan annuel des colonisations en circuit

Les valeurs maximales observées en 2021 en *Legionella pneumophila* mesurées en bassin et en *Naegleria fowleri* calculées en aval dans le fleuve sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

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

Paramètre	Valeur maximale observée en 2021	Seuil d'action
Legionella pneumophila Tr1	5 700 UFC / L	5 000 000 UFC / L
Legionella pneumophila Tr2	100 UFC / L	5 000 000 UFC / L
Naegleria fowleri	30 Nf / L	100 <i>N.fowleri</i> / L

Pendant toute la durée du suivi microbiologique, la concentration en *Naegleria fowleri* calculée dans la vienne après dilution du rejet n'a jamais atteint la valeur limite de 100 Nf/L, et la concentration en *Legionella pneumophila* n'a jamais atteint le seuil d'action de 5 000 000 UFC/L.

II. Synthèse des traitements biocides et rejets associés

Ce rapport présente les résultats des suivis amibiens et légionelles imposés par la décision n°2016-DC-0578, ainsi que la surveillance des installations de traitement anti amibien des deux tranches du CNPE. Il aborde également le suivi légionelles imposé par l'arrêté du 13 décembre 2004. Ces suivis ont été réalisés en adéquation avec chacune des réglementations tant au niveau des prélèvements, effectués en lieux et fréquences demandés, qu'en terme de normes imposées pour les analyses physico-chimiques et microbiologiques à réaliser.

Ces suivis ont été effectués dans un contexte particulier où les deux tranches n'ont été en fonctionnement simultanément que peu de temps au cours de la saison estivale. Ainsi, les conditions favorables à un développement microbien n'ont été réunies qu'au cours de quelques jours durant l'été. De ce fait, le risque sanitaire a été limité au cours du suivi estival. Malgré cela, il a pu être observé des colonisations et des proliférations importantes de populations amibiennes au sein des deux tranches.

Dans le cas de la tranche 1, les premières populations amibiennes ont été observées à la fin du mois d'avril. Ces dernières ont engendré des concentrations amibiennes significatives au rejet conduisant à la mise en service des installations de traitement UV suite à l'atteinte des critères de démarrage, le 30 avril. Le circuit de refroidissement a été régulièrement colonisé par les amibes entre le 2 juin et le 23 août. La colonisation est marquée par trois phénomènes de prolifération. Le plus important s'est déroulé du 19 au 27 juillet avec des mesures de concentrations atteignant 9 179 Nt et Nf/L le 22 juillet. Chacune de ces proliférations est concomitante d'une amélioration des conditions climatiques et, de ce fait, des conditions de développement amibien.

Les populations amibiennes mises en évidence ont pu être contrôlées par la mise en place du traitement UV. Globalement, ce dernier a permis d'éliminer une part importante des amibes présentes dans les effluents de purge du circuit de la tranche 1. Ce dernier a toutefois été impacté par les conditions climatiques du 7 mai au 21 juillet qui a engendré une dégradation de la qualité des effluents, entraînant, de ce fait, l'application d'une dose de 139 mJ/cm² en moyenne sur cette période.

La colonisation du circuit de la tranche 2 a, quant à elle, été beaucoup plus importante au vu des concentrations moyennes mesurées (930 Nt/L et 828 Nf/L). De fortes concentrations amibiennes ont été observées du 31 août au 6 octobre, avec en moyenne 2 677 Nt/L et 2 395 Nf/L sur cette période. De plus, d'importantes proliférations ont été constatées jusqu'à fin septembre, dont la plus importante a eu lieu du 25 au 29 septembre avec une concentration maximale de 9 179 Nt et Nf/L.

Les installations de traitement UV ont été judicieusement mises en service, le 18 août sans atteinte des critères mentionnés dans la stratégie de traitement. Ceci a permis de limiter fortement les populations amibiennes présentes dans les effluents. Cependant, le maintien de la tranche à pleine puissance ainsi qu'une dégradation significative de la qualité de l'eau du 20 septembre au 4 octobre ont engendré des difficultés de traitement sur cette période. Ainsi, entre le 25 et le 29 septembre, des concentrations amibiennes significatives de 694 Nt et Nf/L en aval des canaux 1-2 et 459 Nt et Nf/L en aval des canaux 3-4, ont été observées.

Les difficultés de traitement observées sur chaque tranche ont également engendré des concentrations amibiennes significatives au point rejet. Ces amibes ont ainsi pu être reliées aux périodes de fonctionnement de chacune des tranches, mais aussi aux périodes où le traitement UV a été moins efficace. En effet, des concentrations assez importantes de 400 Nt et Nf/L ont pu être mesurées. Toutefois, la concentration critique n'a jamais été atteinte et la concentration calculée à l'aval du site a été au maximum de 30 Nf/L. Ces observations ont été confirmées lors du suivi amibien réalisé en aval du rejet dans l'environnement. En effet, la concentration maximale en *Naegleria fowleri* mesurée en Vienne a été de 40 Nf/L. Les concentrations en aval, calculées ou mesurées, sont donc restées bien inférieures aux limites imposées par la décision n°2016-DC-0578. De ce fait, il n'a pas été nécessaire de mettre en oeuvre des actions correctives ou curatives.

Le suivi des légionelles dans les circuits de refroidissement du CNPE montre une faible colonisation en *Legionella pneumophila* au cours de l'année 2021.

Ce fait est notamment bien représenté par les concentrations négligeables mesurées dans le circuit de la tranche 2. En effet, la concentration maximale mesurée est égale au seuil de détection de 100 UFC/L, dans l'échantillon du 10 novembre.

Concernant la tranche 1, la colonisation a également été faible malgré quelques prélèvements présentant des concentrations en *Legionella pneumophila* plus significatives. Ces détections ont eu lieu du 9 juin au 18 août. Une valeur maximale de 5 700 UFC/L a été mesurée le 21 juillet. Quelques légionelles, issues de la période de colonisation de la tranche 1, ont également été visibles dans l'eau du circuit de refroidissement de la purge (circuit CVP). Cependant, au vu de la concentration maximale de 300 UFC/L mesurée, leur présence reste négligeable. Dans le cas des installations classées soumis à un suivi des légionelles, aucune *Legionella* spp. n'a été mise en évidence dans les circuits TRI et SEC.

Pour conclure, au cours de l'année 2021, le CNPE a mis en place des actions préventives qui ont permis de respecter les seuils en *Naegleria fowleri* imposés par la décision n°2016-DC 0578. Le seuil de 10 000 UFC/L en *Legionella pneumophila* a également été respecté pour les deux tranches et le circuit CVP. Le seuil en *Legionella* spp. imposé par l'arrêté du 13 décembre 2004 concernant les installations classées n'a jamais été atteint.

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 radiamétriques (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.

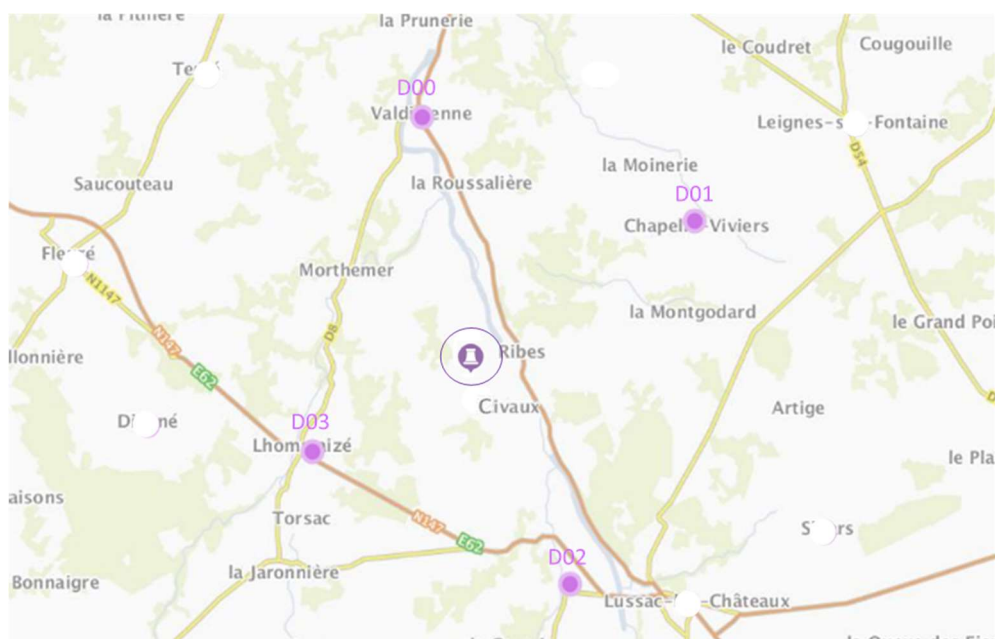
Réseau de balises radiamétriques « Clôture »



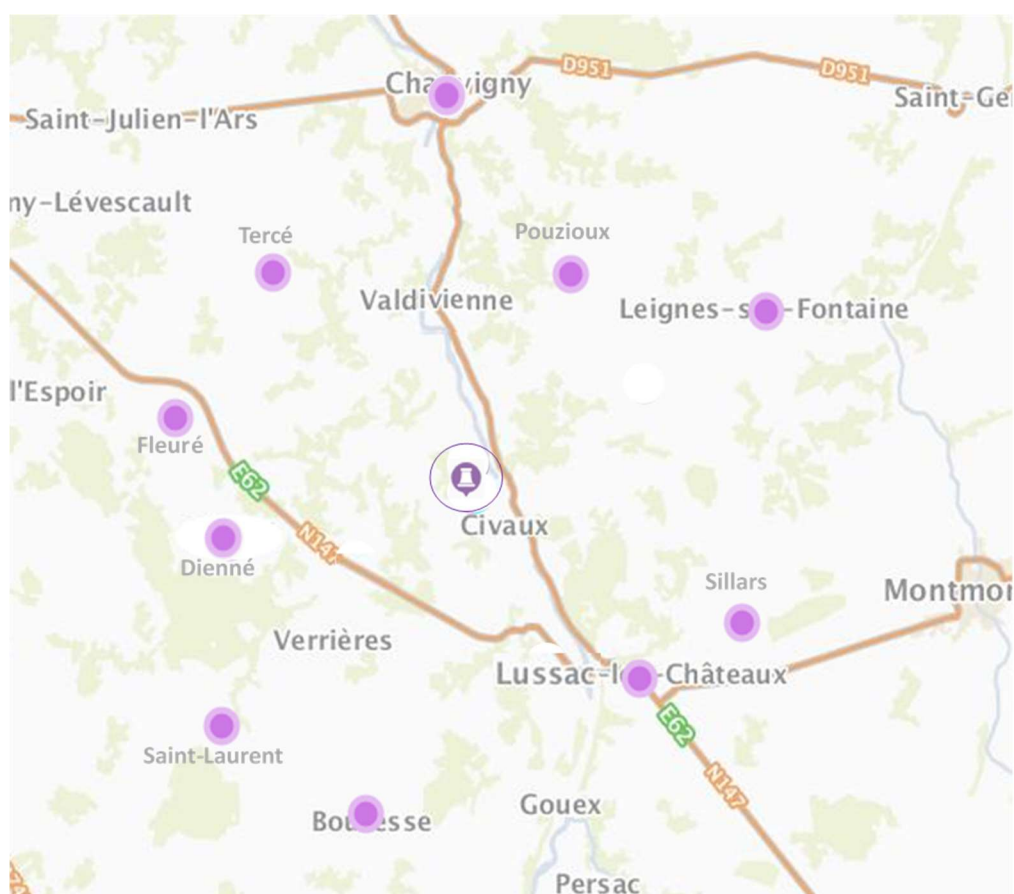
Réseau des balises radiamétriques « 1Km »



Réseau des balises radiamétriques « 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 2021 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives à l'année antérieure sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose moyen année 2021 (nSv/h)	Débit de dose max année 2021 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2020 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2019 (nSv/h)
Clôture	125	228	125	119
1 km	110	172	112	108
5 km	133	239	129	121
10 km	123	192	122	116

Commentaires : Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2021 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 1^{er} 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 2021 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		6.16E-04	<7.4E-05	2.08E-03	1,00E-02
	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	<6,21E-06	<1,70E-07	<9,20E-06	-
		⁶⁰ Co	<4.85E-06	<3,00E-06	<7.5E-06	-
		¹³⁴ Cs	<5.25E-06	<3.4E-06	<7,5E-06	-

		¹³⁷ Cs	<3.71E-06	<2.50E-06	<5,00E-06	-
		⁴⁰ K	<1,05E-04	<7.60E-05	<1.30E-04	-
Tritium atmosphérique (Bq/m³)			<1,64E-01	<9.61E-02	<2.38E-01	50
Eau de pluie (Bq/L)	Bêta globale		1,76E-01	<8,61E-02	5.03E-01	-
	Tritium		<5.11E+00	<4,50E+00	<5,93E+00	-

Commentaires : Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2021 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 2021 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seules les activités relatives aux radionucléides d'origine artificielle et supérieures aux seuils de décision sont présentées.

Nature du prélèvement	Radionucléide		Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres (Bq/kg sec)	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	Mensuelle	<3,96E-01	<5,00E-01
		⁶⁰ Co		<4,29E-01	<7,00E-01
		¹³⁴ Cs		<3,29E-01	<4,00E-01
		¹³⁷ Cs		<3.58E-01	<5,00E-01
		⁴⁰ K		6,66E+02	8.89E+02
Lait (Bq/L)	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	Mensuelle	<4,00E-01	<5,00E-01
		⁶⁰ Co		<3,88E-01	<6,00E-01
		¹³⁴ Cs		<3,83E-01	<5,00E-01
		¹³⁷ Cs		<3.79E-01	<5,00E-01
		¹¹⁰ Ag		<4,29E-01	<6,00E-01
		⁵⁴ Mn		<3,88E-01	<5,00E-01
		⁴⁰ K		4,66E+01	7,90E+01

Commentaires :

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment terrestre ainsi que leur interprétation pour l'année 2020 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en annexe 2.

4. Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment aquatique ainsi que leur interprétation pour l'année 2020 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en annexe 2.

5. Surveillance des eaux souterraines

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

Paramètres	Unité	Valeur mesurée
Tritium	Bq/L	<20
Bêta global	Bq/L	<1

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 de 13 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	11
Conductivité	μS/cm	651
AOX	mg/L	0,011
Azote de Kjeldahl (NTK)		<0,5
Chlorures		<100
DCO		<10
Fer dissous		<0,01
Fer Total		0,02
Hydrocarbures		<0,05
Nitrates		<25
Phosphates		<0,3

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 2021 pour les stations amont (SM1), rejet (SM2) et aval (SM3).

Station amont - SM1	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,7	10,3	10,3	10,1	8,7	7,3	7,8	8,1	7,9	9,5	10,5	11,4
Conductivité (µS/cm)	102,2	93,3	118,5	143,0	134,5	149,1	135,0	165,8	164,1	157,9	151,6	120,7
pH	7,3	7,2	7,6	7,9	7,4	7,2	7,2	7,4	7,3	7,4	7,3	7,2
Température	5,3	8,5	9,6	13,5	15,9	22,2	21,2	21,5	20,5	14,3	9,1	6,0

Station rejet - SM2	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	9,6	9,1	9,3	8,8	8,5	8,7	9,2	9,1	8,8	9,3	9,4	10,7
Conductivité (µS/cm)	155,6	145,9	191,3	239,8	217,9	239,2	183,3	261,1	284,2	265,0	217,6	133,4
pH	7,5	7,4	7,8	8,1	8,0	8,2	8,0	8,2	8,2	8,2	8,0	7,5
Température	17,7	20,0	18,6	20,3	22,0	21,9	19,4	19,4	18,7	17,0	17,2	10,8

Station aval - SM3	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,2	9,5	10,8	10,1	8,7	7,5	7,8	8,4	8,1	9,6	10,2	11,3
Conductivité (µS/cm)	123,5	129,4	118,5	147,9	135,3	149,7	136,4	174,8	169,3	161,1	152,4	123,9
pH	7,0	7,0	7,4	7,9	7,4	7,3	7,3	7,6	7,4	7,6	7,4	7,3
Température	5,6	8,6	9,8	13,8	16,1	22,3	21,2	21,5	20,6	14,5	9,5	6,1

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 suivi Hydrobiologique des eaux réceptrices

Les tableaux suivants présentent le suivi 2021 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

MAZEROLLES (amont)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Température de l'eau	°C	4	9	9	14	15	21	20	21	20	17	11	7
Conductivité à 25°C (IN SITU)	µS/cm	96	81	115	134	141	138	120	146	161	173	144	113
Oxygène dissous	mgO ₂ /L	13.3	12	11,4	9,8	9.5	7.4	8.4	8.2	7.8	9.5	11.2	12.2
pH	-	7.2	7.1	7,2	7,5	7.4	7.2	7.4	7.3	7.2	7.4	7.4	7.5
Saturation en oxygène dissous	%	101	104	102,4	95,1	96.4	83.6	91.2	91.6	85.8	97.8	100.5	100.5
Turbidité	NFU	7.6	22	6,2	5	6.4	6.8	17	9.3	2.5	3.7	2.9	17
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°F	1.7	1.7	2,6	3,4	3.7	3.3	3.3	3.5	4.3	4.3	3.9	2.8
Carbone organique dissous (COD)	mg/L	4.5	4.8	3,8	3,9	3.9	5.9	7.3	6.6	5.7	8.0	5.4	5.9
Silice (SiO ₂)	mg/L	12	11	12	8,2	6.4	11	12	10	7.7	12	12	13
Calcium dissous	mg/L	6.6	6.5	7,9	9,7	11	9.6	9.9	9.9	12	11	11	7.3
Magnésium dissous	mg/L	2.2	2.1	2,3	2,9	3.1	2.9	3.3	2.8	3.3	3.2	3.4	2.5
Sodium dissous	mg/L	6.8	5.4	8,5	11	13	14	9.5	13	12	17	11	8.9

MAZEROLLES (amont)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Potassium dissous	mg/L	1.7	0.7	1,8	1,5	2.3	2.1	2.6	2.2	1.9	2.9	2.8	2.4
Hydrogénocarbonates HCO ₃	mg/L	21	21	31	42	45	41	41	43	52	52	48	34
Sulfates (/4)	mg/L	7.2	5.7	9	9,7	12	13	7.8	13	14	18	9.4	8.5
DBO _{5J}	mgO ₂ /L	<0.5	0.5	2	<0,5	1	0.5	0.5	<0.5	1	<0.5	0.6	0.6
ST-DCO	mgO ₂ /L	16	22	16	13	16	22	34	20	16	20	15	23
Matières en suspension (MES)	mg/L	10	38	10	7	13	9	17	10	3	4	3	22
Nitrates (NO ₃)	mg/L	8.3	7.1	7,7	6,4	6.1	5.7	5.3	5.5	5.7	6.1	5.5	6.2
Nitrites (NO ₂)	mg/L	0.02	0.01	0,02	0,01	0.02	0.05	0.05	0.01	<0.01	0.02	0.02	0.03
Ammonium (NH ₄)	mg/L	0.05	0.03	<0,01	<0,01	0.02	<0.01	0.03	0.02	0.02	<0.01	0.02	<0.01
Chlorures (Cl)	mg/L	7.9	6.4	9,5	11	11	11	9.4	12	13	15	12	11
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/L	0.6	0.7	<0,5	<0,5	0.5	0.6	0.7	0.5	<0.5	0.6	<0.5	0.7
Phosphore total (en P)	mg/L	0.05	0.09	0,04	0,03	0.04	0.07	0.06	0.05	0.05	0.08	0.05	0.09
Bore (B)	mg/L	<0.05	<0.05	<0,05	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Orthophosphates (PO ₄)	mg/L	0.06	0.04	0,02	0,05	0.03	0.11	0.13	0.10	0.06	0.16	0.07	0.05
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	mg/L	<0.05	<0.05	<0,05	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Hydrazine	mg/L	<0.2	<0.2	<0,2	<0,2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Aluminium total (Al)	µg/L	450	1900	380	240	290	350	680	430	120	180	150	960
Chrome total (Cr)	µg/L	1.1	2.8	0,9	0,7	0.9	1	1.5	1	0.7	0.9	0.6	1.6
Cuivre total (Cu)	µg/L	2.2	3.9	1,5	1,9	1.8	2.4	2.9	2	1.8	1.8	1.8	3.1
Fer total (Fe)	µg/L	660	1900	540	490	530	770	1400	950	590	710	590	1400
Manganèse total (Mn)	µg/L	43	79	31	35	59	60	67	56	26	45	20	75
Nickel total (Ni)	µg/L	0.8	1.9	1	0,8	0.9	1	1.7	1	0.7	0.9	0.8	1.4
Plomb total (Pb)	µg/L	0.7	2.5	0,6	0,5	0.6	0.9	1.5	1	0.6	0.7	0.5	1.3
Titane total (Ti)	µg/L	15	61	13	8,4	9.8	12	22	15	4.1	6.6	5.1	36
Zinc total (Zn)	µg/L	7	12	43	6	5	5	7	5	2	3	3	8
Indice hydrocarbure (C10-C40)	µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50

MAZEROLLES (amont)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Chloroforme (trichlorométhane)	µg/L	<0.15	<0.15	<0,15	<0,15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15
Ethanolamine	µg/L	<10	/	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Morpholine	µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Coliformes thermotolérants	/100mL	600	1900	600	100	400	610	<100	400	<100	200	120	2400
Coliformes totaux	/100mL	1200	>800 0	2300	100	900	8000	600	700	<100	300	300	2400
Escherichia coli	/100mL	530	2000	520	77	400	1200	130	310	140	170	77	1800
Entérocoques	/100mL	290	710	270	<15	46	430	130	93	77	130	46	600
Choropyle a	µg/L	/	/	<5	8	18	<5	<5	<5	<5	<5	/	/
Phéopigments	µg/L	/	/	<5	9	9	<5	<5	<5	<5	<5	/	/
METAUX TOTAUX	mg/L	1.18	3.95	1.01	0.78	0.88	1.2	2.18	1.46	0.74	0.94	0.76	2.48
Acides chloroacétiques	µg/L	/	/	<4,5	/	/	<4,5	/	/	<4,5	/	/	<4,5
Acide dibromoacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	< 1
Acides haloacétiques totaux	µg/L	/	/	< 5,5	/	/	< 5.5	/	/	< 5,5	/	/	< 5.5
Acide monochloroacétiq ue	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	< 1
Acide dichloroacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	< 1
Acide trichloroacétique	µg/L	/	/	<2.5	/	/	<2.5	/	/	<2.5	/	/	<2.5

Point de prélèvement : pont de CUBORD

CUBORD (aval 1)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Température de l'eau	°C	4	9	9	14	15	21	20	21	20	16	12	7.0
Conductivité à 25°C (IN SITU)	µS/cm	98	83	118	145	150	153	122	146	178	182	150	113
Oxygène dissous	mgO2/ L	13.2	12	11,4	9,4	9.6	7.4	8.3	8.5	6.7	9.1	11.1	12.0
pH	-	7.2	7.1	7,3	7,5	7.5	7.3	7.4	7.4	7.3	7.5	7.5	7.5

CUBORD (aval 1)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Saturation en oxygène dissous	%	100	104	101,9	91,3	95.9	82.3	90.9	94.6	79.7	92	101.5	99.2
Turbidité	NFU	8.4	27	5,5	5,6	4.6	8.9	17	6.6	1.7	3.6	2.5	15
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°F	1.9	1.8	2,6	3,5	3.8	4	3.1	3.4	4.7	4.4	4.1	2.9
Carbone organique dissous (COD)	mg/L	4.6	4.9	3,7	4,1	3.9	5.7	7.6	6.7	6.0	7.0	5.5	5.9
Silice (SiO ₂)	mg/L	12	11	12	8,3	5.8	11	12	10	7.9	13	13	13
Calcium dissous	mg/L	6.8	6.5	8,4	11	12	13	10	10	14	12	12	7.6
Magnésium dissous	mg/L	2.2	2.1	2,4	3,1	3.3	3.2	3.4	2.9	3.5	3.4	3.5	2.6
Sodium dissous	mg/L	6.9	5.4	8,6	11	13	13	9.6	13	13	17	11	9
Potassium dissous	mg/L	1.7	0.6	1,8	1,6	2.4	2.2	2.6	2.2	2.1	3.1	2.8	2.5
Hydrogénocarbonates HCO ₃	mg/L	24	22	32	43	47	49	38	41	57	54	50	35
Sulfates (/4)	mg/L	7.3	6.2	9,3	10	12	13	7.9	13	15	18	10	8.5
DBO _{5J}	mgO ₂ /L	<0.5	<0.5	1	0,5	0.6	0.6	0.5	<0.5	0.8	<0.5	0.7	0.6
ST-DCO	mgO ₂ /L	20	20	18	16	17	23	33	26	17	20	16	22
Matières en suspension (MES)	mg/L	10	33	9	10	7	10	18	13	2	3	2	18
Nitrates (NO ₃)	mg/L	8.6	7.2	7,9	6,5	6.4	6.1	5.3	5.3	6.1	6.1	5.6	6.6
Nitrites (NO ₂)	mg/L	0.02	0.01	0,02	0,01	0.02	0.05	0.04	0.01	<0.01	0.02	0.02	0.03
Ammonium (NH ₄)	mg/L	0.05	0.03	0,04	0,01	0.03	0.06	0.03	0.01	0.04	0.01	<0.01	<0.01
Chlorures (Cl)	mg/L	8.1	6.5	10	11	12	12	9.2	13	13	16	12	11
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/L	<0.5	0.7	<0,5	<0,5	<0.5	0.7	0.5	0.7	0.7	0.5	0.5	0.6
Phosphore total (en P)	mg/L	0.05	0.10	0,04	0,04	0.04	0.07	0.07	0.06	0.05	0.07	0.05	0.08
Bore (B)	mg/L	<0.05	<0.05	<0,05	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.05	<0.05	<0.05
Orthophosphates (PO ₄)	mg/L	0.03	0.04	0,03	0,02	0.03	0.11	0.11	0.10	0.06	0.11	0.06	0.05
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	mg/L	<0.05	<0.05	<0,05	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Hydrazine	mg/L	<0.2	<0.2	<0,2	<0,2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2

CUBORD (aval 1)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Aluminium total (Al)	µg/L	490	2000	430	320	210	390	700	390	110	180	120	790
Chrome total (Cr)	µg/L	1.2	3	1	0,9	0.8	1	1.5	1	0.7	0.8	0.5	1.4
Cuivre total (Cu)	µg/L	2.4	4	1,7	2	1.8	3.4	2.9	2	1.9	2.1	1.7	2.4
Fer total (Fe)	µg/L	690	2000	570	600	430	790	1400	930	580	750	540	1200
Manganèse total (Mn)	µg/L	35	83	31	41	48	62	73	55	25	31	19	63
Nickel total (Ni)	µg/L	0.9	1.9	0,9	1,1	0.8	1	2.1	1	0.9	1.1	0.8	1.3
Plomb total (Pb)	µg/L	0.7	3.2	0,6	0,6	0.5	1	1.6	1	0.6	0.7	0.5	1.1
Titane total (Ti)	µg/L	20	68	14	12	6.9	12	23	13	3.4	6.2	4	25
Zinc total (Zn)	µg/L	8	13	43	8	5	6	8	5	3	4	3	7
Indice hydrocarbure (C10-C40)	µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Chloroforme (trichlorométhane)	µg/L	<0.15	<0.15	<0,15	<0,15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15
Ethanolamine	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Morpholine	µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Coliformes thermotolérants	/100mL	100	1000	100	150	1800	800	<100	200	100	600	100	2000
Coliformes totaux	/100mL	4000	>8000	500	500	9000	2000	300	300	100	600	120	2000
Escherichia coli	/100mL	820	2400	210	130	2400	1000	160	160	140	140	94	1200
Entérocoques	/100mL	160	630	60	15	490	840	130	77	61	160	61	450
METAUX TOTAUX	mg/L	1.243	4.17	1.09	0.99	0.69	1.26	2.2	1.4	0,72	0.97	0.69	2.09
Acides chloroacétiques	µg/L	/	/	<4,5	/	/	<4,5	/	/	<4,5	/	/	<4,5
Acide dibromoacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1
Acides haloacétiques totaux	µg/L	/	/	< 5,5	/	/	< 5.5	/	/	< 5,5	/	/	< 5.5
Acide monochloroacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1
Acide dichloroacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1
Acide trichloroacétique	µg/L	/	/	<2.5	/	/	<2.5	/	/	<2.5	/	/	<2.5

Point de prélèvement : pont de St MARTIN la rivière

VALDIVIENNE (aval 2)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Température de l'eau	°C	4	9	10	14	16	22	20	21	22	16	11	7.0
Conductivité à 25°C (IN SITU)	µS/cm	102	85	124	146	154	149	128	151	184	189	160	115
Oxygène dissous	mgO2/L	13.1	11.8	11,4	10	9.8	7.5	8.2	8.6	8.4	9.1	11.3	12.1
pH	-	7.3	7	7,3	7,6	7.8	7.3	7.4	7.4	7.6	7.5	7.5	7.4
Saturation en oxygène dissous	%	100	103	102,3	98	98.1	84.4	90	95.9	94.4	92.4	102.2	99.8
Turbidité	NFU	8.2	24	5,3	6,1	4.7	7.4	17	10	3.5	4.6	2.7	16
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°F	2.1	1.9	3,1	3,9	4.1	4.2	3.6	3.8	5.4	4.9	4.4	2.9
Carbone organique dissous (COD)	mg/L	4.5	4.8	4	4,2	3.8	5.7	7.5	6.6	5.8	8.0	5.2	5.9
Silice (SiO2)	mg/L	12	11	13	7,8	5.4	11	12	10	8	13	13	13
Calcium dissous	mg/L	7.4	7.2	9,3	11	13	12	11	11	15	13	13	7.6
Magnésium dissous	mg/L	2.3	2.2	2,6	3,3	3.5	3.3	3.6	3.1	3.7	3.7	3.9	2.5
Sodium dissous	mg/L	6.9	5.4	8,6	12	13	13	9.6	12	13	17	12	8.6
Potassium dissous	mg/L	1.7	0.6	1,8	1,6	2.3	2.1	2.6	2.1	2	3	2.8	2.4
Hydrogénocarbonates HCO3	mg/L	26	23	38	48	50	51	44	46	66	60	54	35
Sulfates (/4)	mg/L	7.4	5.8	9,4	11	11	13	8.0	12	15	18	11	8.4
DBO5J	mgO2/L	<0.5	<0.5	1	0,5	0.8	0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5	0.6	0.8
ST-DCO	mgO2/L	16	21	19	14	17	21	32	25	17	22	16	21
Matières en suspension (MES)	mg/L	10	35	6	9	6	11	19	22	4	5	2	23
Nitrates (NO3)	mg/L	8.7	7.2	8,2	6,6	6.5	6	5.4	5.4	6.6	6.4	5.9	6.3
Nitrites (NO2)	mg/L	0.02	0.01	0,02	0,01	0.02	0.05	0.04	<0.01	0.01	0.02	0.01	0.03
Ammonium (NH4)	mg/L	0.05	0.04	<0,01	<0,01	0.02	0.06	0.03	0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
Chlorures (Cl)	mg/L	8.1	6.5	10	12	12	11	9.5	12	14	16	13	12
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/L	<0.5	0.6	<0,5	<0,5	<0.5	0.6	0.5	<0.5	0.8	0.6	<0.5	0.6
Phosphore total (en P)	mg/L	0.05	0.09	0,04	0,04	0.03	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.05	0.08
Bore (B)	mg/L	<0.05	<0.05	<0,05	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

VALDIVIENNE (aval 2)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Orthophosphates (PO ₄)	mg/L	0.02	0.04	0,02	0,03	0.03	0.1	0.13	0.11	0.09	0.15	0.06	0.05
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	mg/L	<0.05	<0.05	<0,05	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Hydrazine	mg/L	<0.2	<0.2	<0,2	<0,2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Indice hydrocarbure (C10-C40)	µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Chloroforme (trichlorométhane)	µg/L	<0,15	<0.15	<0,15	<0,15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15
Ethanolamine	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Morpholine	µg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Choropyle a	µg/L	/	/	<5	10	6	<5	<5	<5	<5	<5	/	/
Phéopigments	µg/L	/	/	<5	8	6	<5	5	<5	<5	<5	/	/
Acides chloroacétiques	µg/L	/	/	<4,5	/	/	<4,5	/	/	<4,5	/	/	<4,5
Acide dibromoacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	< 1
Acides haloacétiques totaux	µg/L	/	/	< 5,5	/	/	< 5.5	/	/	< 5,5	/	/	< 5.5
Acide monochloroacétiq ue	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	< 1
Acide dichloroacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	< 1
Acide trichloroacétique	µg/L	/	/	<2.5	/	/	<2.5	/	/	<2.5	/	/	<2.5

Point de prélèvement : pont de BONNES

BONNES (aval 3)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Température de l'eau	°C	4	/	11	/	16	/	21	/	21	/	11	/
Conductivité à 25°C (IN SITU)	µS/cm	111	/	133	/	185	/	138	/	231	/	194	/
Oxygène dissous	mgO ₂ /L	13	/	11,4	/	10.1	/	8.1	/	7.8	/	11.2	/
pH	-	7.3	/	7,4	/	7.8	/	7.4	/	7.6	/	7.5	/
Saturation en oxygène dissous	%	99	/	102,6	/	102.3	/	90.2	/	87.1	/	101.6	/

BONNES (aval 3)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Sulfates (/4)	mg/L	7.6	/	8,9	/	12	/	8.0	/	16	/	11	/
DBO5J	mgO2/L	<0.5	/	2	/	0.6	/	0.6	/	1	/	0.5	/
ST-DCO	mgO2/L	16	/	11	/	15	/	34	/	14	/	14	/
Matières en suspension (MES)	mg/L	12	/	6	/	5	/	17	/	2	/	<2	/
Nitrates (NO3)	mg/L	9.1	/	8,4	/	7.6	/	6.0	/	8.0	/	7.3	/
Nitrites (NO2)	mg/L	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Ammonium (NH4)	mg/L	0.05	/	0,02	/	0.03	/	0.03	/	0.04	/	<0.01	/
Chlorures (Cl)	mg/L	8.3	/	10	/	12	/	9.6	/	14	/	14	/
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/L	0.5	/	<0,5	/	0.7	/	0.6	/	1.0	/	<0.5	/
Phosphore total (en P)	mg/L	0.05	/	0,04	/	0.03	/	0.08	/	0.05	/	0.04	/
Bore (B)	mg/L	<0.05	/	<0,05	/	<0.05	/	<0.05	/	<0.05	/	<0.05	/
Orthophosphates (PO4)	mg/L	0.03	/	0,03	/	0.03	/	0.12	/	0.03	/	0.06	/
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	mg/L	<0.05	/	<0,05	/	<0.05	/	<0.05	/	<0.05	/	<0.05	/
Aluminium total (Al)	µg/L	550	/	300	/	140	/	790	/	81	/	110	/
Chrome total (Cr)	µg/L	1.2	/	1	/	0.8	/	1.7	/	0.7	/	0.5	/
Cuivre total (Cu)	µg/L	2.2	/	1,5	/	1.7	/	3	/	1.8	/	1.6	/
Fer total (Fe)	µg/L	750	/	480	/	330	/	1600	/	450	/	480	/
Manganèse total (Mn)	µg/L	37	/	26	/	36	/	91	/	28	/	16	/
Nickel total (Ni)	µg/L	1	/	0,7	/	0.8	/	2.1	/	0.7	/	0.7	/
Plomb total (Pb)	µg/L	0.7	/	0,5	/	0.4	/	1.7	/	0.5	/	0.4	/
Titane total (Ti)	µg/L	19	/	10	/	4.1	/	26	/	2.7	/	3.6	/
Zinc total (Zn)	µg/L	6	/	42	/	5	/	9	/	2	/	3	/
Indice hydrocarbure (C10-C40)	µg/L	<50	/	<50	/	<50	/	<50	/	<50	/	<50	/
Chloroforme (trichlorométhane)	µg/L	<0.15	/	<0,15	/	<0.15	/	<0.15	/	<0.15	/	<0.15	/
Coliformes thermotolérants	/100mL	500	>8000	100	80	1500	1400	<100	200	200	400	500	1000
Coliformes totaux	/100mL	3000	2000	400	400	7000	17000	100	500	200	400	800	1500

BONNES (aval 3)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Escherichia coli	/100mL	850	2300	270	77	2100	1800	220	230	200	330	200	1300
Entérocoques	/100mL	310	660	60	30	290	1200	130	190	61	180	61	420
METAUX TOTAUX	mg/L	1.36	/	0.86	/	0.51	/	2.52	/	0.56	/	0.61	/
Acides chloroacétiques	µg/L	/	/	< 4.5	/	/	/	/	/	< 4.5	/	/	/
Acide dibromoacétique	µg/L	/	/	< 1	/	/	/	/	/	< 1	/	/	/
Acides haloacétiques totaux	µg/L	/	/	< 5,5	/	/	/	/	/	< 5,5	/	/	/
Acide monochloroacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	/	/	/	<1	/	/	/
Acide dichloroacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	/	/	/	<1	/	/	/
Acide trichloroacétique	µg/L	/	/	<2.5	/	/	/	/	/	<2.5	/	/	/

Conclusion de la surveillance pérenne :

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la surveillance chimique et hydroécologique (physicochimique et hydrobiologique) réglementaire du CNPE de Civaux, répondant aux prescriptions de l'Autorité de Sûreté Nucléaire, en vue de mettre en évidence toute influence particulière du site sur la Vienne. Ce programme a évolué depuis juillet 2016, en intégrant les exigences DCE de l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié, 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 2021, et plus particulièrement :

- **Surveillance chimique** au niveau de 3 stations de mesure (Mazerolles, Cubord et Valdivienne), et de manière plus allégée à la station de Bonnes. Cette surveillance concerne :

- Métaux (Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Ti, Zn) et métalloïde (Bore) : dosés mensuellement à

- Mazerolles et Cubord et à fréquence bimestrielle à Bonnes, sur eau brute (sauf bore) et filtrée ; des mesures dans les bryophytes sont également réalisées à Mazerolles et Cubord (analyses semestrielles) ;

- acides mono, dichloro et trichloroacétique : suivi semestriel (Bonnes) ou trimestriel (3 autres stations) ;

- agents de surface anioniques (détergents) : suivi mensuel, sauf Bonnes (bimestriel)

- indice hydrocarbure et chloroforme : suivi mensuel, sauf Bonnes (bimestriel) ;

- Morpholine, hydrazine et éthanamine, dosées mensuellement dans l'eau au niveau de 3 stations (Mazerolles, Cubord et Valdivienne).

- **Surveillance hydroécologique** au niveau de 4 stations de mesures (Mazerolles, Cubord, Valdivienne et Bonnes) :

- **Suivi mensuel des principaux paramètres physico-chimiques** (31 paramètres) utilisés pour évaluer la qualité des eaux de surface ; stations de Mazerolles, Cubord et Valdivienne ;
- **Suivi des peuplements planctoniques et benthiques** (phyto et zooplancton, diatomées, Macro invertébrés), **ainsi que la végétation aquatique**. Ce suivi est à fréquence variable selon le groupe biologique concerné et concerne 2 à 4 stations ;
- **Suivi bactériologique** au niveau de la station de Bonnes (fréquence mensuelle), couplé à un suivi physicochimique restreint (19 paramètres seulement ; fréquence bimestrielle).

Ce suivi 2021 s'est inscrit dans un contexte climatique relativement chaud, et avec une inégalité de précipitations (déficit en mars-avril et entre août et novembre ; excédentaire au cœur de l'été).

L'hydrologie annuelle est ainsi contrastée, excédentaire en période hivernale, avec l'occurrence de quelques crues significatives. Si le début de printemps est marqué par une baisse rapide et importante du débit, cet épisode de basses eaux est temporaire et plusieurs variations de niveau lui font suite entre juin et juillet. Des conditions d'étiage ne s'installent qu'à la mi-août et perdurent jusqu'à la fin de novembre. Des conditions de hautes eaux s'installent ensuite durablement en décembre.

Les caractéristiques physicochimiques de la Vienne observées en amont et en aval du CNPE de Civaux sont globalement similaires. Si quelques disparités sont notées pour certains paramètres (relatifs au bilan de l'oxygène ou à certains nutriments par exemple), les valeurs moyennes obtenues pour ces derniers sont globalement assez voisines. Par ailleurs, ces différences n'apparaissent pas liées au fonctionnement du CNPE, mais plutôt aux variables environnementales et structurelles rencontrées sur les sites de prélèvement (positionnement, végétalisation, anciens aménagements, etc.).

Sur l'ensemble des 30 paramètres chimiques contrôlés, 11 sont non quantifiés en amont et en aval du CNPE. L'analyse spatio-temporelle des 19 paramètres quantifiés affiche peu de disparités interstationnelles, notamment entre l'amont et l'aval proche du CNPE de Civaux.

De même, l'analyse des métaux sur des bryophytes récoltées en amont et à l'aval du CNPE de Civaux montre que les concentrations en Cr, Cu, Ni Pb et Zn sont compatibles avec une qualité de l'eau qualifiée de "très bonne" (SEQ eau). Pour chaque campagne, l'évolution des concentrations est variable entre l'amont et l'aval du CNPE. La station aval présente des concentrations supérieures à l'amont pour l'aluminium, le titane et le chrome, mais ces valeurs restent faibles dans ce secteur de la Vienne.

Les résultats relatifs à la qualité microbiologique des eaux de la Vienne indiquent un niveau de contamination bactériologique généralement en lien avec les événements hydrologiques, mais aussi avec d'autres apports non dépendants de l'hydrologie et non identifiés. Les contaminations par les bactéries sont ponctuelles en 2021 et concernent régulièrement l'aval très éloigné du CNPE (station de Bonnes). Cette surveillance bactériologique permet de conclure à l'absence de différence notable entre l'amont et l'aval du CNPE pour cette année de suivi.

Les teneurs en pigments chlorophylliens sont en général inférieures à la limite de quantification analytique. Les mesures quantifiées en 2021 ne révèlent pas de manifestation d'eutrophisation, notamment en période estivale, avec des valeurs moyennes restant proches de la limite de quantification de 5 µg/l. Les concentrations en pigments chlorophylliens peuvent

être considérées comme identiques aux stations amont et aval, les quelques différences observées ne suffisant pas à retenir une quelconque influence du CNPE sur ce paramètre biologique.

Le plancton de la Vienne au niveau du CNPE de Civaux (stations amont « Mazerolles » et aval éloigné « Valdivienne ») a fait l'objet d'un échantillonnage mensuel entre mars et octobre 2021. Pour le phytoplancton, les méthodologies mises en œuvre 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, décembre 2010) ; les préconisations de la norme XP T90-719 (sept. 2017) ont également été respectées. Comme les années précédentes, cette communauté est diversifiée mais se développe en faibles densités, en relation avec la typologie du milieu et la pauvreté nutritionnelle des eaux de la Vienne ; ce constat est d'ailleurs en adéquation avec les teneurs en pigments chlorophylliens également mesurés dans le cadre de cette surveillance hydro-écologique.

Ces constatations sont également valables pour le zooplancton. Les 2 stations du suivi présentent des peuplements très proches, aussi bien au niveau de la composition taxonomique (domination des Rotifera) que de la très faible densité zooplanctonique.

Les résultats acquis dans le cadre de ce suivi 2021 ne permettent pas de mettre en évidence une quelconque influence du CNPE de Civaux sur la communauté planctonique des eaux de la Vienne.

Les communautés de diatomées benthiques ont fait l'objet d'expertises printanière (juin) et automnale (octobre), en 2 points du suivi du CNPE De Civaux : station amont (Mazerolles) et station aval éloigné (Valdivienne). La méthode normalisée (NF T90-354 – indice IBD) a été appliquée.

Le suivi 2021 des communautés de diatomées benthiques de la Vienne au niveau du CNPE de Civaux conduit à des résultats similaires au printemps et à l'automne. Les résultats indiciaires sont comparables aux deux stations de suivi, et mettent en évidence une très bonne qualité biologique pour ce compartiment biologique.

Sur la base de cette expertise, il est possible de conclure que le rejet du CNPE de Civaux n'a pas d'influence sur les communautés de diatomées de la Vienne.

La végétation aquatique de la Vienne est expertisée sur la base de 2 campagnes d'échantillonnage réalisées au printemps (juin) et en automne (fin septembre) aux stations amont (Mazerolles) et aval proche (Cubord – Ile de Traineau). La méthode normalisée dite de « Indice Biologique Macrophytique en Rivière » (IBMR – NF T90-395) est mise en œuvre. La bio-indication fournie par la végétation aquatique révèle un niveau trophique élevé à très élevé, en accord avec la typologie de ce secteur de la Vienne, et des cortèges floristiques relativement proches entre l'amont et l'aval proche du CNPE. L'IBMR indique ainsi aux 2 stations un bon état biologique pour ce paramètre. Aucune incidence du fonctionnement du CNPE n'est perçue, tant sur la dynamique végétale que sur le niveau trophique dans ce secteur de la Vienne.

L'expertise des peuplements de macro-invertébrés benthiques met en œuvre le protocole MGCE, qui s'appuie sur les normes XP T90-337 (phase d'échantillonnage) et NF T90-388 (analyses au laboratoire). Les prélèvements ont été réalisés à l'amont (Mazerolles) et à l'aval éloigné (Valdivienne) du CNPE lors de 4 campagnes (avril, juin, août et octobre). La bio-indication fournie par cette communauté benthique exprime une très bonne qualité biologique sur l'ensemble du suivi. Aucune différence imputable au fonctionnement du CNPE n'est perçue entre l'amont et l'aval éloigné.

Ainsi, l'ensemble des résultats de la surveillance chimique et hydro-écologique mise en œuvre en 2021 permet de conclure à l'absence d'influence du CNPE de Civaux sur le fonctionnement écologique de la Vienne.

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 réalise des informations, par le biais du numéro vert du CNPE mais aussi en s'adressant directement aux mairies dans un rayon de 2

km, lors de la réalisation d'opérations pouvant générer du bruit, comme par exemple lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation.

Le numéro vert permet de retrouver toute l'actualité du CNPE de CIVAUX, 24 heures sur 24 : 0800 22 29 99.

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 annuel réalisé par SUBATECH, présenté en annexe 2 du présent document.

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

https://www.irs.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/environnement/IRSN-ENV_Bilan-Radiologique-France-2018-2020.pdf

À partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace³ est calculée en tenant compte des mécanismes de transfert de l'environnement jusqu'à l'homme. Cette dose permet de « mesurer » le niveau d'exposition attribuable aux rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques d'une installation et de le positionner par rapport à la limite réglementaire pour l'exposition de la population aux rayonnements ionisants conformément à l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique.

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

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

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

³ La **dose efficace** est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique W_R (W_R = Radiation Weighting factor, facteur de pondération du rayonnement) pour tenir compte de la qualité du rayonnement (α , β , γ ...) et d'un facteur de pondération tissulaire W_T (W_T = Tissue Weighting factor) correspondant à la radiosensibilité relative du tissu exposé. La dose efficace a pour objectif d'apprécier le risque total et s'exprime en sievert (Sv). Elle est appelée communément « **dose** ».

- l'eau captée à l'aval des installations est considérée comme provenant de captages d'eaux superficielles, même s'il s'agit de captages en nappes d'eaux souterraines, ce qui revient à considérer que le milieu aquatique à l'aval du CNPE est toujours influencé par les rejets d'effluents liquides de l'installation ;
- on considère que l'eau de boisson n'a subi aucun traitement de potabilisation (autre que la filtration), et donc qu'aucune rétention de radionucléides n'a été effectuée lors de procédés de traitement ;
- la pêche de poissons dans les fleuves à l'aval des CNPE est supposée systématique, sans exclure les zones de pêche interdite.

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

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

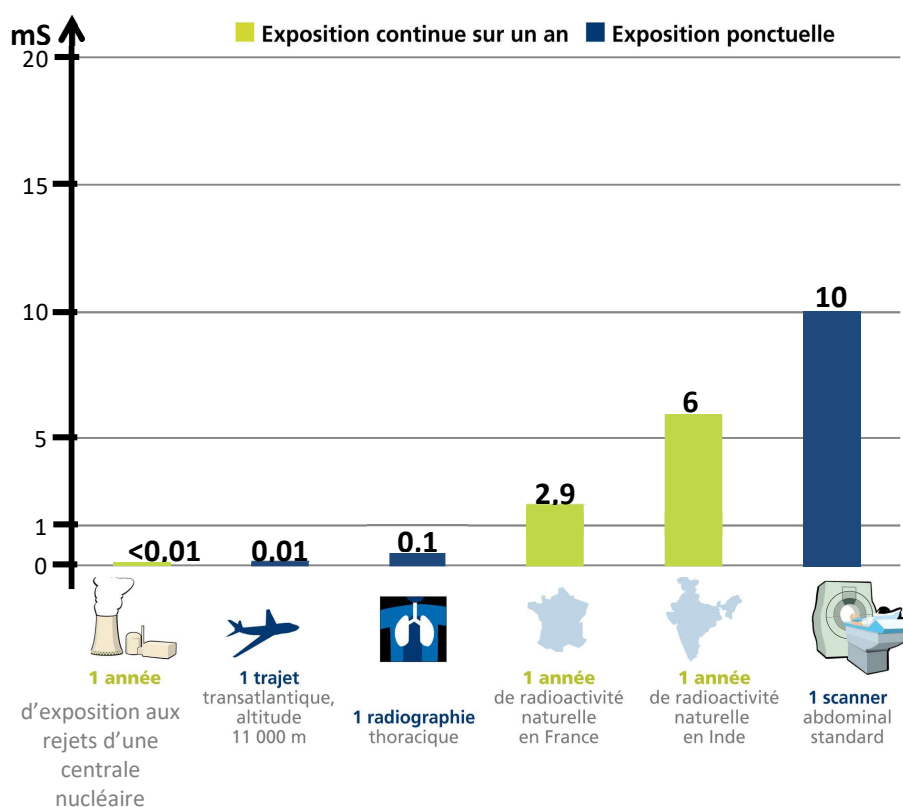


Figure 2 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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

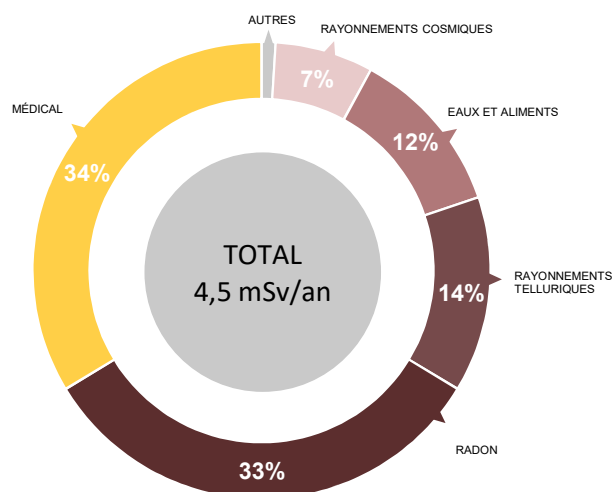


Figure 3 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2021 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	1,7E-07	6,8E-06	7,0E-06
Rejets d'effluents liquides	2,7E-06	4,2E-04	4,3E-04
Total	2,8E-06	4,3E-04	4,3E-04

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,5E-07	6,0E-06	6,1E-06
Rejets d'effluents liquides	s.o.	4,1E-04	4,1E-04
Total	1,5E-07	4,2E-04	4,2E-04

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,4E-07	7,1E-06	7,3E-06
Rejets liquides	s.o.	9,9E-04	9,9E-04
Total	1,4E-07	1,0E-03	1,0E-03

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à 1.10^{-3} mSv/an pour l'adulte et pour l'enfant de 10 ans et 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 2021 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

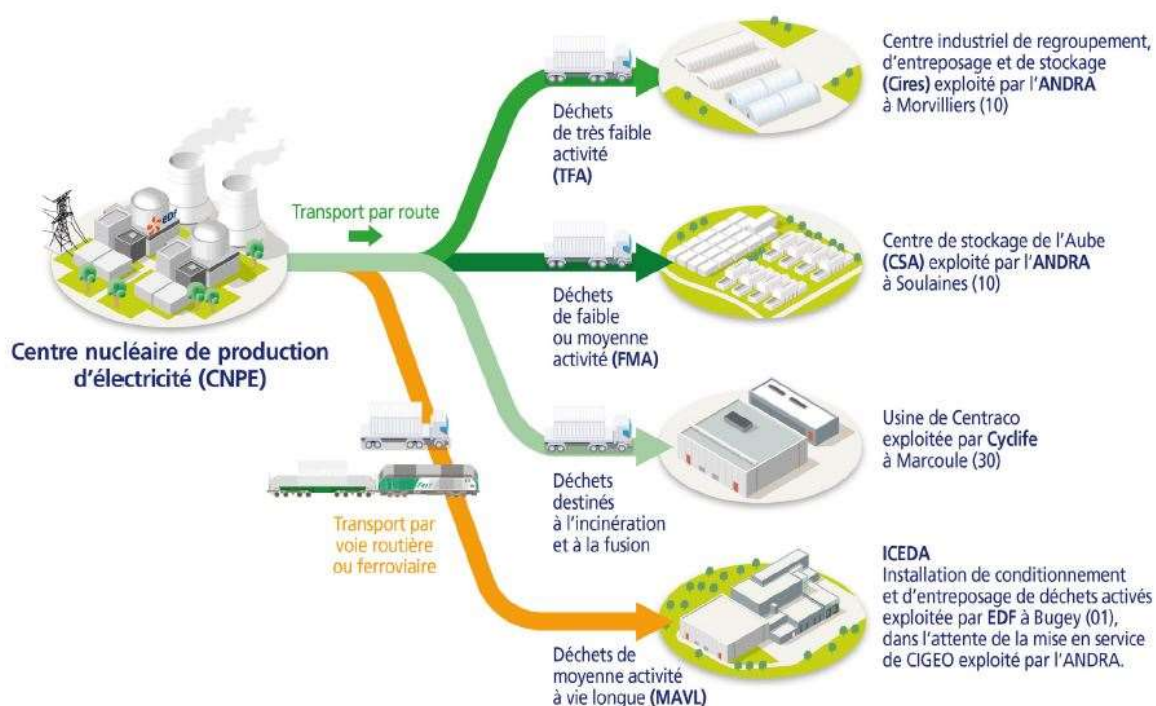


Figure 4 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

3. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2021

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2021 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de CIVAUX.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2021	Commentaires
TFA	83,45 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA
FMAVC (Liquides)	5, 544 tonnes	Effluents de lessivage chimique, huiles, solvants...
FMAVC (Solides)	88,643 tonnes	Localisation Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) et Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE)
FAVL	0 tonne	
MAVL	93 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 2021 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de CIVAUX.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2021	Type d'emballage
TFA	120 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC	30 colis	Coques béton
FMAVC	222 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
FMAVC	5 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2021 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de CIVAUX.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	80
CSA à Soulaines	474
Centraco à Marcoule	2631

En 2021, 3185 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 2021 par les INB d'EDF.

Quantités 2021 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Sites en exploitation	11 316	9 782	41 512	34 966	124 577	124 502	177 404	169 250
Sites en déconstruction	135	44	964	878	1618	1618	2 717	2 540

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 ISO14001 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 2021, les 2 unités de production du CNPE de CIVAUX ont produit 8016 tonnes de déchets conventionnels : 97,4 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

ASN - Autorité Sûreté Nucléaire

CNPE - Centre Nucléaire de Production d'Électricité

COT - Carbone Organique Total

DBO5 - Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours

DCO - Demande Chimique en Oxygène

DUS – Diesel d'Ultime Secours

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

ESE - Évènement Significatif Environnement

FMA - Faible Moyenne Activité

ICPE - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

INB - Installation Nucléaire de Base

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

ISO - International Standard Organization

KRT – Chaîne de mesure de radioactivité

MES - Matières En Suspension

PA – Produit d'Activation

PF – Produit de Fission

REX - Retour d'Expérience

SME - Système de Management de l'Environnement

SMP - Station Multi Paramètres

TAC – Turbine à Combustion

TEU - Traitement des Effluents Usés

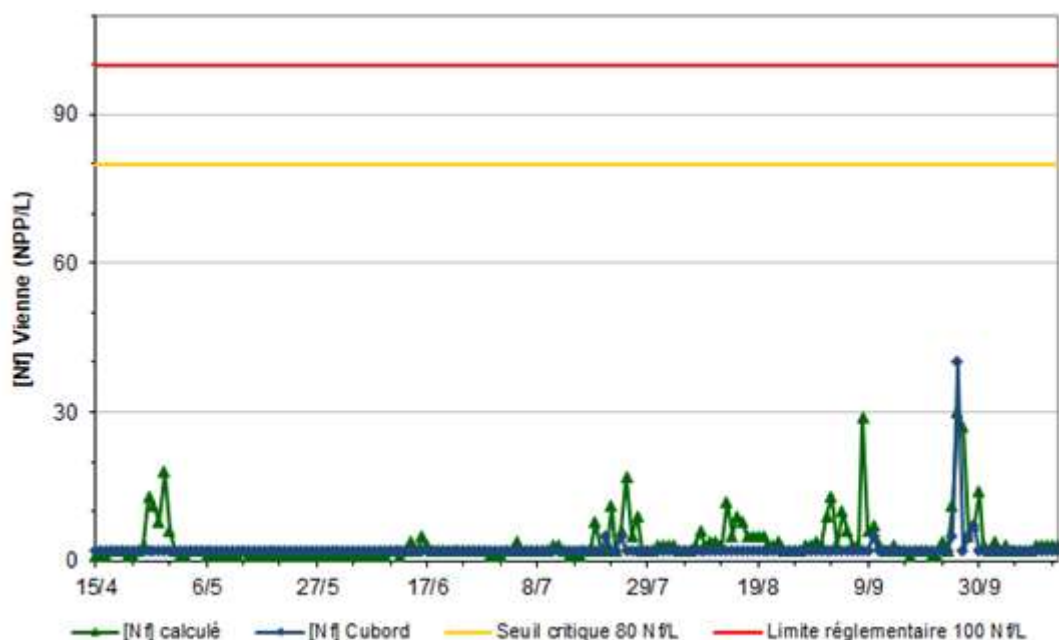
TFA - Très Faible Activité

THE – Très Haute Efficacité

UFC - Unité Formant Colonie

ANNEXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de CIVAUX Année 2021

Suivi amibes



Evolution des concentrations mesurées et calculées en Naegleria fowleri en aval du site

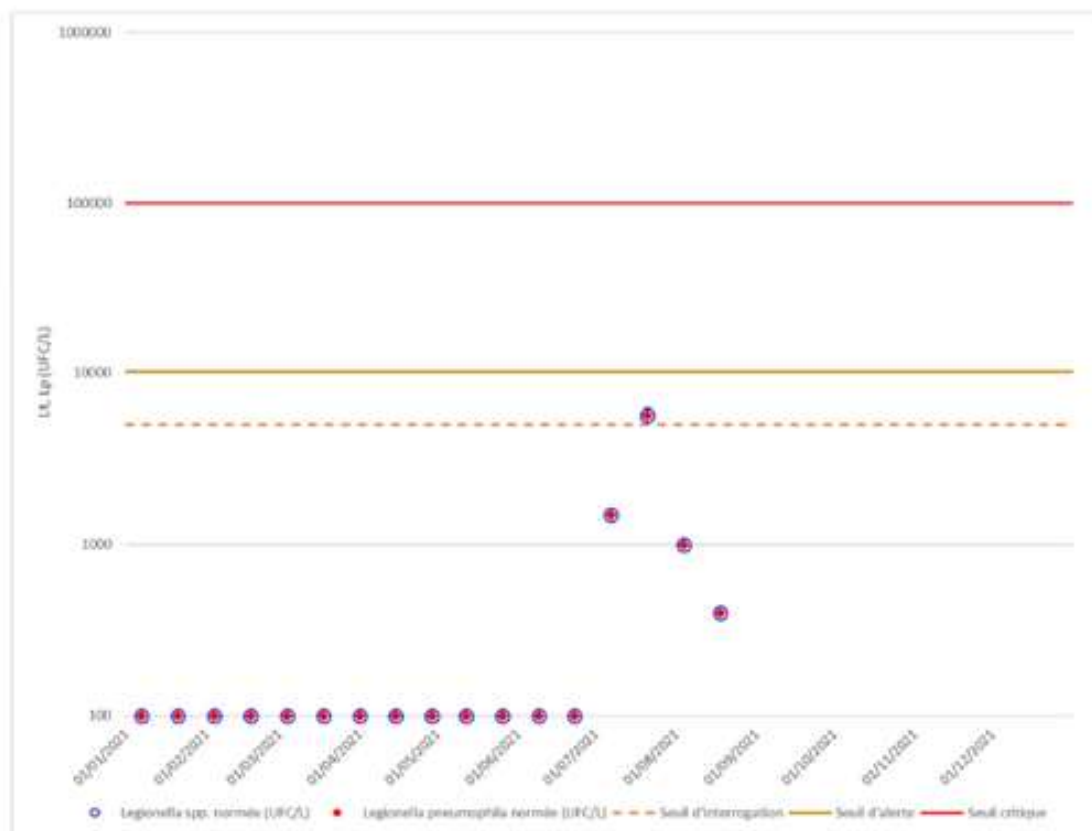
Concentrations	Du 1 ^{er} janvier au 31 décembre					
	Moyenne	Minimum	Maximum	Médiane	Nombre de valeurs	Nombre $\geq$ LQ
<i>Naegleria fowleri</i> (Nf/L)	4	<1	30	<2	189	74

Bilan statistique des concentrations amibiennes calculées à l'aval du CNPE

Au cours de l'année 2021, les concentrations calculées et mesurées en *Naegleria fowleri* sont restées faibles en aval du rejet dans l'environnement. Les limites réglementaires de 80 et 100 Nf/L fixées par la décision ASN n°2016-DC-0578, n'ont jamais été atteintes. L'obtention de ces résultats permet de montrer l'efficacité de la stratégie de traitement préventif qui a permis d'éviter la mise en œuvre d'actions curatives.

Suivi légionnelles

Suivi des concentrations en légionelles en tranche 1



*évolution des concentrations en **legionella pneumophila** dans le circuit de refroidissement de la tranche 1*

Concentrations	Du 1 ^{er} janvier au 31 décembre				
	Moyenne	Minimum	Maximum	Nombre de valeurs	Nombre ≥LQ
<i>Legionella</i> spp. (UFC/L)	583	<100	5700	17	5
<i>Legionella pneumophila</i> (UFC/L)	583	<100	5700		5

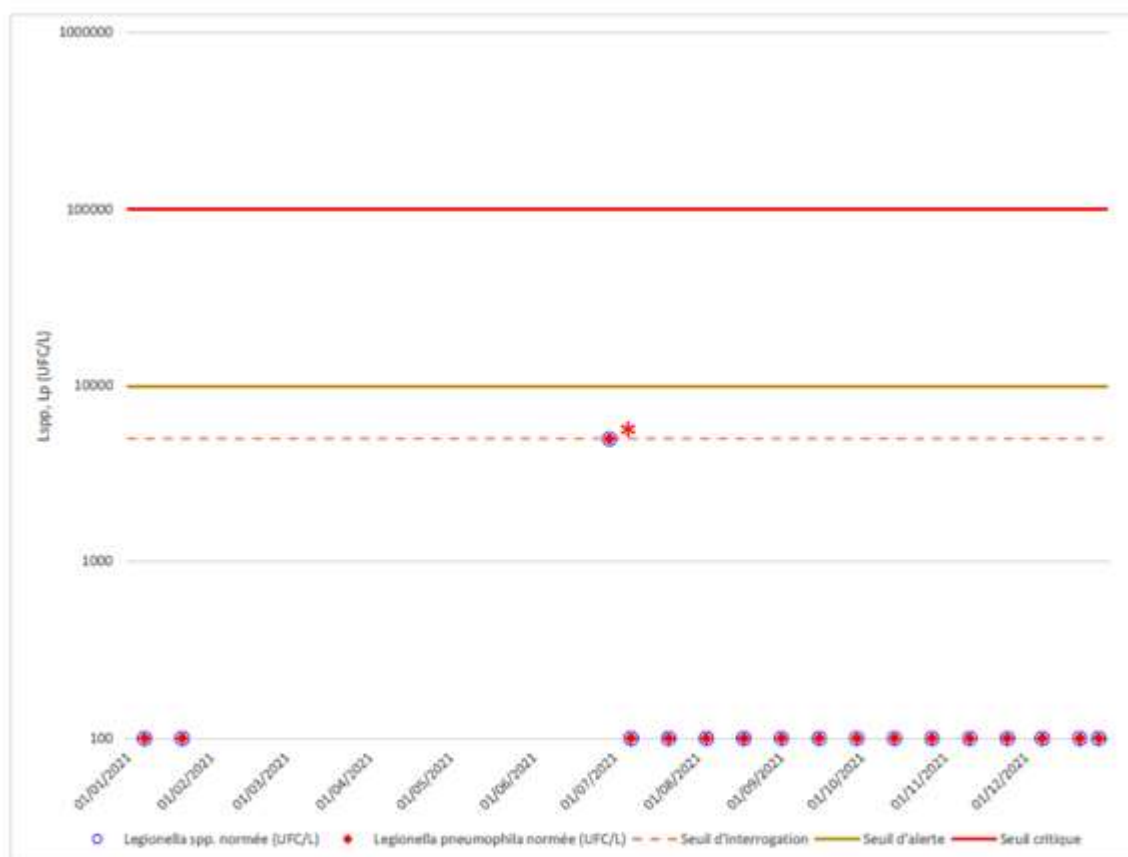
Bilan statistique du suivi légionelles dans le circuit de refroidissement de la tranche 1

Le suivi légionelles a commencé le 1er janvier et s'est arrêté le 20 août lors du début de la visite décennale de la tranche. La fréquence du suivi légionelles de la tranche 1 est restée bimensuelle tout au long de l'année puisque tous les résultats des mesures en légionelles ont été inférieurs à 10 000 UFC/L. La figure fait apparaître les valeurs des différents seuils définis par la décision ASN n°2016-DC-0578 à 10 000 et 100 000 UFC/L, ainsi que le seuil d'interrogation de 5 000 UFC/L spécifique au CNPE de Civaux.

Les concentrations sont restées modérées. Des légionelles ont toutefois été détectées au cours de ce suivi. Ces populations de légionelles ont été détectées entre le 9 juin et le 18 août avec une concentration maximale de 5 700 UFC/L mesurée le 21 juillet. Le dénombrement effectué ce jour-là est le seul dont la valeur a été supérieure à 5 000 UFC/L,

ce qui n'est donc pas suffisant pour déclencher les actions du seuil d'interrogation. Cette période de colonisation de *Legionella pneumophila* coïncide avec celle où la tranche 1 n'a subi aucune baisse de charge. De plus, au cours de cette période les températures atmosphériques étaient relativement hautes, favorisant le développement microbien.

Suivi des concentrations en légionelles en tranche 2



* Valeur seuillée
évolution des concentrations en *Legionella pneumophila* dans le circuit de refroidissement de la tranche 2

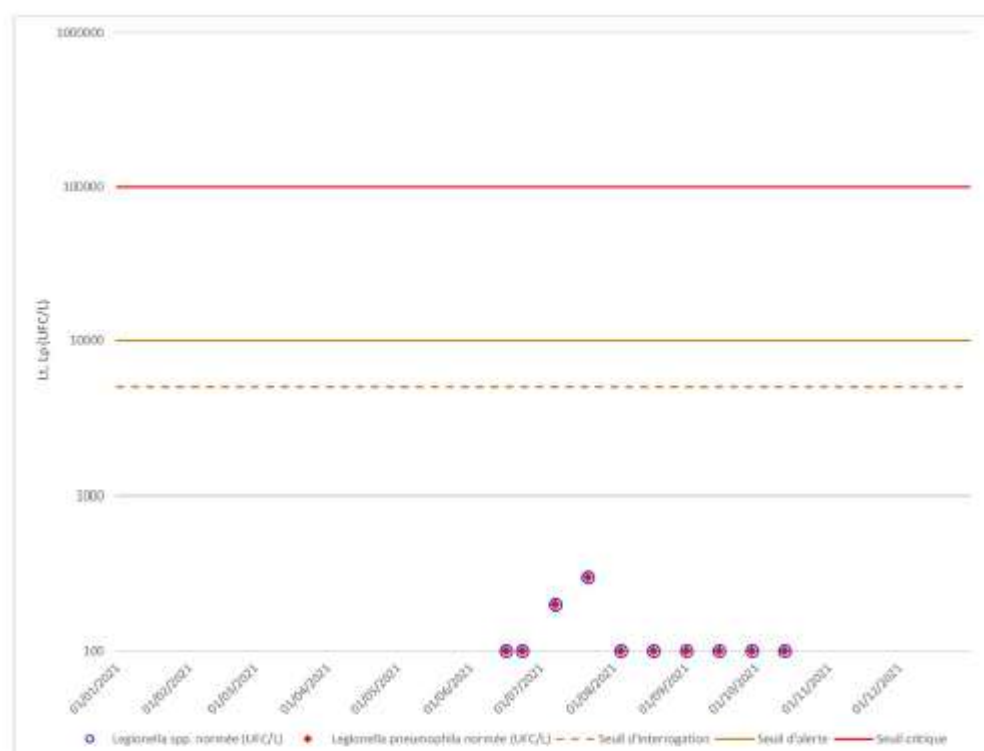
Concentrations	Du 1 ^{er} janvier au 31 décembre				
	Moyenne	Minimum	Maximum	Nombre de valeurs	Nombre $\geq$ LQ
<i>Legionella spp.</i> (UFC/L)	100	<100	100	16	1
<i>Legionella pneumophila</i> (UFC/L)	100	<100	100		1

Bilan statistique du suivi légionelles dans le circuit de refroidissement de la tranche 2

Le suivi légionelles de la tranche 2 a commencé le 1^{er} janvier à une fréquence bimensuelle puis a été arrêté le 30 janvier à la suite du découplage de la tranche. Celui-ci n'a repris que lors de la remise en route de la première pompe CRF, le 22 juin, à une fréquence similaire.

Dans le cas de la tranche 2, peu de légionelles ont été détectées. Il est à noter que l'échantillon du 29 juin a présenté une flore interférente, ce qui a porté le seuil de détection des *Legionella* à 5 000 UFC/L. Une seule observation de légionelles a été faite au cours de l'année. En effet, des légionelles ont été détectées dans l'échantillon du 10 novembre. Cependant, leur concentration est négligeable puisqu'elle égale au seuil de détection de 100 UFC/L. Ainsi, les limites fixées par la décision n°2016-DC-0578 ont été respectées, n'entraînant aucune modification de la fréquence de prélèvements.

Suivi des concentrations en légionelles sur CVP



Concentrations en Legionella spp. et Legionella pneumophila dans le circuit refroidissement de la purge CVP.

Concentrations	Du 12 juin au 25 octobre				
	Moyenne	Minimum	Maximum	Nombre de valeurs	Nombre $\geq$ LQ
<i>Legionella</i> spp. (UFC/L)	130	<100	300	10	2
<i>Legionella pneumophila</i> (UFC/L)	130	<100	300		2

Bilan statistique du suivi legionelles dans le circuit de refroidissement de la purge CVP

Seuls les prélèvements du 7 et 21 juillet se sont révélés positifs à la présence de *Legionella pneumophila* avec des concentrations respectives de 200 UFC/L et 300 UFC/L. Ces occurrences font suite au pic de légionelles identifié au cours de la même période dans le circuit de la tranche 1. La limite de 10 000 UFC/L fixée par la décision a été respectée dans l'eau du circuit CVP et aucun renforcement de la fréquence analytique n'a été opéré.

ANNEXE 2 : Suivi radio écologique annuel du CNPE de CIVAUX Année 2020

Suivi radioécologique de l'environnement des C.N.P.E. du bassin de la Loire – Année 2020
Rapport SUB/RE/RC/Z-L



Suivi radioécologique de l'environnement
proche des Centres Nucléaires
de Production d'Electricité

- Année 2020 -

Bassin de la Loire

Belleville-sur-Loire

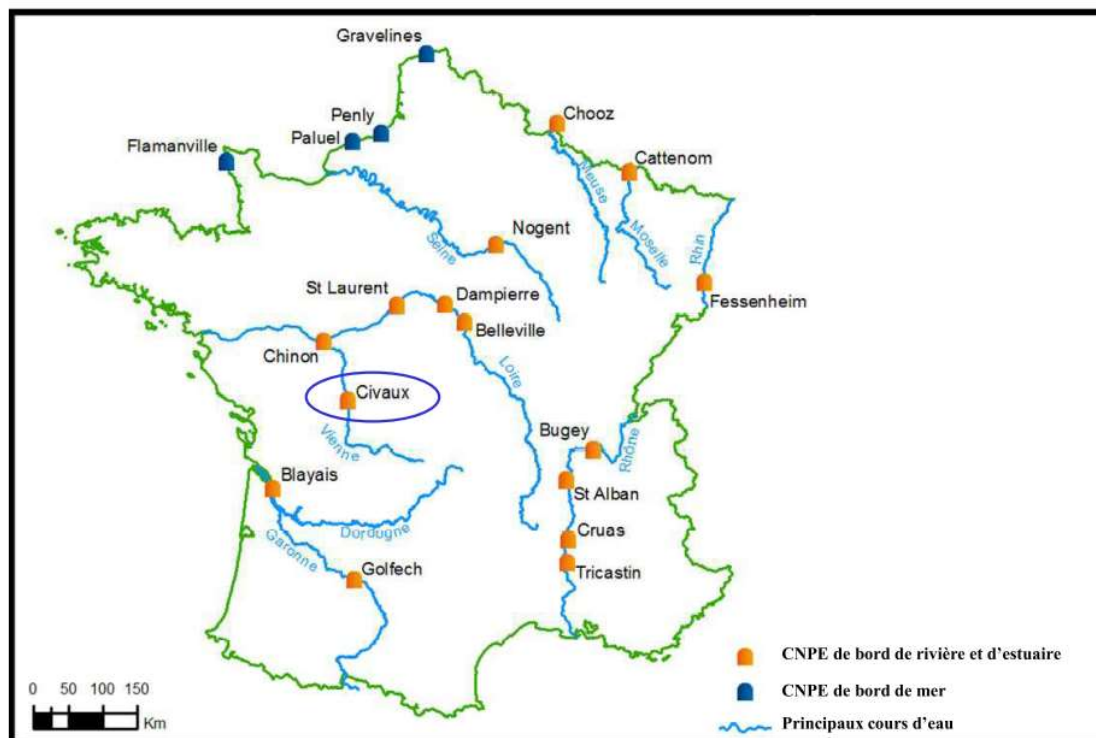
Dampierre-en-Burly

Saint-Laurent-des-Eaux

Chinon-Avoine

Civaux

C.N.P.E. de Civaux



Source : EDF/DIPDE.

9.	Etat radiologique de l'environnement du C.N.P.E. de Civaux	279
9.1.	Généralités et chronologie des études radiécologiques	279
9.2.	Etat radiologique de l'environnement terrestre	281
9.2.1.	Stratégie d'échantillonnage	281
9.2.2.	Résultats et interprétation	284
9.2.2.1.	Radionucléides émetteurs gamma	284
9.2.2.2.	Radionucléides émetteurs bêta	286
9.3.	Etat radiologique de l'environnement aquatique	289
9.3.1.	Stratégie d'échantillonnage	289
9.3.2.	Résultats et interprétation	292
9.3.2.1.	Radionucléides émetteurs gamma	292
9.3.2.2.	Radionucléides émetteurs bêta	297
9.4.	Conclusion de l'état radiologique de l'environnement du C.N.P.E de Civaux	300

Résumé

L'objectif du suivi radioécologique du C.N.P.E. de Civaux est de déterminer précisément dans quelle mesure l'exploitation de l'installation contribue à l'apport de radionucléides artificiels dans les principales matrices du milieu récepteur. Il s'agit, d'une part, de déterminer et de suivre l'influence spatiale et temporelle du fonctionnement normal du C.N.P.E. en déterminant les variations de radioactivité en termes de qualité (radionucléides détectés) et de quantité (niveaux d'activité) dans l'environnement de l'installation et, d'autre part, de distinguer l'apport éventuel de radionucléides par le C.N.P.E. des autres sources possibles de radionucléides, qu'elles soient d'origine naturelle ou liées aux autres apports exogènes (essais aériens nucléaires, accidents de Tchernobyl et de Fukushima, rejets de centres hospitaliers...).

Le suivi radioécologique établi en 2020 montre que le niveau de radioactivité naturelle demeure similaire à celui mesuré avant la mise en fonctionnement de l'installation de Civaux.

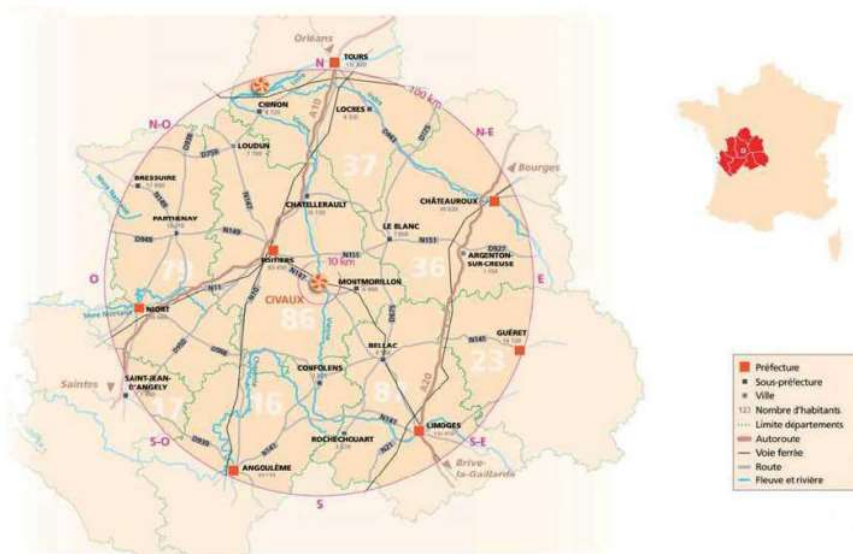
Dans **le milieu terrestre**, la radioactivité d'origine artificielle est liée à la présence du ^{137}Cs . Le ^{137}Cs provient principalement des retombées des anciens essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. Dans la continuité des années antérieures, les activités en ^3H (libre et organiquement lié) sont cohérentes avec les valeurs attendues en dehors de tout apport industriel local. En 2020, les analyses de ^{14}C réalisées sont cohérentes aux incertitudes de mesure près avec le bruit de fond ambiant hors influence industrielle.

En 2020, le ^{137}Cs est présent dans tous les compartiments **du milieu aquatique** aussi bien en amont qu'en aval de l'installation. Aucune influence des rejets d'effluents liquides n'est mise en évidence pour ce radionucléide. Le ^{137}Cs provient de la rémanence des retombées des essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. En 2020, aucun autre radionucléide émetteur gamma n'est mis en évidence dans le milieu aquatique à l'exception de l' ^{131}I détecté à l'amont. Cette détection est liée aux activités de médecine nucléaire ou universitaires conduites en amont de l'installation, notamment au niveau de l'agglomération de Limoges. En 2020, les analyses de ^3H (libre et organiquement lié) dans les phanérogames et de ^{14}C dans les phanérogames et les poissons réalisées à l'amont ainsi que les analyses de ^3H (libre et organiquement lié) effectuées dans les myriophylles prélevées à l'aval montrent des activités conformes aux niveaux attendus en dehors de tout apport industriel local. Dans les poissons pêchés à l'amont, l'activité du ^3H organiquement lié est inférieure au seuil de décision. En revanche, l'augmentation à l'aval des activités du ^3H organiquement lié dans les poissons et du ^{14}C dans les phanérogames et les poissons montre le marquage du milieu aquatique lié aux rejets d'effluents liquides du C.N.P.E. de Civaux.

9. Etat radiologique de l'environnement du C.N.P.E. de Civaux

9.1. Généralités et chronologie des études radioécologiques

Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (C.N.P.E.) de Civaux est situé dans le département de la Vienne (86), sur la commune de Civaux, à 8 km de Lussac-les-Châteaux et 12 km de Chauvigny [1,2]. L'installation se situe sur la rive gauche de la Vienne.



Carte 1. Implantation géographique du C.N.P.E. de Civaux.



Photo 1. C.N.P.E. de Civaux. Crédit : www.edf.fr.

La Figure 9-1 (page 280) présente la chronologie des principales études radioécologiques conduites dans l'environnement du C.N.P.E. de Civaux depuis 1981. Une actualisation de l'état de référence a eu lieu pendant les années 1996 et 1997 avant le couplage du premier réacteur en 1997.

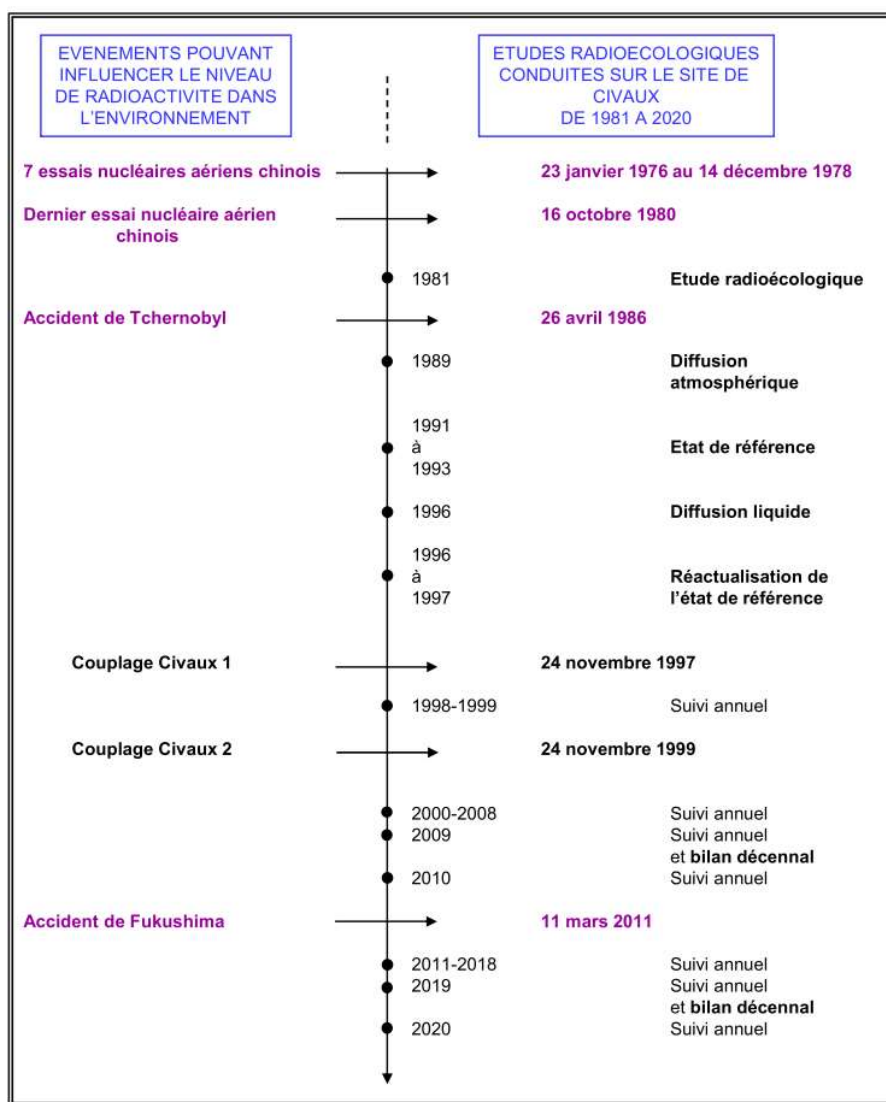


Figure 9-1. Chronologie des principales études radioécologiques conduites dans l'environnement du C.N.P.E. de Civaux.

9.2. Etat radiologique de l'environnement terrestre

9.2.1. Stratégie d'échantillonnage

Le Tableau 9-1 (page 282) regroupe l'identification des échantillons (station, nature, date de prélèvement...) ainsi que leurs rapports masse fraîche/masse sèche et masse sèche/masse cendres. La Figure 9-2 (page 283) présente les stations de prélèvement et la nature des échantillons prélevés en 2020.

Le choix des stations et de la nature des prélèvements a été défini dans l'objectif de comparer les résultats obtenus avec ceux des études radioécologiques antérieures. La localisation des stations de prélèvement a été définie en fonction du contexte environnemental et géographique local.

D'après la rose des vents, présentée sur la Figure 9-2 (page 283), les zones hors des vents dominants donc non influencées (« ZHV » dans la suite du texte) par les rejets d'effluents atmosphériques du C.N.P.E. sont situées au Nord-Ouest, au Sud et au Sud-Est de l'installation alors que les zones sous les vents dominants et potentiellement influencées (« ZSV » dans la suite du texte) se situent sur un axe Sud-Ouest Nord-Est quasi-perpendiculaire à la Vienne.

Les échantillons sont des indicateurs végétaux (mousse), des vecteurs directs ou indirects de transfert de radionucléides à la chaîne alimentaire (salade, chou, herbe et lait) et des milieux d'accumulation (sol). Les natures d'échantillons prélevés sur les zones hors vents (ZHV) et sous les vents dominants (ZSV) par rapport aux rejets d'effluents atmosphériques sont, dans la mesure du possible, identiques.

En 2020, quatre prélèvements d'herbe ont été réalisés par le C.N.P.E. à la station AS1 du site dans le cadre des mesures trimestrielles réglementaires de carbone 14. Ils ont été transmis à SUBATECH pour traitement et analyse.

Tous les échantillons prélevés sont traités et conservés au laboratoire. En revanche, seuls les échantillons issus des zones sous les vents sont systématiquement analysés. Ainsi, les échantillons non mesurés sont conservés afin d'en disposer en cas de découverte d'activité atypique dans les échantillons issus des zones sous les vents dominants.

Station	Situation par rapport à la centrale	Coordonnées WGS84		Nature	Espèce	Fraction	Prélèvement	Type de mesure	Rapport final/sec	Rapport secondaire
		Latitude	Longitude							
Cubord (Le Peu)	1,8 km NE	46,46944	0,68111	Mousse terrestre	Mousse <i>Rhytidolephus triquetrus</i>	Entier	14/09/20	Spectrométrie γ en fais (sode 131)	1,07	-
Blignoux	23,8 km NO	46,61056	0,43667	Production agricole	Salade Laitue <i>Lactuca sativa</i> L.	Feuilles	21/07/20	Spectrométrie γ	7,30	6,46
Chapelle-Viviers	6,1 km ENE	46,46889	0,72917	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	22/07/20	Carbone 14 Tritium libre Tritium organiquement lié	7,74	-
Sillam	12,5 km ESE	46,40722	0,76250	Sol non cultivé	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	15/09/20	Spectrométrie γ Grandbrénée, TMO	5,76	6,12
Station AS1	1 km E	46,45917	0,66417	Sol non cultivé	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	15/09/20	Spectrométrie γ Grandbrénée, TMO	5,17	-
Station AS1	1 km E	46,45917	0,66417	Pâturage, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	15/09/20	Spectrométrie γ	1,07	-
Station AS1	1 km E	46,45917	0,66417	Pâturage, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	07/07/20	Tritium libre Tritium organiquement lié	1,59	11,69
Fontprevoir	8,1 km NE	46,46917	0,73750	Lait	Lait de vache	Entier	15/09/20	Spectrométrie γ Carbone 14 Tritium libre Tritium organiquement lié	2,73	-
									7,68	17,55

Tableau 9-1. Identification des échantillons prélevés dans le milieu terrestre de l'environnement du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

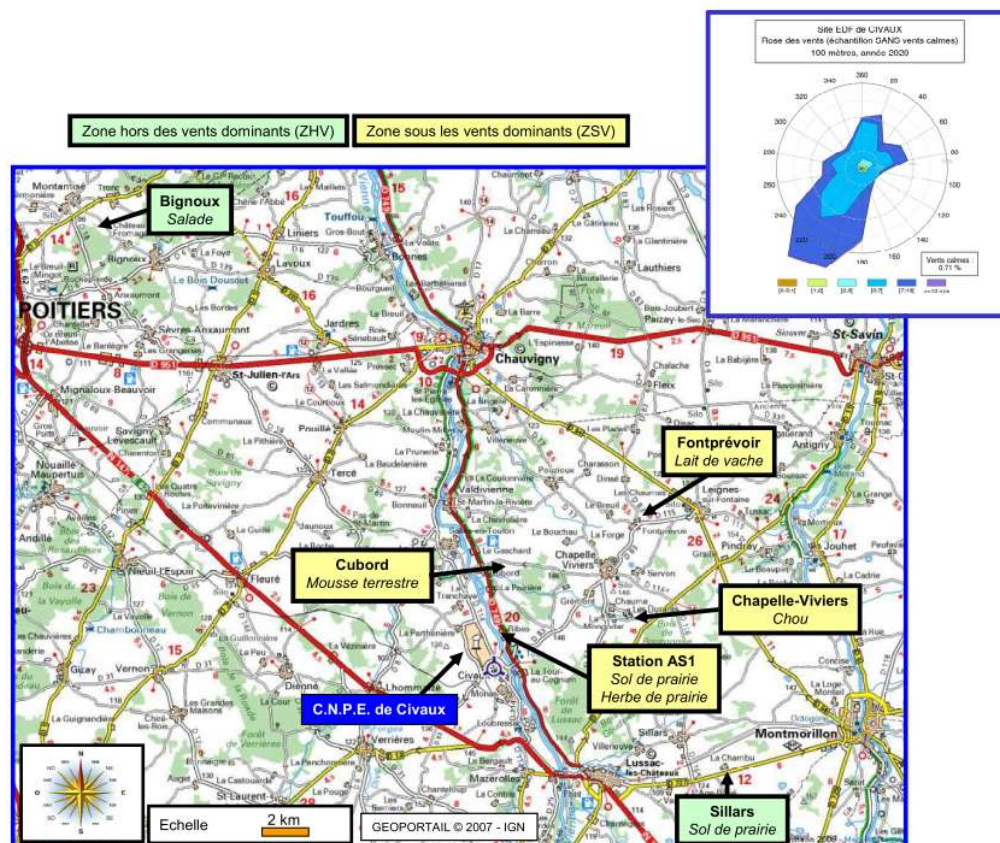


Figure 9-2. Stations et natures des prélèvements du milieu terrestre pour le suivi radioécologique 2020 du C.N.P.E. de Civaux.

9.2.2. Résultats et interprétation

9.2.2.1. Radionucléides émetteurs gamma

9.2.2.1.1. Radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle

En 2020, les mesures réalisées en spectrométrie gamma montrent que la radioactivité d'origine naturelle des différents compartiments du milieu terrestre est comparable à celle observée lors des études radioécologiques menées depuis 1998 (Tableau 9-10, page 313). Elle est similaire à celle mesurée lors de l'état de référence.

La radioactivité d'origine tellurique est essentiellement due au ^{40}K dans l'ensemble des matrices et dans une moindre mesure aux chaînes naturelles du ^{232}Th et de ^{238}U . Les activités mesurées sont cohérentes avec le bruit de fond naturel observé en France [3].

Dans le lait, le ^{40}K est le seul radionucléide naturel détecté et son activité est conforme aux valeurs mesurées les années précédentes (proche de 50 Bq.L^{-1}).

D'origine cosmique, le ^7Be est détecté dans les végétaux et le sol non cultivé prélevé hors vents dominants. Naturellement produit en haute atmosphère, le ^7Be se dépose de manière plus ou moins homogène sur les sols et les végétaux. En particulier, la forte capacité des mousses terrestres à capter les dépôts atmosphériques de ce type de radionucléides montre l'intérêt d'analyser des bryophytes.

9.2.2.1.2. Radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle

En 2020, la radioactivité d'origine artificielle est uniquement due à la présence de traces de ^{137}Cs (Tableau 9-11, page 314). Les activités des autres radionucléides artificiels sont inférieures aux seuils de décision, y compris les résultats de la recherche spécifique de ^{131}I dans les mousses.

Dans le milieu terrestre, le ^{137}Cs a été mesuré dans six des sept échantillons analysés en 2020 (herbe de prairie exceptée). Les niveaux d'activités en ^{137}Cs détectés sont cohérents avec les gammes de variations observées depuis 1991-1997. Les résultats obtenus dans les salades et les sols non cultivés prélevés dans les zones hors et sous les vents dominants ne permettent pas d'établir de corrélation entre les valeurs obtenues et la position géographique des points de prélèvement par rapport au C.N.P.E. de Civaux. Ces observations indiquent que la présence de ^{137}Cs est liée principalement à la rémanence des retombées des essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. En 2020, les mesures des radionucléides artificiels émetteurs gamma réalisées dans le milieu terrestre ne montrent pas d'influence des rejets atmosphériques du C.N.P.E. de Civaux.

Les études menées lors de l'état de référence (1991-1997) indiquaient la présence de ^{137}Cs dans tous les compartiments du milieu terrestre (Figure 9-3, page 285). En 1991, le ^{134}Cs détecté dans les mousses terrestres provenait des retombées de l'accident de Tchernobyl. En 2011, la détection de ^{134}Cs et de ^{131}I était cohérente avec leur mise en évidence dans les retombées de l'accident de Fukushima en France métropolitaine [4]. Depuis 2012, ces deux radionucléides ne sont plus détectés.

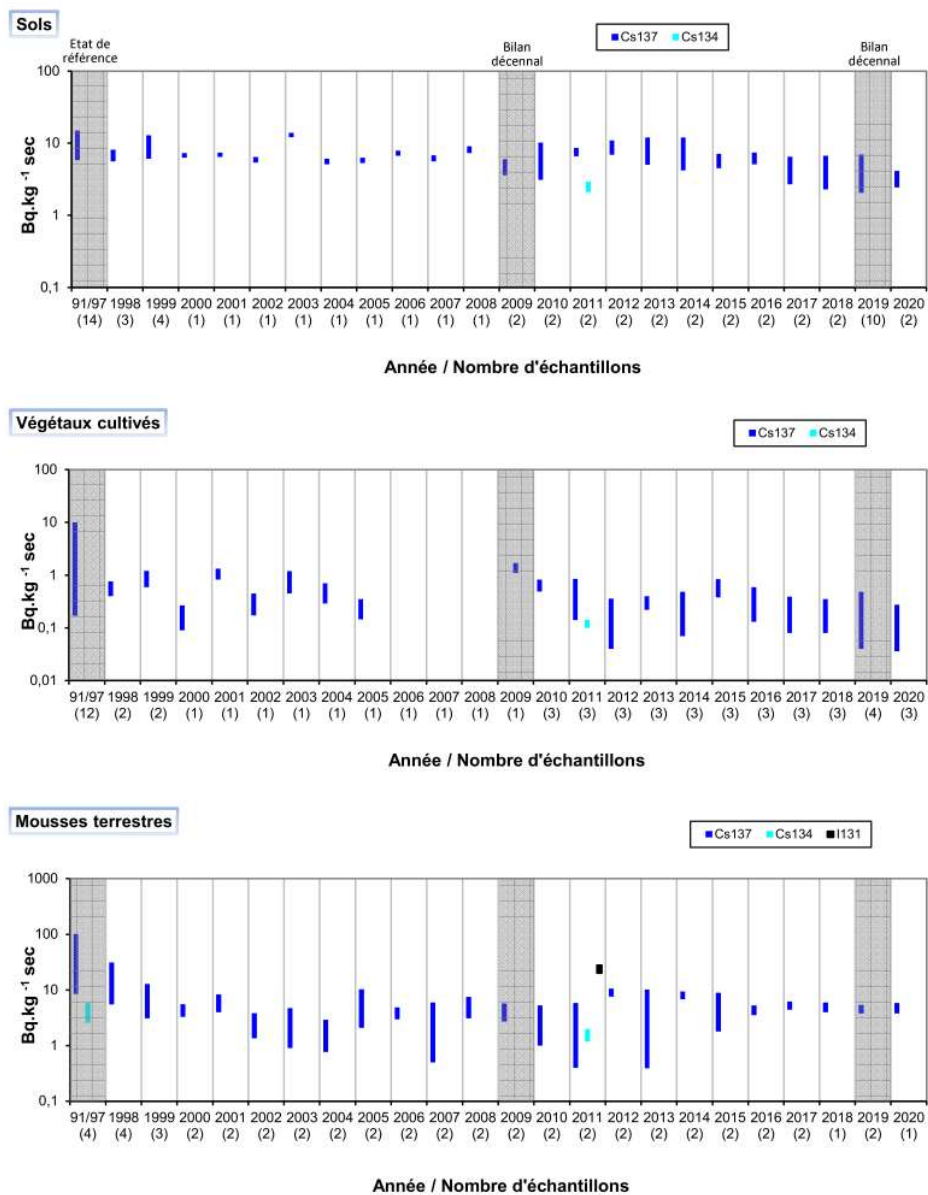


Figure 9-3. Gammes de variation (*) des activités des principaux radionucléides d'origine artificielle détectés par spectrométrie γ dans les échantillons prélevés dans le milieu terrestre de l'environnement du C.N.P.E. de Civaux lors des études menées depuis l'état de référence, de 1991/1997, au suivi radioécologique de 2020.
 (*) valeur minimale minorée de son incertitude à valeur maximale majorée de son incertitude

9.2.2.2. Radionucléides émetteurs bêta

9.2.2.2.1. Tritium

En 2020, le ^3H libre a été détecté dans l'herbe de prairie et le lait de vache avec des activités proches de 1-2 Bq.L⁻¹ (Tableau 9-13, page 315). Ces activités demeurent dans la variabilité environnementale et elles sont conformes aux niveaux attendus en dehors de tout apport industriel local (<3 Bq.L⁻¹) [3,5]. Son activité est inférieure au seuil de décision dans les choux.

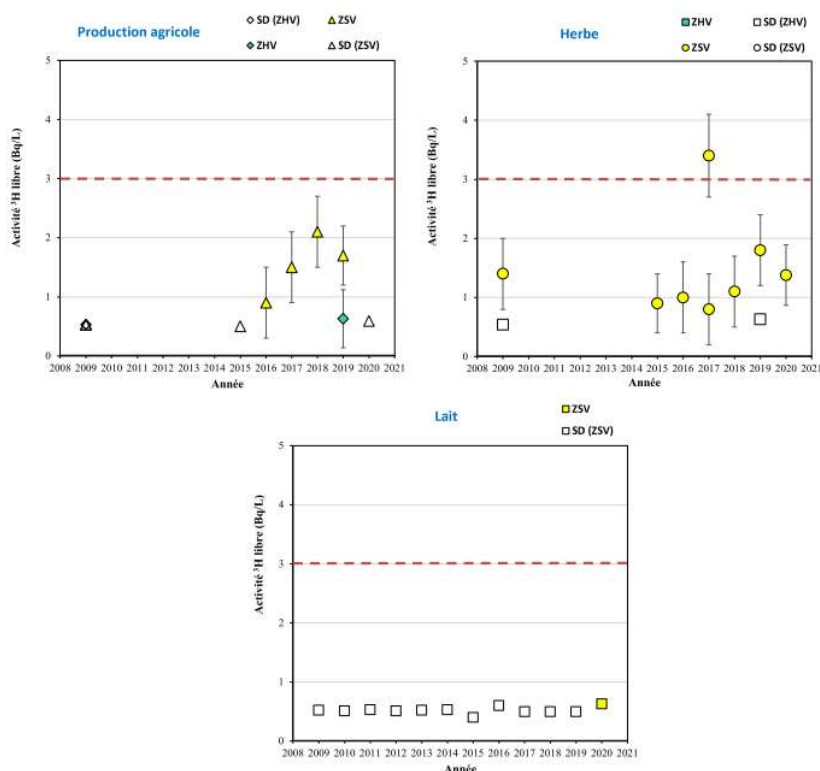


Figure 9-4. Activités en tritium libre dans les échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2009 à 2020.

La ligne en pointillés représente la limite du bruit de fond ambiant hors influence industrielle (<3 Bq.L⁻¹) [3,5].

Le ^3H organiquement lié a été détecté dans l'herbe avec une activité proche de 1 Bq.L^{-1} . L'activité est inférieure aux seuils de décision ($0,6-0,7 \text{ Bq.L}^{-1}$) dans les salades et le lait (Tableau 9-14, page 315).

Ces observations sont cohérentes avec les mesures de ^3H libre et organiquement lié réalisées lors des études antérieures et conformes avec le bruit de fond ambiant hors influence industrielle ($<3 \text{ Bq.L}^{-1}$) [3,5]. Elles ne montrent pas d'influence des rejets atmosphériques du C.N.P.E. de Civaux sur le milieu terrestre pour ces radionucléides. Seule l'activité mesurée dans des pommes prélevées à l'occasion du bilan décennal de 2019 témoignait d'un apport anthropique local. Cette activité était liée à l'utilisation de l'eau de la Vienne pompée en aval du point de rejet pour l'arrosage des pommiers.

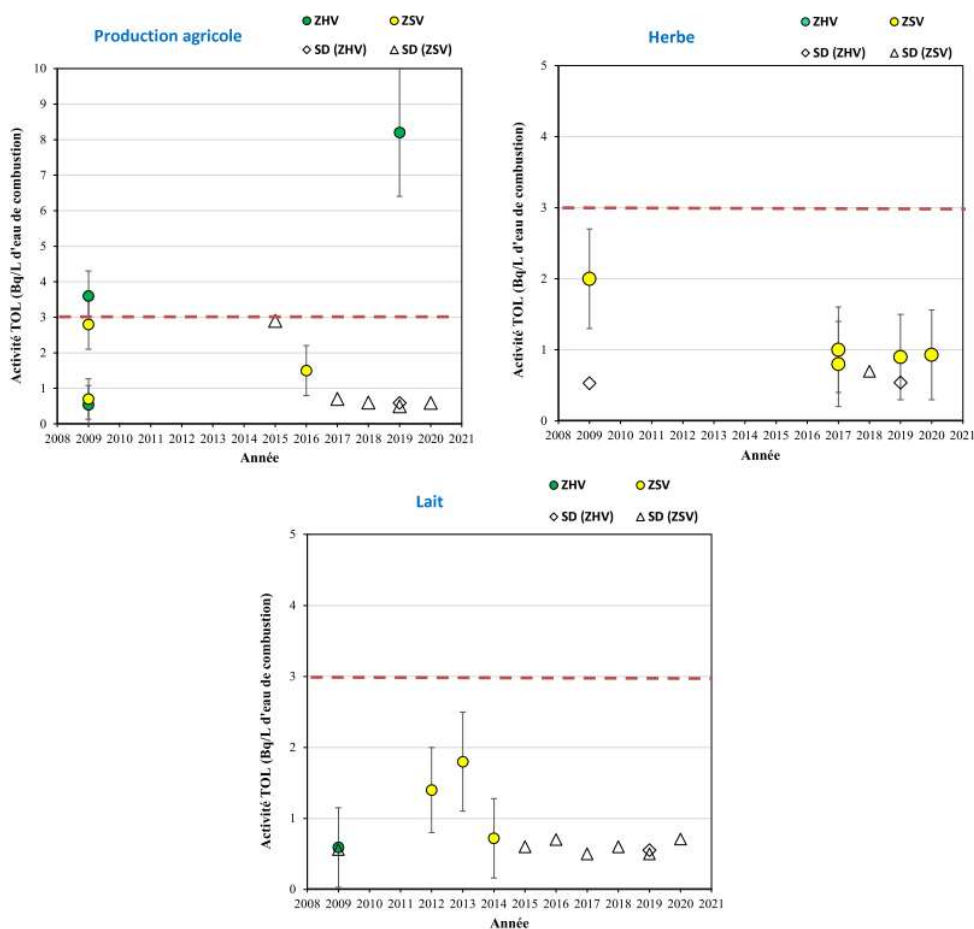


Figure 9-5. Activités en tritium organiquement lié dans les échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2009 à 2020.

La ligne en pointillés représente la limite du bruit de fond ambiant hors influence industrielle ($<3 \text{ Bq.L}^{-1}$) [3,5].

9.2.2.2.2. Carbone 14

Les résultats d'analyse du ^{14}C dans les salades et le lait sont cohérents aux incertitudes de mesure près avec le bruit de fond ambiant hors influence industrielle proche de 227 Bq.kg⁻¹ de carbone (Tableau 9-15, page 316) [3,6]. Aucune influence des rejets d'effluents atmosphériques de ^{14}C du C.N.P.E. de Civaux n'est mise en évidence en 2020.

Ces résultats sont cohérents avec les données des années antérieures, à l'exception des prélèvements réalisés lors du suivi radioécologique de 2017 (salades et lait) et du bilan décennal de 2019 (herbe) qui témoignaient d'un marquage en ^{14}C de quelques becquerels par kg de carbone par rapport au niveau ambiant lié aux rejets d'effluents atmosphériques de l'installation. Ce marquage ponctuel est également observé sur quelques prélèvements trimestriels d'herbes réalisés depuis 2015 à proximité du C.N.P.E.

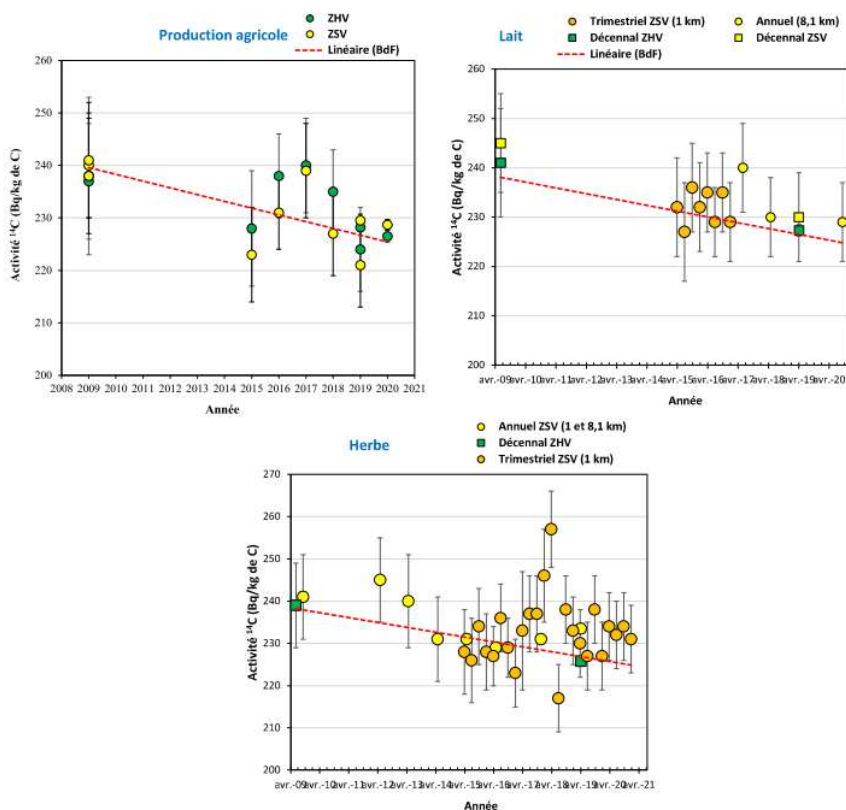


Figure 9-6. Activités spécifiques en ^{14}C mesurées dans les échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E de Civaux de 2009 à 2020.

La courbe en pointillés représente l'évolution du bruit de fond hors influence industrielle (BdF). Les valeurs ont été mesurées par le Centre de Datation par le RadioCarbone (CDRC).

9.3. Etat radiologique de l'environnement aquatique

9.3.1. *Stratégie d'échantillonnage*

Le Tableau 9-2 (page 291) regroupe l'identification des échantillons (station, nature, date de prélèvement...) ainsi que leurs rapports masse fraîche/masse sèche et masse sèche/masse cendres. La Figure 9-7 (page 291) présente les stations de prélèvement et la nature des échantillons prélevés en 2020.

Les stations de prélèvement et la nature des matrices prélevées sont déterminées dans le but de comparer les résultats avec les études antérieures. Les prélèvements ont lieu en amont, en aval proche de l'ouvrage de rejet et en aval lointain. Afin de garantir leur comparaison, les échantillons prélevés en amont et en aval sont, si possible, de même nature.

Les échantillons sont des bioindicateurs (phanérogame, bryophyte, poisson) et des milieux d'accumulation (sédiment).

Deux prélèvements d'eaux sont réalisés sous influence potentielle des rejets d'effluents liquides du C.N.P.E. Dans la continuité des années antérieures, l'eau de boisson provient du réseau d'eau potable. Le prélèvement a eu lieu à la mairie de Saint-Martin-la-Rivière en rive droite de la Vienne. Le captage est réalisé dans la nappe supra-toarcienne à une profondeur de 102 mètres. Cette nappe communique avec la nappe alluviale et elle est donc potentiellement soumise à l'influence des rejets d'effluents du C.N.P.E. En 2020, le plan d'échantillonnage intègre également une eau d'irrigation prélevée à l'aval du C.N.P.E. Le prélèvement a été réalisé sur la commune de Chauvigny.

Tous les échantillons prélevés sont traités et conservés au laboratoire.

Station	Situation par rapport à la centrale	Coordonnées WGS84		Nature	Espèce	Fraction	Prélèvement	Type de mesure	Rapport fraîche/c	Rapport secondaires
		Latitude	Longitude							
Monas Rive gauche	2,7 km amont	46.43806	0.67894	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	23/07/20	Spectrométrie γ Géométrie TMO	2,66	-
St-Martin-la-Rivière Rive droite	6,1 km aval	46.50889	0.63389	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	23/07/20	Spectrométrie γ Géométrie TMO	2,97	-
Vieilles Ecluses Rive droite	17,7 km aval lontain	46.61028	0.59593	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	23/07/20	Spectrométrie γ Géométrie TMO	3,33	-
Monas Rive gauche	2,7 km amont	46.43806	0.67894	Phanérogamie immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatilis</i>	Partes aériennes	23/07/20	Spectrométrie γ Carbone 14 Tritium libre Tritium organiquement lié	12,08	5,72
St-Martin-la-Rivière Rive droite	6,1 km aval	46.50889	0.63389	Phanérogamie immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatilis</i>	Partes aériennes	23/07/20	Spectrométrie γ Carbone 14 Tritium libre Tritium organiquement lié	9,16	-
Vieilles Ecluses Rive droite	17,7 km aval lontain	46.61028	0.59593	Phanérogamie immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatilis</i>	Partes aériennes	23/07/20	Spectrométrie γ	11,83	7,08
Chapelle St-Sylvain Gut de la Biche	4,2 km amont	46.42639	0.68811	Mousse aquatique	Mousse <i>Fontinalis antipyretica</i> <i>Heck</i>	Entier	21/07/20	Spectrométrie γ en fais (bois 131) Nickel 63 Fer 55	9,91	3,81
Vieilles Ecluses Au milieu du saut	17,7 km aval lontain	46.61028	0.59593	Mousse aquatique	Mousse <i>Fontinalis antipyretica</i> <i>Heck</i>	Entier	21/07/20	Spectrométrie γ en fais (bois 131) Nickel 63 Fer 55	10,31	3,74
Le Pont Rives gauche et droite	7 km amont	46.40361	0.70222	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	13/10/20	Spectrométrie γ Carbone 14 Tritium organiquement lié	4,09	21,64
Salles-en-Toulon (le des Dessous) Rives gauche et droite	4,2 km aval	46.48250	0.64194	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	13/10/20	Spectrométrie γ Carbone 14 Tritium organiquement lié	4,25	19,64
St-Martin-la-Rivière Rive droite	5,9 km NNE	46.50790	0.63639	Eau	Eau de boisson	Entier	14/09/20	Tritium libre	-	-
Chauigny Rive gauche	10 km N	46.54528	0.63306	Eau	Eau d'irrigation	Entier	23/07/20	Tritium libre	-	-

Tableau 9-2. Identification des échantillons prélevés dans le milieu aquatique de l'environnement du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

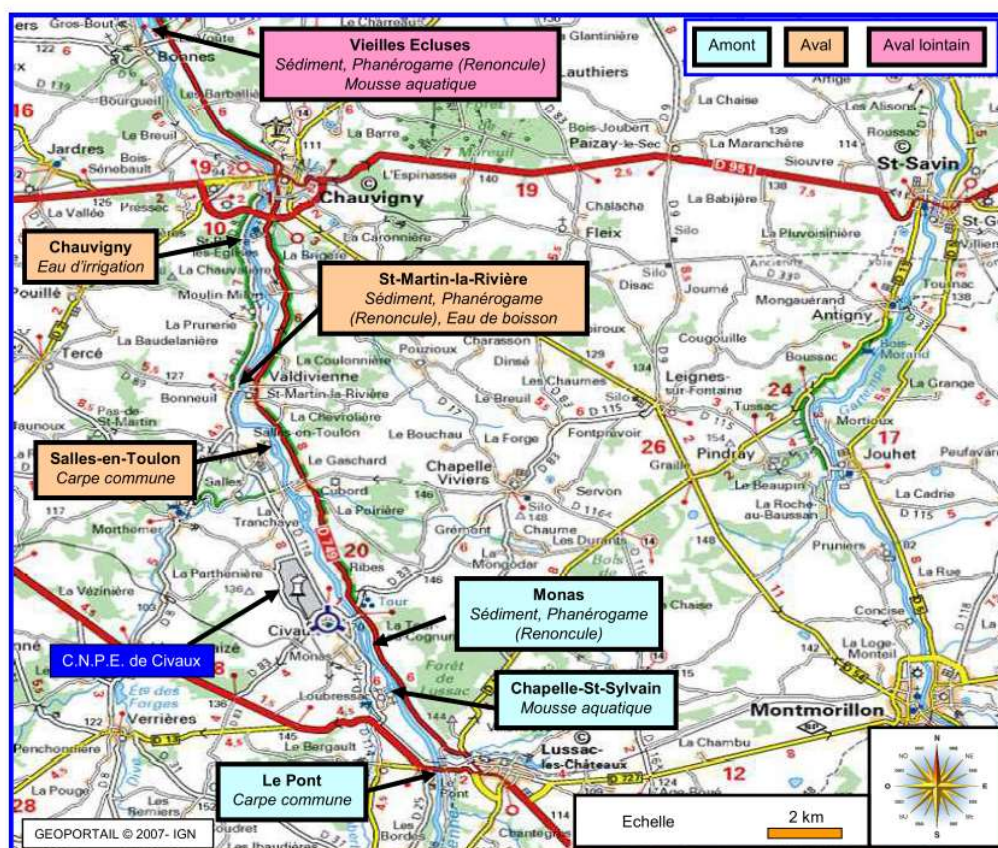


Figure 9-7. Stations et natures des prélèvements du milieu aquatique pour le suivi radioécologique 2020 du C.N.P.E. de Civaux.

9.3.2. Résultats et interprétation

9.3.2.1. Radionucléides émetteurs gamma

9.3.2.1.1. Radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle

En 2020, la radioactivité d'origine naturelle déterminée dans les différents compartiments de l'écosystème aquatique est similaire à celle observée lors des études menées les années antérieures (Tableau 9-22, page 323). Elle est cohérente avec celle mesurée lors de l'état de référence et de sa réactualisation (1991-1997). Dans l'ensemble des matrices, la radioactivité naturelle d'origine tellurique est principalement due au ^{40}K et à un degré moindre aux chaînes naturelles du ^{232}Th et de ^{238}U . Les activités mesurées sont cohérentes avec le bruit de fond naturel observé en France [3].

Dans les poissons, le ^{40}K est le seul radionucléide naturel détecté. Les activités sont conformes aux valeurs attendues (environ 100 Bq.kg^{-1} frais), la teneur en potassium étant physiologiquement régulée.

Le ^7Be est détecté systématiquement dans les sédiments et les végétaux.

9.3.2.1.2. Radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle

La radioactivité artificielle dans le milieu aquatique est caractérisée en 2020 par la présence de ^{137}Cs et d' ^{131}I (Tableau 9-23, page 324).

Le ^{137}Cs est détecté dans l'ensemble des matrices étudiées (sédiments, végétaux et poissons). Sa présence est mise en évidence dans les huit échantillons analysés. Dans toutes les matrices, les activités massiques en ^{137}Cs mesurées en amont et en aval du C.N.P.E. sont comparables. Aucune influence des rejets d'effluents liquides du C.N.P.E. de Civaux n'est mise en évidence en 2020 pour ce radionucléide. Les activités en ^{137}Cs résultent donc principalement de la rémanence des retombées des essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. Aucun autre radionucléide artificiel n'est détecté par spectrométrie gamma. Aucune influence des rejets d'effluents liquides du C.N.P.E. de Civaux sur le milieu aquatique environnant n'est mise en évidence en 2020.

Depuis l'état de référence, l'évolution des gammes de variations des activités de ^{137}Cs détectées dans le milieu aquatique en amont et en aval de l'installation montre que les niveaux d'activité sont comparables d'année en année (Figure 9-8, page 293, à Figure 9-11, page 296). Ce constat confirme que le ^{137}Cs provient des retombées des essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. Depuis le premier suivi annuel de 1998, on observe la détection ponctuelle en aval du site, de ^{134}Cs , de ^{60}Co et d' $^{110\text{m}}\text{Ag}$ dans les sédiments, et de ^{134}Cs , de ^{60}Co , d' $^{110\text{m}}\text{Ag}$ et de ^{54}Mn dans les végétaux aquatiques. Ces détections sont liées aux rejets d'effluents liquides du C.N.P.E. de Civaux.

Depuis 1998, des spectrométries gamma sont réalisées sur des échantillons de végétaux aquatiques (phanérogames et/ou mousses aquatiques) à l'état frais pour rechercher ^{131}I . Ce radionucléide est détecté régulièrement aussi bien en amont qu'en aval du C.N.P.E. de Civaux à des niveaux d'activité comparables. Les études antérieures ont établi que les apports observés étaient imputables aux rejets liés à des activités de médecine nucléaire ou universitaires conduites en amont de l'installation, notamment au niveau de l'agglomération de Limoges. En 2020, ^{131}I n'est détecté qu'en amont du C.N.P.E.

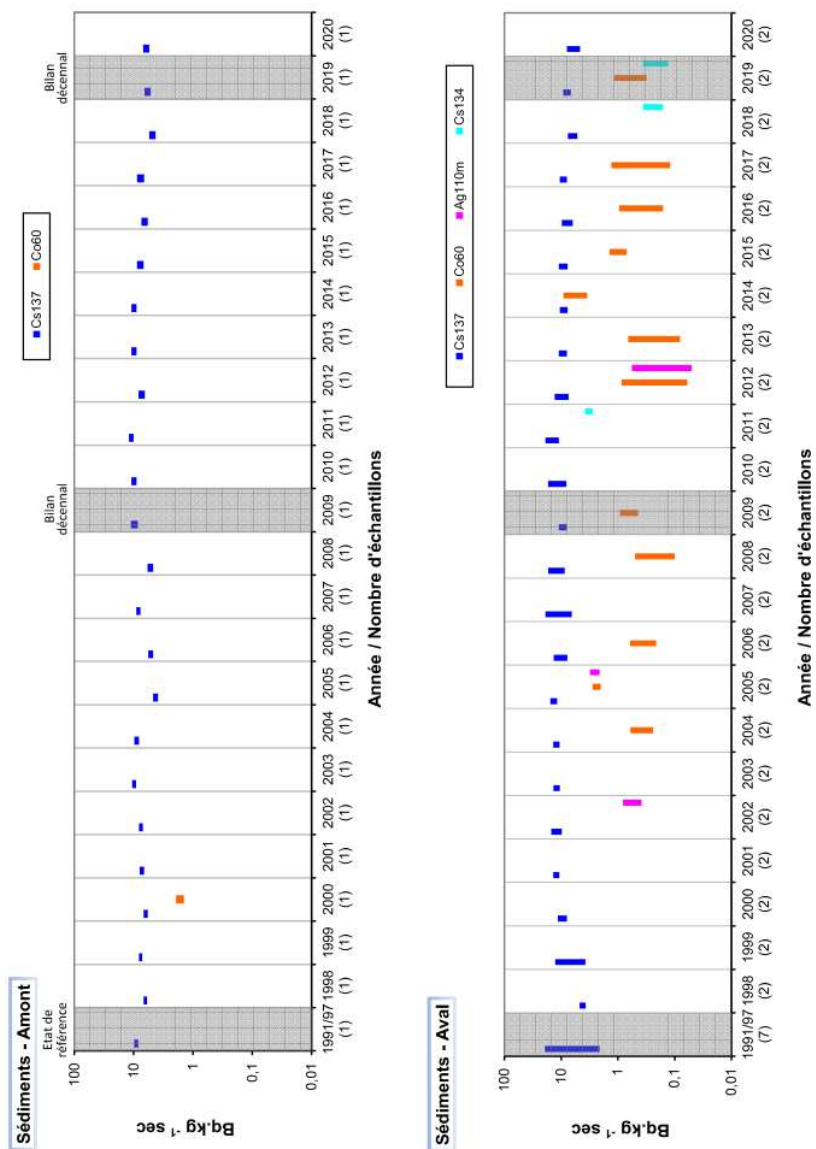


Figure 9-8. Gammas de variation (*) des activités des principaux radionucléides d'origine artificielle détectés par spectrométrie γ dans les sédiments prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors des études menées depuis l'état de référence, de 1991/1997, au suivi radioécologique de 2020.
 (*) valeur minimale minorée de son incertitude à valeur maximale majorée de son incertitude

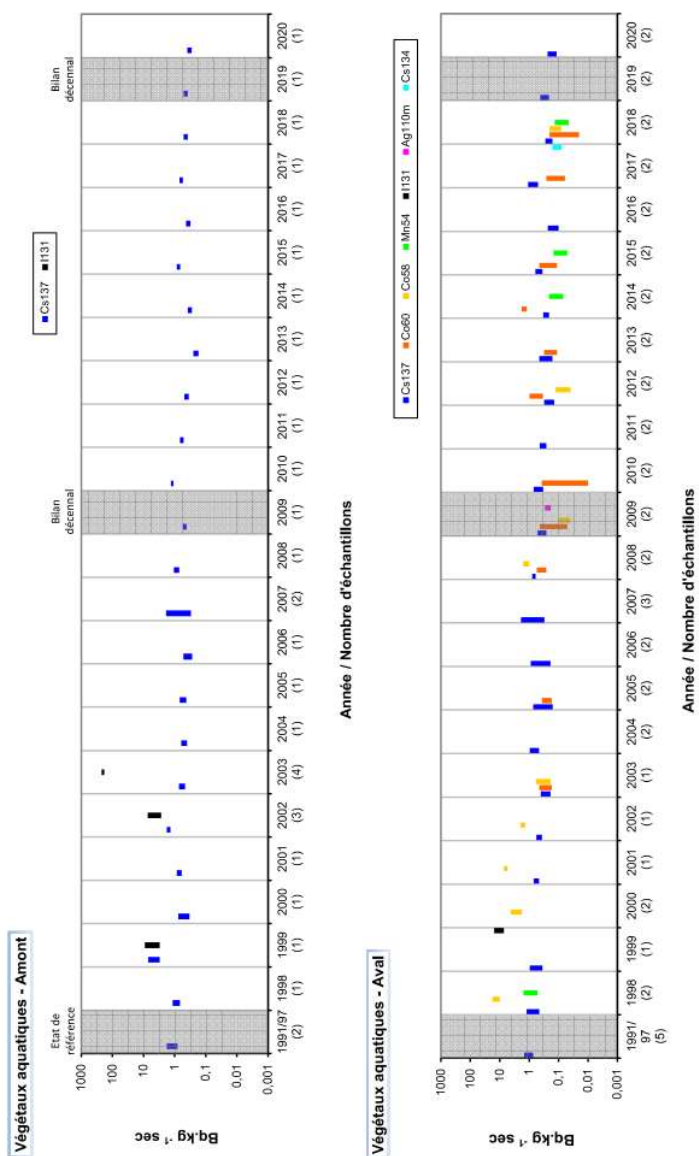


Figure 9-9. Gammes de variation (*) des activités des principaux radionucléides d'origine artificielle détectés par spectrométrie γ dans les phanérogames (toutes fractions confondues) prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors des études menées depuis l'état de référence, de 1991/1997, au suivi radioécologique de 2020.

(*) valeur minimale minorée de son incertitude à valeur maximale majorée de son incertitude

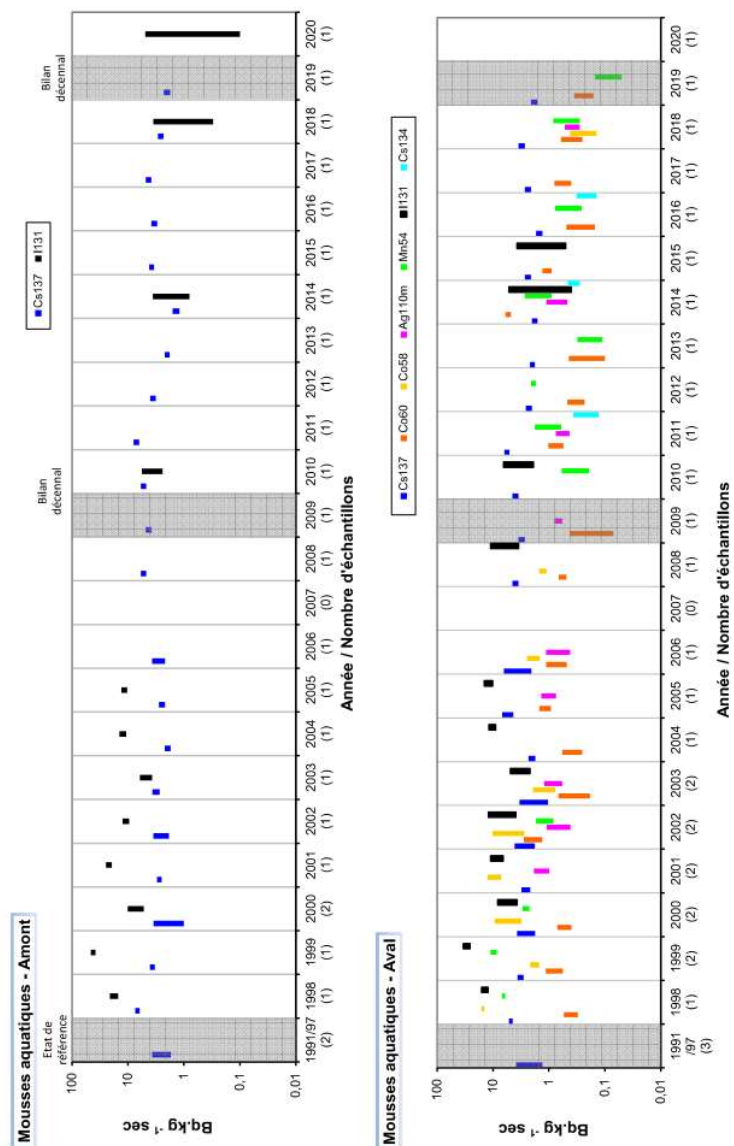


Figure 9-10. Gammes de variation (*) des activités des principaux radionucléides d'origine artificielle détectés par spectrométrie γ dans les mousses aquatiques prélevées dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors des études menées depuis l'état de référence, de 1991/1997, au suivi radioécologique de 2020.
 (*) valeur minimale minorée de son incertitude à valeur maximale majorée de son incertitude

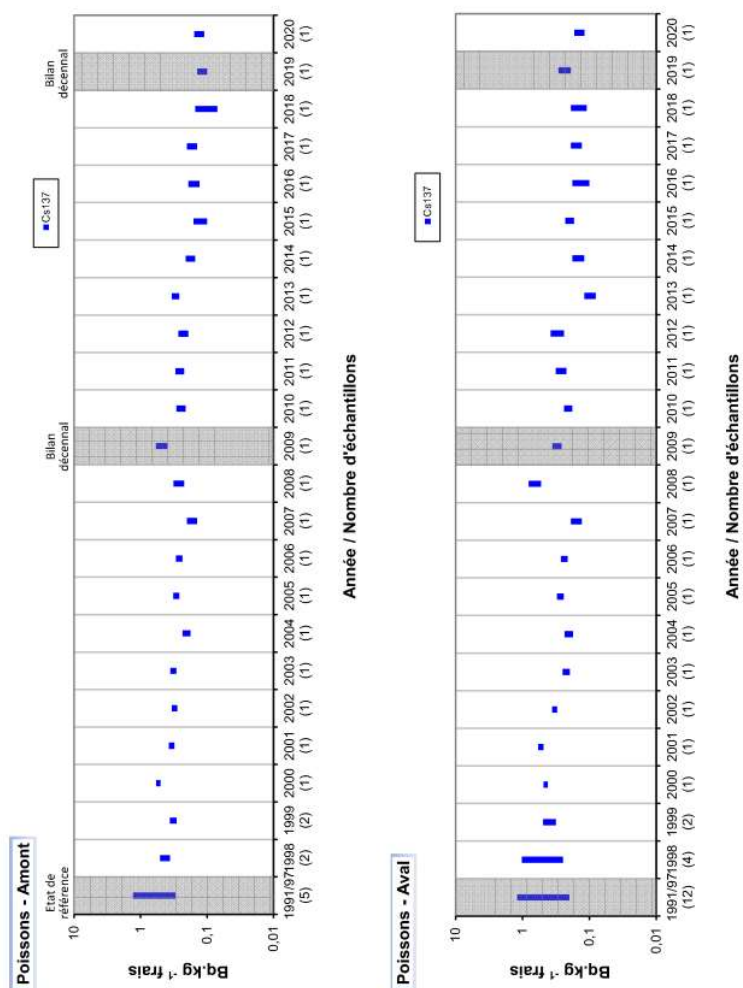


Figure 9-11. Gammes de variation (*) des activités des principaux radionucléides d'origine artificielle détectés par spectrométrie γ dans les poissons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors des études menées depuis l'état de référence, de 1991/1997, au suivi radioécologique de 2020.
 (*) valeur minimale minorée de son incertitude à valeur maximale majorée de son incertitude

9.3.2.2. Radionucléides émetteurs bêta

9.3.2.2.1. Tritium

Les mesures de ^3H libre effectuées en 2020 montrent des activités inférieures aux seuils de décision ou proches de 1 Bq.L^{-1} . Ces activités sont cohérentes avec le bruit de fond ambiant hors influence industrielle locale (Tableau 9-25, page 325) [3]. La détection de ^3H libre dans les matrices aquatiques dépend fortement de la concomitance des rejets et des prélèvements en raison de la dilution et du transfert rapide du ^3H au sein de ces milieux récepteurs [5]. Depuis 2000, la présence de manière sporadique du ^3H libre a été constatée à l'aval du C.N.P.E. dans les végétaux aquatiques et dans les poissons. Pour rappel, la valeur-guide dans l'eau potable recommandée par l'OMS est de 10000 Bq.L^{-1} . La réglementation européenne relative à l'eau potable appliquée par la France fixe par ailleurs une référence de qualité de 100 Bq.L^{-1} , au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées pour rechercher la présence de radionucléides artificiels.

Le marquage en tritium libre dans les phanérogames immergées a été mis en évidence lors des bilans décennaux radioécologiques de 2009 et 2019 et lors du suivi radioécologique annuel de 2018 ainsi que ponctuellement dans les poissons.

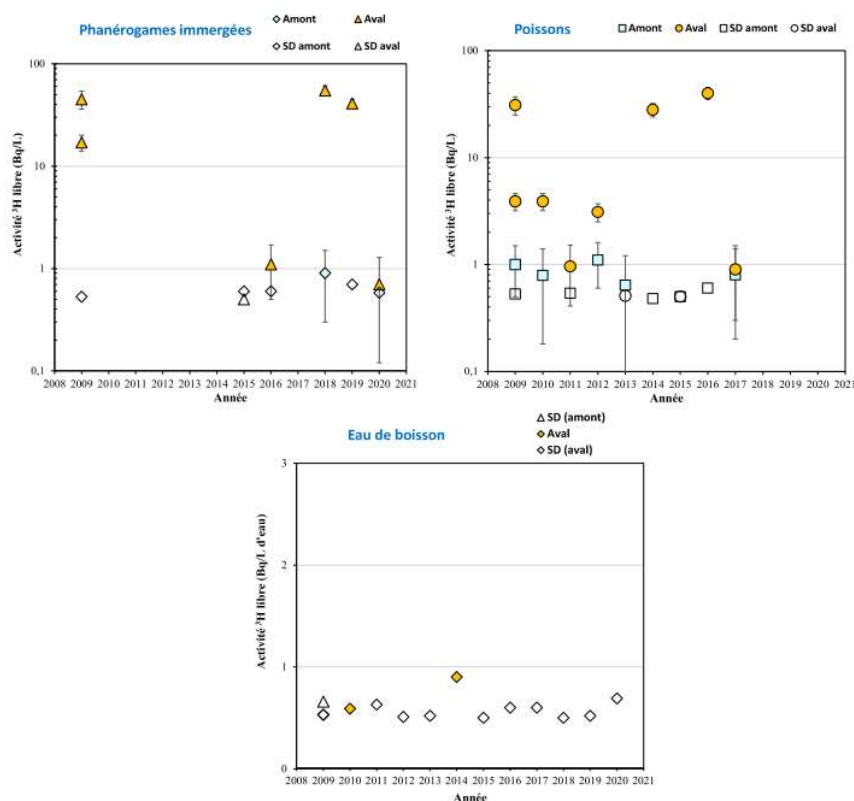


Figure 9-12. Activités en tritium libre dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E de Civaux de 2009 à 2020.

En 2020, les analyses de ^3H organiquement lié montrent des activités inférieures aux seuils de décision dans les phanérogames (amont et aval) ainsi que dans les poissons pêchés à l'amont du C.N.P.E. Dans les poissons pêchés à l'aval de l'installation, l'activité est de $9,3 \pm 1,4 \text{ Bq.L}^{-1}$ d'eau de combustion (Tableau 9-26, page 326). Cette augmentation à l'aval du C.N.P.E. est cohérente avec les résultats des études précédentes. Elles montrent l'influence des rejets de tritium du C.N.P.E. de Civaux sur le milieu aquatique environnant.

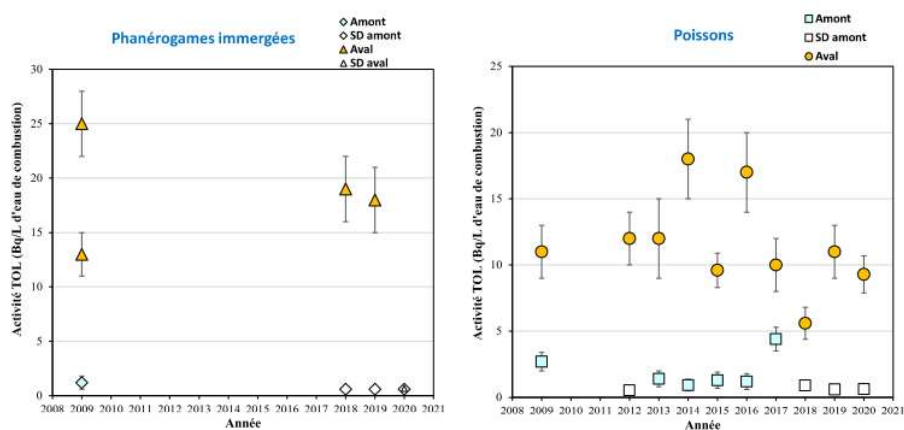


Figure 9-13. Activités en tritium organiquement lié dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux de 2009 à 2020.

9.3.2.2.2. Carbone 14

Les analyses de ^{14}C révèlent une augmentation entre l'activité obtenue sur les échantillons de phanérogames et de poissons prélevés à l'amont, cohérente avec l'activité ambiante hors influence industrielle locale proche de $200\text{-}220 \text{ Bq.kg}^{-1}$ de carbone [3], et les valeurs mesurées à l'aval (Tableau 9-27, page 326). Ces résultats sont cohérents avec les données des années antérieures et ils montrent le marquage en ^{14}C de l'environnement aquatique lié aux rejets d'effluents liquides du C.N.P.E. de Civaux.

Ce constat a été confirmé lors du bilan décennal de 2019 avec des analyses dans des sédiments, des mollusques et des eaux de fleuve qui montraient des activités mesurées à l'amont cohérentes avec le niveau ambiant hors apport anthropique local et une augmentation à l'aval dans ces trois matrices.

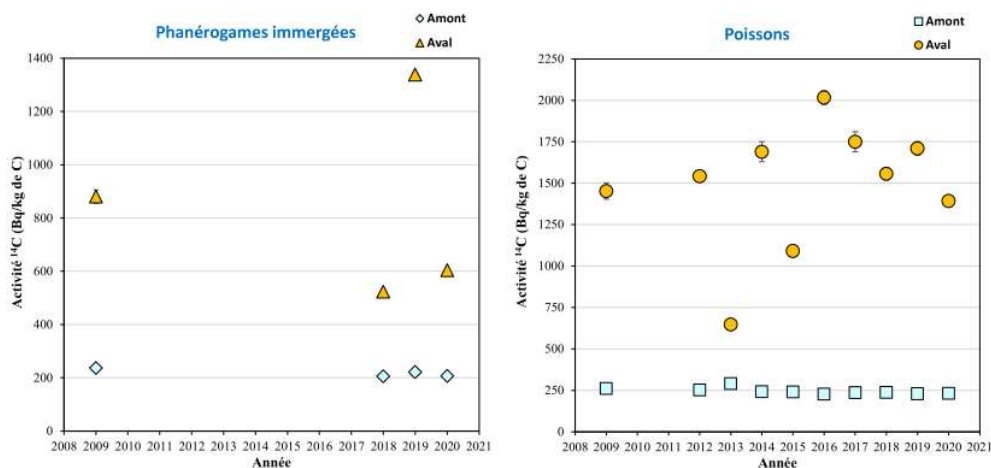


Figure 9-14. Activités spécifiques en ^{14}C mesurés dans les poissons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E de Civaux de 2009 à 2020.

9.3.2.2.3. Nickel 63 et Fer 55

En 2020, les analyses de ^{63}Ni et de ^{55}Fe montrent des activités inférieures aux seuils de décision dans les mousses aquatiques (Tableau 9-28, page 327 et Tableau 9-29, page 327). Ces résultats sont cohérents avec les résultats des années précédentes. En 2018 et 2019, le ^{63}Ni était détecté à des niveaux proches des seuils de décision. Ces résultats témoignent de l'influence ponctuelle des rejets d'effluents liquides du C.N.P.E. de Civaux sur le milieu aquatique environnant pour ce radionucléide.

9.4. Conclusion de l'état radiologique de l'environnement du C.N.P.E. de Civaux

Le suivi radioécologique établi en 2020 montre que le niveau de radioactivité naturelle demeure similaire à celui mesuré avant la mise en fonctionnement de l'installation de Civaux.

Dans le **milieu terrestre**, la radioactivité d'origine artificielle est liée à la présence du ^{137}Cs . Le ^{137}Cs provient principalement des retombées des anciens essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. Dans la continuité des années antérieures, les activités en ^3H (libre et organiquement lié) sont cohérentes avec les valeurs attendues en dehors de tout apport industriel local. En 2020, les analyses de ^{14}C réalisées sont cohérentes aux incertitudes de mesure près avec le bruit de fond ambiant hors influence industrielle.

En 2020, le ^{137}Cs est présent dans tous les compartiments **du milieu aquatique** aussi bien en amont qu'en aval de l'installation. Aucune influence des rejets d'effluents liquides n'est mise en évidence pour ce radionucléide. Le ^{137}Cs provient de la rémanence des retombées des essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. En 2020, aucun autre radionucléide émetteur gamma n'est mis en évidence dans le milieu aquatique à l'exception de l' ^{131}I détecté à l'amont. Cette détection est liée aux activités de médecine nucléaire ou universitaires conduites en amont de l'installation, notamment au niveau de l'agglomération de Limoges. En 2020, les analyses de ^3H (libre et organiquement lié) dans les phanérogames et de ^{14}C dans les phanérogames et les poissons réalisées à l'amont ainsi que les analyses de ^3H (libre et organiquement lié) effectuées dans les myriophylles prélevées à l'aval montrent des activités conformes aux niveaux attendus en dehors de tout apport industriel local. Dans les poissons pêchés à l'amont, l'activité du ^3H organiquement lié est inférieure au seuil de décision. En revanche, l'augmentation à l'aval des activités du ^3H organiquement lié dans les poissons et du ^{14}C dans les phanérogames et les poissons montrent le marquage du milieu aquatique lié aux rejets d'effluents liquides du C.N.P.E. de Civaux.

LISTE DES FIGURES

Figure 9-1. Chronologie des principales études radioécologiques conduites dans l'environnement du C.N.P.E. de Civaux.	280
Figure 9-2. Stations et natures des prélèvements du milieu terrestre pour le suivi radioécologique 2020 du C.N.P.E. de Civaux.	283
Figure 9-3. Gammes de variation (*) des activités des principaux radionucléides d'origine artificielle détectés par spectrométrie γ dans les échantillons prélevés dans le milieu terrestre de l'environnement du C.N.P.E. de Civaux lors des études menées depuis l'état de référence, de 1991/1997, au suivi radioécologique de 2020.	285
Figure 9-4. Activités en tritium libre dans les échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E de Civaux de 2009 à 2020.	286
Figure 9-5. Activités en tritium organiquement lié dans les échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E de Civaux de 2009 à 2020.	287
Figure 9-6. Activités spécifiques en ^{14}C mesurés dans les échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E de Civaux de 2009 à 2020.	288
Figure 9-7. Stations et natures des prélèvements du milieu aquatique pour le suivi radioécologique 2020 du C.N.P.E. de Civaux.	291
Figure 9-8. Gammes de variation (*) des activités des principaux radionucléides d'origine artificielle détectés par spectrométrie γ dans les sédiments prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors des études menées depuis l'état de référence, de 1991/1997, au suivi radioécologique de 2020.	293
Figure 9-9. Gammes de variation (*) des activités des principaux radionucléides d'origine artificielle détectés par spectrométrie γ dans les phanérogames (toutes fractions confondues) prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors des études menées depuis l'état de référence, de 1991/1997, au suivi radioécologique de 2020.	294
Figure 9-10. Gammes de variation (*) des activités des principaux radionucléides d'origine artificielle détectés par spectrométrie γ dans les mousses aquatiques prélevées dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors des études menées depuis l'état de référence, de 1991/1997, au suivi radioécologique de 2020.	295
Figure 9-11. Gammes de variation (*) des activités des principaux radionucléides d'origine artificielle détectés par spectrométrie γ dans les poissons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors des études menées depuis l'état de référence, de 1991/1997, au suivi radioécologique de 2020.	296
Figure 9-12. Activités en tritium libre dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E de Civaux de 2009 à 2020.	297
Figure 9-13. Activités en tritium organiquement lié dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E de Civaux de 2009 à 2020.	298
Figure 9-14. Activités spécifiques en ^{14}C mesurés dans les poissons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E de Civaux de 2009 à 2020.	299

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 9-1. Identification des échantillons prélevés dans le milieu terrestre de l'environnement du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	282
Tableau 9-2. Identification des échantillons prélevés dans le milieu aquatique de l'environnement du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	290
Tableau 9-3. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ , du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les sols prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$; ^{14}C : Bq.kg^{-1} de carbone ; ^3H : Bq.L^{-1}).	305
Tableau 9-4. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ dans les mousses prélevées dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 ($\text{Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$).	306
Tableau 9-5. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ , du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les salades/choux prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$; ^{14}C : Bq.kg^{-1} de carbone ; ^3H : Bq.L^{-1}).	307
Tableau 9-6. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ , du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les herbes prélevées dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$; ^{14}C : Bq.kg^{-1} de carbone ; ^3H : Bq.L^{-1}).	308
Tableau 9-7. Activités du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les herbes trimestrielles prélevées dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2015 à 2020 (^{14}C : Bq.kg^{-1} de carbone ; ^3H : Bq.L^{-1}).	309
Tableau 9-8. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ , du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les laits prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$; ^{14}C : Bq.kg^{-1} de carbone ; ^3H : Bq.L^{-1}).	310
Tableau 9-9. Activités du ^{14}C dans les échantillons trimestriels de laits prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2015 à 2016 (Bq.kg^{-1} de carbone).	311
Tableau 9-10. Activités des radionucléides émetteurs γ d'origine naturelle des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	313
Tableau 9-11. Activités des radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	314
Tableau 9-12. Teneurs en iode stable des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	315
Tableau 9-13. Activités du tritium libre des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	315
Tableau 9-14. Activités du tritium organiquement lié des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	315
Tableau 9-15. Activités du ^{14}C des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	316
Tableau 9-16. Granulométrie et teneur en matières organiques des échantillons de sols prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	316
Tableau 9-17. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ et du ^3H libre dans les eaux prélevées dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$; ^3H : Bq.L^{-1}).	317

Tableau 9-18. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ , du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les sédiments prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$; ^{14}C : $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ de C}$; ^3H : Bq.L^{-1}).	318
Tableau 9-19. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ , du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les phanérogames prélevées dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$; ^{14}C : $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ de C}$; ^3H : Bq.L^{-1}).	319
Tableau 9-20. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ et du ^3H libre dans les mousses aquatiques prélevées dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$; ^3H : Bq.L^{-1}).	320
Tableau 9-21. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ , du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les poissons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ frais}$; ^{14}C : $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ de carbone}$; ^3H : Bq.L^{-1}).	321
Tableau 9-22. Activités des radionucléides émetteurs γ d'origine naturelle des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	323
Tableau 9-23. Activités des radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	324
Tableau 9-24. Teneurs en iode stable dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	325
Tableau 9-25. Activités du tritium libre dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	325
Tableau 9-26. Activités du tritium organiquement lié dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	326
Tableau 9-27. Activités du ^{14}C dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	326
Tableau 9-28. Activités du ^{63}Ni dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	327
Tableau 9-29. Activités du ^{55}Fe dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	327
Tableau 9-30. Granulométrie et teneur en matières organiques des échantillons de sédiments prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.	328

Tableau 9-3. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les sols prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : Bq.kg $^{-1}$ sec ; ^{14}C : Bq.kg $^{-1}$ de carbone ; ^3H : Bq.L $^{-1}$).

Année de prélèvement	avril 2011	mai 2012	avril 2013	avril 2014	avril 2015	mai 2016	juin/nov. 2017	avril/mai 2018	avril 2019	sept. 2020
Distance par rapport au site	8,5 et 12,5 km	8,5 et 12,5 km	8,5 et 12,5 km	8,5 et 12,5 km	8,1 et 12,5 km	8,1 et 12,5 km	1,0 et 12,5 km	1,0 et 12,5 km	1,0 à 23,8 km	1,0 et 12,5 km
Emetteurs γ d'origine artificielle										
^{134}Cs	2,5 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{137}Cs	7,6 (2/2)	7,9-9,7 (2/2)	5,7-11 (2/2)	4,8-11 (2/2)	5,1-6,3 (2/2)	5,9-6,6 (2/2)	3,1-5,8 (2/2)	2,6-6,0 (2/2)	2,33-6,26 (10/10)	2,76-3,72 (2/2)
^{58}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{60}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m}Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{54}Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emetteurs β										
^{14}C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
^3H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
^3H organiquement lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

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

Tableau 9-4. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ dans les mousses prélevées dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (Bq.kg⁻¹ sec).

Année de prélèvement	avril 2011	mai 2012	avril 2013	avril 2014	avril 2015	mai 2016	juin 2017	juin 2018	avril 2019	sept. 2020
Distance par rapport au site	1,8 et 16,8 km	1,8 et 16,8 km	1,8 et 16,8 km	1,8 et 16,8 km	1,8 et 16,8 km	1,8 et 16,8 km	1,8 et 16,8 km	1,8 km	1,8 et 16,8 km	1,8 km
Emetteurs γ d'origine artificielle										
¹³⁴ Cs	1,6 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	1,1-4,8 (2/2)	9,1 (1/2)	0,90-9,0 (2/2)	8,1 (1/2)	2,5-7,6 (2/2)	4,4 (1/2)	5,3 (1/2)	5,0 (1/1)	4,56 (1/2)	4,8 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³¹ I	23-25 (2/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

Tableau 9-5. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les salades/choux prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : $\text{Bq.kg}^{-1}\text{ sec}$; ^{14}C : Bq.kg^{-1} de carbone ; ^3H : Bq.L^{-1}).

Année de prélèvement	juin 2011	sept. 2012	août 2013	sept. 2014	juin 2015	juil. 2016	juin 2017	juin 2018	juil. 2019	juil. 2020
Distance par rapport au site	6,1 et 23,8 km	6,1 et 23,8 km	6,1 et 23,8 km	6,1 et 23,8 km	6,1 et 23,8 km	6,1 et 23,8 km	6,1 et 23,8 km	6,1 et 23,8 km	6,1 et 23,8 km	6,1 et 23,8 km
Emetteurs γ d'origine artificielle										
^{134}Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{137}Cs	0,25-0,69 (2/2)	0,17-0,22 (2/2)	0,31 (1/2)	0,39 (1/2)	0,50-0,64 (2/2)	0,21-0,46 (2/2)	0,16-0,23 (2/2)	0,21-0,23 (2/2)	0,12-0,38 (2/2)	0,117-0,216 (2/2)
^{58}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{60}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{54}Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emetteurs β										
^{14}C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	223-228 (2/2)	231-238 (2/2)	239-240 (2/2)	227-235 (2/2)	221-224 (2/2)	226,5-228,7 (2/2)
^3H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	0,9 (1/1)	1,5 (1/1)	2,1 (1/1)	1,65 (1/1)	-
^3H organiquement lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	1,5 (1/1)	-	-	-	-

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

Tableau 9-6. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ , du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les herbes prélevées dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : Bq.kg^{-1} sec ; ^{14}C : Bq.kg^{-1} de carbone ; ^3H : Bq.L^{-1}).

Année de prélèvement	avril 2011	mai 2012	avril 2013	avril 2014	avril 2015	mai 2016	juil/nov. 2017	avril 2018	avril 2019	juil. 2020
Distance par rapport au site	8,5 km	8,5 km	8,5 km	8,5 km	8,1 km	8,1 km	1,0 et 8,1 km	1,0 km	1,0 et 12,5 km	1,0 km
Emetteurs γ d'origine artificielle										
^{134}Cs	0,12 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{137}Cs	0,22 (1/2)	-	-	0,11 (1/1)	-	-	-	-	-	-
^{60}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{60}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{54}Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emetteurs β										
^{14}C	n.a.	245 (1/1)	240 (1/1)	231 (1/1)	231 (1/1)	229 (1/1)	231 (1/1)	n.a.	225,8-233,5 (2/2)	n.a.
^3H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,9 (1/1)	1,0 (1/1)	0,8-3,4 (2/2)	1,1 (1/1)	1,79 (1/2)	1,38 (1/1)
^3H organiquement lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,8-1,0 (2/2)	-	0,91 (1/2)	0,93 (1/1)

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

Tableau 9-7. Activités du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les herbes trimestrielles prélevées dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2015 à 2020 (^{14}C : Bq.kg^{-1} de carbone ; ^3H : Bq.L^{-1}).

Année de prélèvement	avril 2015	jul. 2015	oct. 2015	janv. 2016	avril 2016	jul. 2016	oct. 2016	janv. 2017	avril 2017	jul. 2017	oct. 2017	janv. 2018	avril 2018	jul. 2018	oct. 2018	janv. 2019
Distance par rapport au site	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	1,0 km	1,0 km	1,0 km	1,0 km
Emetteurs β																
^{14}C	228 (1/1)	226 (1/1)	234 (1/1)	228 (1/1)	227 (1/1)	236 (1/1)	229 (1/1)	223 (1/1)	233 (1/1)	237 (1/1)	237 (1/1)	246 (1/1)	257 (1/1)	217 (1/1)	238 (1/1)	233 (1/1)
^3H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,1 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.
^3H organiquement lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.

Année de prélèvement	avril 2019	jul. 2019	oct. 2019	janv. 2020	avril 2020	jul. 2020	oct. 2020	janv. 2021
Distance par rapport au site	1,0 km	1,0 km	1,0 km	1,0 km	1,0 km	1,0 km	1,0 km	1,0 km
Emetteurs β								
^{14}C	230 (1/1)	227 (1/1)	238 (1/1)	227 (1/1)	234 (1/1)	232 (1/1)	234 (1/1)	231 (1/1)
^3H libre	1,79 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1,38 (1/1)	n.a.	n.a.
^3H organiquement lié	0,91 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,93 (1/1)	n.a.	n.a.

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

Tableau 9-8. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ , du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les laits prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : Bq.kg $^{-1}$ sec ; ^{14}C : Bq.kg $^{-1}$ de carbone ; ^3H : Bq.L $^{-1}$).

Année de prélèvement	avril 2011	mai 2012	avril 2013	avril 2014	avril 2015	mai 2016	juin 2017	mai 2018	avril 2019	sept. 2020
Distance par rapport au site	8,5 km	8,5 km	8,5 km	8,5 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 et 14 km	8,1 km
Emetteurs γ d'origine artificielle										
^{134}Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{137}Cs	0,0076 (1/1)	-	-	0,011 (1/1)	0,0082 (1/1)	-	-	0,0088 (1/1)	0,0075- 0,0088 (2/2)	0,0162 (1/1)
^{58}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{60}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m}Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{54}Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emetteurs β										
^{14}C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	240 (1/1)	230,0 (1/1)	230 (1/2)	229 (1/2)
^3H libre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63 (1/1)
^3H organiquement lié	n.a.	1,4 (1/1)	1,8 (1/1)	0,72 (1/1)	-	-	-	-	-	-

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

Tableau 9-9. Activités du ^{14}C dans les échantillons trimestriels de laits prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2015 à 2016 (Bq.kg $^{-1}$ de carbone).

Année de prélèvement	avril 2015	juil. 2015	oct. 2015	janv. 2016	avril 2016	juil. 2016	oct. 2016	janv. 2017
Distance par rapport au site	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km	8,1 km
Emetteurs β ^{14}C	232 (1/1)	227 (1/1)	236 (1/1)	232 (1/1)	235 (1/1)	229 (1/1)	235 (1/1)	229 (1/1)

Tableau 9-10. Activités des radionucléides émetteurs γ d'origine naturelle des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Emission γ d'origine naturelle					
							^{40}K	Famille de ^{232}Th	Famille de ^{235}U	^{234}Th	$^{234\text{m}}\text{Pa}$	^{210}Pb
Cubord (Le Peul)	Mousse terrestre	Mousse <i>Rhytidelphus triquetrus</i>	Entier	14/09/20	18/09/20	Frais	148 $\pm$ 26	^{232}Ac 11,8 $\pm$ 3,4	^{234}Th < 8,6	$^{234\text{m}}\text{Pa}$ n.a.	^{210}Pb 235 $\pm$ 36	^{210}Pb 319 $\pm$ 38
Bignoux	Production agricole	Salade Laitue <i>Lactuca sativa</i> L.	Feuilles	21/07/20	03/08/20	Cendres	1350 $\pm$ 190	< 0,36	< 0,85	n.a.	1,9 $\pm$ 1,5	9,9 $\pm$ 1,3
Chapelle-Viviers	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	22/07/20	03/08/20	Cendres	780 $\pm$ 110	< 0,23	< 0,60	n.a.	< 1,0	5,03 $\pm$ 0,73
Sillars	Sol non cultivé	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	15/09/20	30/09/20	Sec	223 $\pm$ 32	^{232}Ac 34,0 $\pm$ 4,4	n.a.	26 $\pm$ 14	n.a.	2,5 $\pm$ 1,4
Station AS1	Sol non cultivé	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	15/09/20	21/09/20	Sec	740 $\pm$ 110	^{232}Ac 40,1 $\pm$ 5,2	n.a.	21 $\pm$ 18	n.a.	< 1,3
Station AS1	Pâturage, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	15/09/20	21/09/20	Cendres	208 $\pm$ 30	^{232}Ac 0,67 $\pm$ 0,16	< 0,50	n.a.	46,0 $\pm$ 6,7	238 $\pm$ 27
Fontpévoir	Lait	Lait de vache	Entier	15/09/20	17/12/20	Cendres	48,0 $\pm$ 6,8	< 0,030	< 0,072	n.a.	< 0,11	< 0,16

« n.a. » : non analysé. Les activités sont présentées $\pm$ l'incertitude ou <SD.

Tableau 9-11. Activités des radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Hors vents		Sous les vents		Emissionneurs γ d'origine artificielle									
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Activité Bq.kg ⁻¹ sec (sols, végétaux), Bq.L ⁻¹ (lait)						
							¹³⁷ Cs	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	¹³¹ I	
Cubord (Le Peu)	Mousse terrestre	Mousse <i>Rhytidelaphus iniquetius</i>	Entier	14/09/20	16/09/20	Frais	< 0.73	4.8 ± 1.0	< 0.64	< 0.70	< 0.73	< 0.64	< 0.78
Bignoux	Production agricole	Salade Laitue <i>Lactuca sativa</i> L.	Feuilles	21/07/20	03/08/20	Cendres	< 0.076	0.117 ± 0.081	< 0.089	< 0.10	< 0.092	< 0.083	n.a.
Chapelle-Viviers	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	22/07/20	03/08/20	Cendres	< 0.049	0.216 ± 0.060	< 0.057	< 0.065	< 0.059	< 0.053	n.a.
Sillars	Sol non cultivé	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	15/09/20	30/09/20	Sec	< 0.13	3.72 ± 0.43	< 0.13	< 0.12	< 0.15	< 0.13	n.a.
Station AS1	Sol non cultivé	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	15/09/20	21/09/20	Sec	< 0.16	2.77 ± 0.33	< 0.14	< 0.15	< 0.17	< 0.19	n.a.
Station AS1	Pâture, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	15/09/20	21/09/20	Cendres	< 0.033	< 0.032	< 0.032	< 0.037	< 0.037	< 0.031	n.a.
Fontpévoir	Lait	Lait de vache	Entier	15/09/20	17/12/20	Cendres	< 0.0077	0.0162 ± 0.0078	< 0.018	< 0.0086	< 0.011	< 0.0090	n.a.

« n.a. » : non analysé. Les activités sont présentées $\pm$ l'incertitude ou <SD.

Sous les vents							¹²⁷ I
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	mg.kg ⁻¹ frais
Cubord (Le Peu)	Mousse terrestre	Mousse <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	Entier	14/09/20	26/02/21	Lyophilisée	< 47

Tableau 9-12. Teneurs en iode stable des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Sous les vents							³ H libre	
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.L ⁻¹	Bq.kg ⁻¹ frais (végétaux) Bq.L ⁻¹ de lait
Chapelle-Viviers	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	22/07/20	06/10/20	Eau de lyophilisation	< 0,59	< 0,48
Station AS1	Pâturage, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	07/07/20	09/08/20	Eau de lyophilisation	1,38 ± 0,51	0,87 ± 0,32
Fontprévoir	Lait	Lait de vache	Entier	15/09/20	27/11/20	Eau de lyophilisation	0,63 ± 0,57	0,53 ± 0,48

Les activités sont présentées ± l'incertitude ou <SD.

Tableau 9-13. Activités du tritium libre des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Sous les vents							³ H organiquement lié		
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion	Bq.kg ⁻¹ frais (végétaux) Bq.L ⁻¹ de lait	Bq.kg ⁻¹ MO
Chapelle-Viviers	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	22/07/20	24/10/20	Lyophilisée	< 0,59	< 0,062	< 0,35
Station AS1	Pâturage, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	07/07/20	21/10/20	Lyophilisée	0,93 ± 0,63	0,20 ± 0,14	0,61 ± 0,42
Fontprévoir	Lait	Lait de vache	Entier	15/09/20	02/02/21	Lyophilisée	< 0,708	< 0,064	< 0,54

Les activités sont présentées ± l'incertitude ou <SD.

Tableau 9-14. Activités du tritium organiquement lié des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Hors vents	Sous les vents
------------	----------------

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	14C		C tot	13C/12C	PMC
							Bq.kg-1 de C	Bq.kg-1 frais (végétaux) Bq.L-1 de lait			
Bignoux	Production agricole	Salade Laitue <i>Lactuca sativa</i> L.	Feuilles	21/07/20	30/07/21	Lyophilisée	226,5 ± 1,2	12,665 ± 0,067	56	-26,75	101
Chapelle-Viviers	Production agricole	Chou <i>Brassica oleracea</i>	Feuilles	22/07/20	24/03/21	Lyophilisée	228,7 ± 1,0	19,066 ± 0,083	83	-28,91	102
Fontpévoir	Lait	Lait de vache	Entier	15/09/20	06/03/21	Lyophilisée	229,0 ± 8,0	15,16 ± 0,53	66	-21,62	101

Tableau 9-15. Activités du ¹⁴C des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Hors vents	Sous les vents
------------	----------------

Station	Nature	Date de prélèvement	Date de mesure	Analyses	%
Sillars	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	15/09/20	15/10/20	Granulométrie 5 fractions	
				Argile	31,07
				Limons fins	11,75
				Limons grossiers	10,51
				Sables fins	23,50
				Sables grossiers	23,16
Station AS1	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	15/09/20	15/10/20	Teneur en matières organiques	11,50
				Granulométrie 5 fractions	
				Argile	20,73
				Limons fins	9,51
				Limons grossiers	8,44
				Sables fins	12,71
				Sables grossiers	48,61
				Teneur en matières organiques	6,40

Tableau 9-16. Granulométrie et teneur en matières organiques des échantillons de sols prélevés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Tableau 9-17. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ et du ^3H libre dans les eaux prélevées dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : Bq.kg⁻¹ sec ; ^3H : Bq.L⁻¹).

Année de prélèvement	Distance par rapport au site	avril 2011	fév./mai 2012	avril 2013	avril 2014	avril 2015	mai 2016	juin 2017	mai/oct. 2018	juil. 2019	juil./sept. 2020
		5,9 km	5,9 km	5,9 km	5,9 km	5,9 km	5,9 km	5,9 km	5,9 et 10 km	2,7 à 10 km	5,9 et 10 km
Emetteurs γ d'origine artificielle	^{134}Cs	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	^{137}Cs	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	^{58}Co	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	^{60}Co	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	^{110m}Ag	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	^{54}Mn	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Emetteurs β											
^3H libre		-	-	-	0,90 (1/1)	-	-	-	53 (1/2)	36,1 (1/4)	-

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

Tableau 9-18. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ , du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les sédiments prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : Bq.kg^{-1} sec ; ^{14}C : Bq.kg^{-1} de C ; ^3H : Bq.L^{-1}).

Année de prélèvement	sept. 2011		juil. 2012		août 2013		août 2014		juin 2015		juil. 2016		sept. 2017		oct. 2018		août 2019		juil. 2020	
	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Emetteurs γ d'origine artificielle																				
^{137}Cs	-	3,3 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26 (1/2)	-	-	-	-	-
^{137}Cs	11 (1/1)	12-17 (2/2)	7,4 (1/1)	8,4-12 (2/2)	10 (1/1)	9,0-10 (2/2)	8,7-9,4 (2/2)	7,8 (1/1)	8,8-9,8 (2/2)	6,6 (1/1)	7,1-8,6 (2/2)	9,0-9,3 (2/2)	7,7 (1/1)	4,9 (1/1)	5,9-6,8 (2/2)	5,92 (1/1)	7,70- 8,23 (2/2)	6,21 (1/1)	5,25- 7,07 (2/2)	-
^{58}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{60}Co	-	-	-	0,30- 0,62 (2/2)	-	0,27- 0,42 (2/2)	4,1-8,0 (2/2)	-	1,0-1,1 (2/2)	0,41- 0,79 (2/2)	0,35- 1,0 (2/2)	-	-	-	-	-	0,44- 0,87 (2/2)	-	-	-
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	-	-	-	0,31 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{54}Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emetteurs β																				
^{14}C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	222,3 (1/1)	377,8 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.
^3H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
^3H organiquement lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	2,54 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.

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

Tableau 9-19. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les phanogames prélevées dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : Bq.kg^{-1} sec ; ^{14}C : Bq.kg^{-1} de C ; ^3H : Bq.L^{-1}).

Année de prélèvement	avril 2011		juil. 2012		juin 2013		août 2014		sept. 2015		juil. 2016		sept. 2017		oct. 2018		juin 2019		juil. 2020	
	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Emetteurs γ d'origine artificielle																				
^{134}Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{137}Cs	0,59 (1/1)	0,30- 0,37 (2/2)	0,42 (1/1)	0,18- 0,25 (2/2)	0,21 (1/1)	0,20- 0,39 (2/2)	0,33 (1/1)	0,26- 0,28 (2/2)	0,75 (1/1)	0,41- 0,55 (2/2)	0,37 (1/1)	0,13- 0,20 (2/2)	0,62 (1/1)	0,58- 0,97 (2/2)	0,45 (1/1)	0,20- 0,24 (2/2)	0,446 (1/1)	0,273- 0,353 (2/2)	0,340 (1/1)	0,141- 0,204 (2/2)
^{58}Co	-	-	-	0,082 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14 (1/2)	-	-	-	-
^{60}Co	-	-	-	0,43- 0,81 (2/2)	-	0,21 (1/2)	-	1,4-1,6 (2/2)	-	0,22- 0,33 (2/2)	-	-	-	0,16 (2/2)	-	0,11 (1/2)	-	-	-	-
^{110m}Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{54}Mn	-	-	-	-	-	-	-	0,14 (1/2)	-	0,10 (1/2)	-	-	-	-	-	0,090 (1/2)	-	-	-	-
^{131}I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	-	-
Emetteurs β																				
^{14}C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	206 (1/1)	524 (1/1)	222,0 (1/1)	1338,8 (1/1)	207,0 (1/1)	604,3 (1/1)
^3H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-	-	1,1 (1/1)	n.a.	n.a.	0,9 (1/1)	55 (1/1)	-	41,0 (1/1)	-	0,70 (1/1)
^3H organiquement lié	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	19 (1/1)	-	18,1 (1/1)	-	-

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

Tableau 9-20. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ et du ^3H libre dans les mousses aquatiques prélevées dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : Bq.kg⁻¹ sec ; ^3H : Bq.L⁻¹).

Année de prélèvement	sept. 2011		sept. 2012		sept. 2013		sept. 2014		sept. 2015		sept. 2016		sept. 2017		oct. 2018		juil. 2019		juil. 2020	
	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Emetteurs γ d'origine artificielle																				
	^{134}Cs																			
	-	0,25 (1/1)	-	-	-	-	-	0,37 (1/1)	-	-	-	0,23 (1/1)	-	-	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.
	^{137}Cs																			
	7,1 (1/1)	5,7 (1/1)	3,6 (1/1)	2,3 (1/1)	2,0 (1/1)	2,0 (1/1)	1,4 (1/1)	1,8 (1/1)	3,8 (1/1)	2,4 (1/1)	3,4 (1/1)	1,5 (1/1)	4,3 (1/1)	2,4 (1/1)	n.a.	1,86 (1/1)	2,02 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.
	^{58}Co																			
Emetteurs β																				
	^{60}Co																			
	-	0,79 (1/1)	-	0,35 (1/1)	-	0,27 (1/1)	-	5,4 (1/1)	-	1,1 (1/1)	-	0,32 (1/1)	-	0,60 (1/1)	n.a.	0,256 (1/1)	-	n.a.	n.a.	n.a.
	^{110m}Ag																			
	-	0,59 (1/1)	-	-	-	-	-	0,79 (1/1)	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	n.a.	n.a.	n.a.
	^{54}Mn																			
^3H organiquement lié	-	1,2 (1/1)	-	1,9 (1/1)	-	0,21 (1/1)	-	1,8 (1/1)	-	-	-	0,52 (1/1)	-	-	n.a.	0,100 (1/1)	-	n.a.	n.a.	n.a.
	-	-	-	-	-	-	2,2 (1/1)	2,8 (1/1)	-	2,1 (1/1)	-	-	-	-	1,9 (1/1)	-	-	2,5 (1/1)	-	-
^3H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

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

Tableau 9-21. Activités des principaux radionucléides émetteurs γ , du ^{14}C , du ^3H libre et du ^3H organiquement lié dans les poissons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux de 2011 à 2020 (spectrométrie γ : Bq.kg $^{-1}$ frais ; ^{14}C : Bq.kg $^{-1}$ de carbone ; ^3H : Bq.L $^{-1}$).

Année de prélèvement	oct. 2011		juin 2012		sept. 2013		sept. 2014		sept. 2015		sept. 2016		sept. 2017		sept. 2018		nov. 2019		oct. 2020	
	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Emetteurs γ d'origine artificielle	^{134}Cs																			
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,26 (1/1)	0,27 (1/1)	0,23 (1/1)	0,31 (1/1)	0,30 (1/1)	0,10 (1/1)	0,18 (1/1)	0,15 (1/1)	0,13 (1/1)	0,20 (1/1)	0,16 (1/1)	0,14 (1/1)	0,17 (1/1)	0,16 (1/1)	0,11 (1/1)	0,15 (1/1)	0,121 (1/1)	0,238 (1/1)	0,133 (1/1)	0,143 (1/1)
	^{59}Co																			
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emetteurs β	^{14}C																			
	-	-	252 (1/1)	1543 (1/1)	291 (1/1)	647 (1/1)	234 (1/1)	1690 (1/1)	241 (1/1)	1091 (1/1)	227 (1/1)	2017 (1/1)	236 (1/1)	1750 (1/1)	238 (1/1)	1557 (1/1)	230,0 (1/1)	1710 (1/1)	231,3 (1/1)	1392,7 (1/1)
	-	0,96 (1/1)	1,1 (1/1)	3,1 (1/1)	0,64 (1/1)	-	-	28 (1/1)	-	-	-	40 (1/1)	0,8 (1/1)	0,9 (1/1)	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	^3H libre																			
	-	-	-	12 (1/1)	1,4 (1/1)	12 (1/1)	0,93 (1/1)	18 (1/1)	1,3 (1/1)	9,6 (1/1)	1,2 (1/1)	17 (1/1)	4,4 (1/1)	10 (1/1)	-	5,6 (1/1)	-	10,6 (1/1)	-	9,3 (1/1)
	^3H organiquement lié																			

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

Tableau 9-22. Activités des radionucléides émetteurs γ d'origine naturelle des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Station	Nature	Espace	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Emetteurs γ d'origine naturelle					
							^{40}K	Activité Bq.kg^{-1} sec (sédiments, végétaux), Bq.kg^{-1} frais (poissons)		Familie de ^{238}U		
								^{232}Th	^{234}Th	$^{234\text{m}}\text{Pa}$	^{210}Pb	^{7}Be
Monas Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	22/07/20	22/02/21	Sec	578 $\pm$ 83	62,5 $\pm$ 8,1	n.a.	106 $\pm$ 28	n.a.	61 $\pm$ 13
St-Martin-la-Rivière Rive droite	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	23/07/20	01/03/21	Sec	554 $\pm$ 79	58,0 $\pm$ 7,5	n.a.	87 $\pm$ 27	n.a.	37 $\pm$ 12
Vieilles Ecluses Rive droite	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	23/07/20	01/03/21	Sec	527 $\pm$ 76	62,5 $\pm$ 8,1	n.a.	105 $\pm$ 28	n.a.	52 $\pm$ 14
Monas Rive gauche	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatilis</i>	Entier	22/07/20	04/08/20	Cendres	840 $\pm$ 120	55,6 $\pm$ 7,2	6,7 $\pm$ 1,3	n.a.	5,4 $\pm$ 1,3	8,04 $\pm$ 0,99
St-Martin-la-Rivière Rive droite	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatilis</i>	Entier	23/07/20	23/07/20	Cendres	830 $\pm$ 120	21,9 $\pm$ 2,8	4,7 $\pm$ 2,3	n.a.	2,6 $\pm$ 1,5	4,19 $\pm$ 0,53
Vieilles Ecluses Rive droite	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatilis</i>	Entier	23/07/20	23/07/20	Cendres	930 $\pm$ 130	17,9 $\pm$ 2,3	5,8 $\pm$ 1,4	n.a.	6,6 $\pm$ 1,7	7,08 $\pm$ 0,84
Le Port Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	13/10/20	18/01/21	Cendres	102 $\pm$ 15	< 0,064	< 0,14	n.a.	< 0,21	< 0,35
Salles-en-Toulon (Ile des Dessous) Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	13/10/20	25/01/21	Cendres	113 $\pm$ 16	< 0,066	< 0,15	n.a.	< 0,22	< 0,40

« n.a. » : non analysé. Les activités sont présentées $\pm$ l'incertitude ou <SD.

Tableau 9-23. Activités des radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Emetteurs γ d'origine artificielle						
							Activité Bq.kg ⁻¹ sec (sédiments, végétaux), Bq.kg ⁻¹ frais (poissons)						
							¹³⁷ Cs	⁹⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	¹³¹ I
Monas Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	22/07/20	22/02/21	Sec	< 0,32	< 0,22	< 1,5	< 0,22	< 0,51	< 0,40	n.a.
St-Martin-la-Rivière Rive droite	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	23/07/20	01/03/21	Sec	< 0,32	< 0,23	< 1,6	< 0,23	< 0,50	< 0,41	n.a.
Vieilles Ecluses Rive droite	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	23/07/20	01/03/21	Sec	< 0,28	< 0,24	< 1,6	< 0,24	< 0,48	< 0,37	n.a.
Monas Rive gauche	Planétogame immergée	Renoncule <i>Renunculus aquatilis</i>	Entier	22/07/20	04/08/20	Cendres	< 0,073	< 0,074	< 0,074	< 0,077	< 0,085	< 0,092	n.a.
St-Martin-la-Rivière Rive droite	Planétogame immergée	Renoncule <i>Renunculus aquatilis</i>	Entier	23/07/20	23/07/20	Cendres	< 0,045	< 0,063	< 0,063	< 0,054	< 0,048	< 0,066	n.a.
Vieilles Ecluses Rive droite	Planétogame immergée	Renoncule <i>Renunculus aquatilis</i>	Entier	23/07/20	23/07/20	Cendres	< 0,045	< 0,057	< 0,057	< 0,053	< 0,055	< 0,064	n.a.
Chapelle St-Syvain Gut de la Biche	Mousse aquatique	Mousse <i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	Entier	21/07/20	23/07/20	Frais	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	2,5 ± 2,4
Vieilles Ecluses Au milieu du saut	Mousse aquatique	Mousse <i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	Entier	21/07/20	23/07/20	Frais	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	< 2,3
Le Port Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	13/10/20	18/01/21	Cendres	< 0,017	< 0,038	< 0,038	< 0,021	< 0,025	< 0,19	n.a.
Salles-en-Toulon (Ile des Dessous) Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	13/10/20	25/01/21	Cendres	< 0,019	< 0,042	< 0,042	< 0,022	< 0,027	< 0,020	n.a.

« n.a. » : non analysé. Les activités sont présentées $\pm$ l'incertitude ou <SD

Amont		Aval lointain						¹²⁷ I
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	mg.kg ⁻¹ frais	
Chapelle St-Sylvain Gué de la Biche	Mousse aquatique	Mousse <i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	Entier	21/07/20	26/02/21	Lyophilisée	< 5,0	
Vieilles Ecluses Au milieu du seuil	Mousse aquatique	Mousse <i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	Entier	21/07/20	26/02/21	Lyophilisée	< 4,8	

Tableau 9-24. Teneurs en iode stable dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Amont		Aval							³ H libre
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.L ⁻¹	Bq.kg ⁻¹ frais	
Monas Rive gauche	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatica</i>	Entier	22/07/20	18/08/20	Eau de lyophilisation	< 0,58	< 0,52	
St-Martin-la-Rivière Rive droite	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatica</i>	Entier	23/07/20	29/08/20	Eau de lyophilisation	0,70 ± 0,58	0,62 ± 0,51	
St-Martin-la-Rivière	Eau	Eau de boisson	Entier	14/09/20	27/09/20	Entier	< 0,69	-	
Chauvigny	Eau	Eau d'irrigation	Entier	23/07/20	29/09/20	Entier	< 0,71	-	

Les activités sont présentées ± l'incertitude ou <SD.

Tableau 9-25. Activités du tritium libre dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Amont		Aval							
							³ H organiquement lié		
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion	Bq.kg ⁻¹ frais	Bq.kg ⁻¹ MO
Monas Rive gauche	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatica</i>	Entier	22/07/20	10/02/21	Eau de combustion	< 0,60	< 0,028	< 0,32
St-Martin-la-Rivière Rive droite	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatica</i>	Entier	23/07/20	30/10/20	Eau de combustion	< 0,67	< 0,033	< 0,34
Le Pont Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	13/10/20	02/03/21	Eau de combustion	< 0,64	< 0,11	< 0,47
Salles-en-Toulon (île des Dessous) Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	13/10/20	27/02/21	Eau de combustion	9,3 ± 1,4	1,50 ± 0,28	6,8 ± 1,3

Les activités sont présentées ± l'incertitude ou <SD.

Tableau 9-26. Activités du tritium organiquement lié dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Amont		Aval									
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	¹⁴ C		C tot	¹³ C/ ¹² C	PMC
							Bq.kg ⁻¹ de C	Bq.kg ⁻¹ frais	g.kg ⁻¹ frais	‰	‰
Monas Rive gauche	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatica</i>	Entier	22/07/20	24/03/21	Lyophilisée	207,0 ± 1,2	8,643 ± 0,050	42	-24,00	91
St-Martin-la-Rivière Rive droite	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatica</i>	Entier	23/07/20	24/03/21	Lyophilisée	604,3 ± 2,8	27,68 ± 0,13	46	-26,08	268
Le Pont Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	13/10/20	30/07/21	Lyophilisée	231,3 ± 1,5	31,01 ± 0,20	134	-25,62	102
Salles-en-Toulon (île des Dessous) Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	13/10/20	30/07/21	Lyophilisée	1392,7 ± 6,2	165,55 ± 0,74	119	-24,48	616

Tableau 9-27. Activités du ¹⁴C dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Amont		Aval lointain						⁶³ Ni
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité		Bq.kg ⁻¹ sec
Chapelle St-Sylvain Gué de la Biche	Mousse aquatique	Mousse <i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	Entier	21/07/20	04/03/21	Eau de lyophilisation		< 1,5
Vieilles Ecluses Au milieu du seuil	Mousse aquatique	Mousse <i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	Entier	21/07/20	05/03/21	Eau de lyophilisation		< 1,2

Les activités sont présentées ± l'incertitude ou <SD.

Tableau 9-28. Activités du ⁶³Ni dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Amont		Aval lointain						⁵⁵ Fe
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité		Bq.kg ⁻¹ sec
Chapelle St-Sylvain Gué de la Biche	Mousse aquatique	Mousse <i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	Entier	21/07/20	22/03/21	Eau de lyophilisation		< 3,3
Vieilles Ecluses Au milieu du seuil	Mousse aquatique	Mousse <i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	Entier	21/07/20	24/03/21	Eau de lyophilisation		< 1,7

Les activités sont présentées ± l'incertitude ou <SD.

Tableau 9-29. Activités du ⁵⁵Fe dans les échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Amont	Aval	Aval lointain
-------	------	---------------

Station	Nature	Date de prélèvement	Date de mesure	Analyses	%
Monas Rive gauche	Sédiment	22/07/20	15/10/20	Granulométrie 5 fractions	
				Argile	18,76
				Limons fins	14,69
				Limons grossiers	18,19
				Sables fins	38,19
				Sables grossiers	10,17
Teneur en matières organiques				11,30	
St-Martin-la-Rivière Rive droite	Sédiment	23/07/20	15/10/20	Granulométrie 5 fractions	
				Argile	17,88
				Limons fins	18,47
				Limons grossiers	17,64
				Sables fins	31,94
				Sables grossiers	14,06
Teneur en matières organiques				15,90	
Vieilles Ecluses Rive droite	Sédiment	23/07/20	15/10/20	Granulométrie 5 fractions	
				Argile	22,61
				Limons fins	22,85
				Limons grossiers	22,25
				Sables fins	28,90
				Sables grossiers	3,39
Teneur en matières organiques				17,20	

Tableau 9-30. Granulométrie et teneur en matières organiques des échantillons de sédiments prélevés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Civaux lors du suivi radioécologique de 2020.

Bibliographie

- [1] Electricité de France. Site internet : <https://www.edf.fr/centrale-nucleaire-civaux>.
- [2] EDF. Dossier de presse. La centrale nucléaire de Civaux, une production au cœur de la région Poitou-Charentes. Avril 2012.
- [3] IRSN. Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2015 à 2017. Rapport de mission 2018, 353 p., 2018.
- [4] IRSN. Analyse de l'impact de l'accident de Fukushima en France (métropole et DROM-COM) à partir des résultats de la surveillance renforcée de la radioactivité de l'environnement. Rapport DEI/2011-01. Février 2012.
- [5] IRSN. Actualisation des connaissances acquises sur le tritium dans l'environnement. Rapport IRSN/PRP-ENV/SERIS/2017-00004, 74 p., 2017.
- [6] Centre de Datation par le RadioCarbone. Site internet : <http://carbon14.univ-lyon1.fr>.