

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

# CIVAUX

**2019**

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

# SOMMAIRE

<b>Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité</b>	<b>4</b>
<b>de CIVAUX en 2019</b>	<b>4</b>
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 évènements significatifs pour l'environnement	7
<b>Partie II - Prélèvements d'eau</b>	<b>9</b>
I. Prélèvements d'eau de la VIENNE	10
II. Prélèvements d'eau potable	11
<b>Partie III - Consommation et restitution d'eau</b>	<b>12</b>
I. Consommation d'eau	12
II. Restitution d'eau	12
<b>Partie IV - Rejets d'effluents</b>	<b>13</b>
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	14
II. Rejets d'effluents liquides	20
III. Rejets thermiques	31
<b>Partie V - Prévention du risque microbiologique</b>	<b>33</b>
IV. Bilan annuel des colonisations en circuit	33
V. Synthèse des traitements biocides et rejets associés	34
<b>Partie VI - Surveillance de l'environnement</b>	<b>36</b>
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	36
II. Physico-chimie des eaux souterraines	43
III. Chimie et physico-chimie des eaux réceptrices	43
IV. Physico-chimie et suivi hydrobiologique des eaux réceptrices	44
V. Acoustique environnementale	54

**Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation**  
**56**

**Partie VIII - Gestion des déchets** \_\_\_\_\_ **59**

VI. Les déchets radioactifs \_\_\_\_\_ 59

VII. Les déchets non radioactifs \_\_\_\_\_ 63

**Annexe 1 : suivi microbiologique 2019** \_\_\_\_\_ **65**

**Annexe 2 : rapport annuel radioécologique 2018** \_\_\_\_\_ **69**

I. Contexte environnemental d'implantation du C.N.P.E. \_\_\_\_\_ 69

II. Etat radiologique de l'environnement terrestre \_\_\_\_\_ 70

III. 9.3. Etat radiologique de l'environnement aquatique \_\_\_\_\_ 74

IV. Conclusion de l'état radiologique de l'environnement du C.N.P.E. de Civaux \_ 78

**Annexe 3 : suivi du peuplement piscicole de la Vienne 2019** \_\_\_\_\_ **79**

**ABREVIATIONS** \_\_\_\_\_ **81**

# Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de CIVAUX en 2019

## 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 2019 du CNPE de CIVAUX en matière d'environnement.

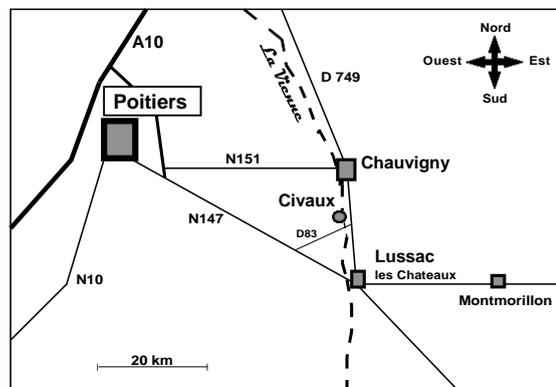
## II. Le CNPE de CIVAUX

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

Cycle de production	Type d'arrêt
Du 31/10/2014 au 12/03/2016, cycle 14	Du 12/03/2016 au 12/05/2016, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 12/05/2016 au 20/05/2017, cycle 15	Du 20/05/2017 au 03/09/2017, 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.
Le 02/11/2018, début du cycle 17	

### 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.

Cycle de production	Type d'arrêt
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 25/04/2014 au 22/07/2015, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 22/07/2015 au 10/09/2016, cycle 14	Du 10/09/2016 au 26/01/2017, arrêt pour Simple Rechargement.
Du 27/01/2017 au 17/03/2018, cycle 15	Du 17/03/2018 au 30/06/2018, arrêt pour Visite Partielle.
Du 30/06/2018 au 19/07/2019, cycle 16	Du 19/07/2019 au 05/09/2019, arrêt pour simple rechargement.
Le 05/09/2019, début du cycle 17	

### 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 2019, 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 du 31/10/2014 n°DGS/EA/DGPR/2014/307.

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

En mars 2019, le CNPE de CIVAUX a renouvelé sa certification ISO 14001. L'obtention de la norme ISO 14001 est une reconnaissance internationale de la prise en compte de l'environnement dans l'ensemble des activités de l'entreprise. Elle est l'assurance d'une démarche d'amélioration continue et de la mise en place d'une organisation spécifique au domaine de l'environnement.

La protection de l'environnement, sur le terrain comme en laboratoire, a toujours été une priorité pour les CNPE d'EDF. Comme pour tous les sites industriels, les exigences environnementales fixées par le CNPE de 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.

### 3. 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 2019.

Typologie	Date	Évènement	Impact sur l'environnement	Principales actions correctives
ESE 2	22/01/2019	Rejet anticipé du réservoir OTRI après chloration par les voies normales de rejet	Dépassement d'une limite réglementaire de rejet en AOX et THM	Renforcement du plan qualité du service en charge de l'exploitation de l'aéroréfrigérant TRI
ESE 9	25/09/2019	Non-respect de la périodicité de contrôle de groupes froid tertiaires	Emission de gaz à effet de serre	Création d'un ordre de travail de maintenance préventive dans la GMAO SAMFM
ESE 2	04/11/2019	Fuite de fyrquel collectée par la rétention de la salle des machines Tr2	Aucun, le produit n'a pas atteint l'environnement	Inspection des équipements similaires pour éviter une nouvelle fuite.
ESE 6	03/12/2019	Déclaration du cumul annuel des pertes de fluides frigorigènes	Emission de gaz à effet de serre	Remplacement préventif d'un type de vanne tous les 5 ans Réalisation d'un programme pluriannuel de remplacement des groupes froids fuyards

### 4. Bilan des incidents de fonctionnement

Le CNPE de CIVAUX n'a pas eu, durant l'année 2019, 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,
- alimenter les circuits de lutte contre les incendies,
- alimenter les installations sanitaires et les équipements de restauration des salariés.

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 m<sup>3</sup> par seconde par tranche.

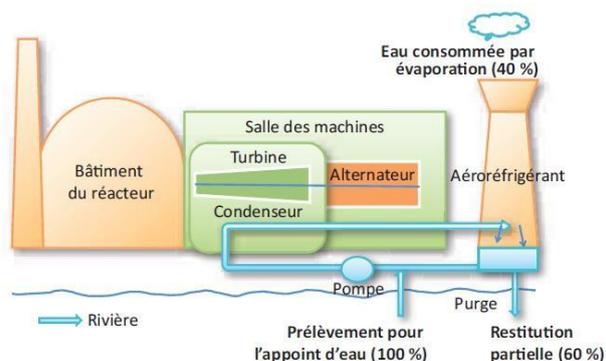


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement fermé (Source : EDF)

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, soit respectivement un besoin d'environ 6 litres d'eau prélevés pour produire 1 kWh.

Que le CNPE soit en fonctionnement ou à l'arrêt, la 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 du 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

### 1. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement dans le milieu naturel de l'année 2019.

Eau de Vienne	Prélèvement d'eau (en millions de m <sup>3</sup> )	Eau de Vienne	Prélèvement d'eau (en millions de m <sup>3</sup> )
Janvier	10,45	Juillet	8,61
Février	9,28	Août	7,37
Mars	9,94	Septembre	9,50
Avril	9,58	Octobre	10,37
Mai	10,35	Novembre	10,09
Juin	9,66	Décembre	10,14
		<b>TOTAL annuel</b>	115,35

Ce volume est porté à 115,39 millions de m<sup>3</sup> en 2019 en considérant les essais périodiques des pompes incendies.

### Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2019

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2017 à 2019 avec la valeur du prévisionnel 2019.

Année	Milieu	Volume	Unité
2017	Eau de Vienne	103 536 937	En m <sup>3</sup>
2018		104 042 213	
2019		115 349 040	
Prévisionnel 2019		114 000 000	

**Commentaires :** Le volume annuel d'eau prélevé est conforme au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2019, compte tenu du temps effectif de fonctionnement des tranches.

### 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 <sup>3</sup> / s	3,88	3,66
Volume journalier	432 000	m <sup>3</sup>	335 280	316 025
Volume annuel	120 000 000	m <sup>3</sup>	115 349 040	/

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

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

Un curage de la prise d'eau en Vienne a été réalisé en 2019. L'opération a générée 15.2 Tonnes de boue qui ont été évacuées vers la filière adaptée.

### 3. 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 2019.

## II. Prélèvements d'eau potable

### 1. Cumul annuel et comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2019.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2017 à 2019 avec la valeur du prévisionnel 2019.

Année	Milieu	Volume	Unité
2017	Eau potable	34 011	En m <sup>3</sup>
2018		47 610	
2019		63 400	
Prévisionnel 2019		50 000	

**Commentaires :** Le volume annuel d'eau prélevé dépasse le volume prévisionnel de l'année 2019 suite à une importante fuite souterraine à l'origine de cette surconsommation.

### Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de prélèvements en eau potable

L'année 2019 n'a pas été concernée par des actions de maintenance fortuite et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

## Partie III - Consommation et restitution d'eau

### I. Consommation d'eau

#### 1. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel de consommation d'eau de l'année 2019.

	Consommation d'eau (en millions de m <sup>3</sup> )		Consommation d'eau (en millions de m <sup>3</sup> )
Janvier	4,18	Juillet	4,32
Février	3,77	Août	2,35
Mars	4,01	Septembre	3,97
Avril	3,74	Octobre	4,68
Mai	4,60	Novembre	4,22
Juin	4,59	Décembre	3,93
		<b>TOTAL annuel</b>	<b>48,36</b>

#### Comparaison aux valeurs limites

##### Limites d'évaporation :

Limite de la Fraction évaporée (m <sup>3</sup> /s)	Valeur maximale Fraction évaporée (m <sup>3</sup> /s)	Valeur moyenne Fraction évaporée (m <sup>3</sup> /s)
1,7	1,57	1,52

**Commentaires :** La valeur maximale d'évaporation est inférieure à la limite autorisée.

### II. Restitution d'eau

La restitution d'eau dans le milieu correspond à la différence entre la quantité d'eau prélevée et la consommation. La restitution d'eau du CNPE de CIVAUX pour l'année 2019 est présentée dans le tableau ci-dessous.

	Restitution d'eau (en millions de m <sup>3</sup> )		Restitution d'eau (en millions de m <sup>3</sup> )
Janvier	6,28	Juillet	4,30
Février	5,51	Août	5,03
Mars	5,93	Septembre	5,53
Avril	5,85	Octobre	5,69
Mai	5,76	Novembre	5,88
Juin	5,07	Décembre	6,22
		<b>TOTAL annuel</b>	<b>67,05</b>
		<b>Pourcentage de restitution d'eau par rapport au prélèvement</b>	<b>58,10 %</b>

## 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 radioactifs à l'atmosphère

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  $\beta$  ou  $\gamma$ , correspondent principalement au césium et au cobalt.

### Règles spécifiques de comptabilisation

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

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

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

### Spectre de référence des rejets radioactifs à l'atmosphère

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

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

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

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

### Cumul mensuel

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

<sup>1</sup> D'après le Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de l'IRSN : « Le seuil de décision est la valeur minimale que doit avoir la mesure d'un échantillon pour que le 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. »

	Volumes rejetés (m <sup>3</sup> )	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq) (prélèvements trimestriel)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	2,98E+08	1,01E+02	1,36E+02	3,393+01	5,77E-04	1,17E-04
Février	2,68E+08	3,10E+01	1,15E+02		1,34E-03	1,24E-04
Mars	2,96E+08	2,29E+01	1,13E+02		1,27E-03	1,13E-04
Avril	2,85E+08	3,28E+01	9,22E+01	5,678+01	8,43E-04	1,10E-04
Mai	2,94E+08	2,62E+01	9,05E+01		6,72E-04	1,07E-04
Juin	2,80E+08	3,50E+01	9,35E+01		4,24E-04	1,07E-04
Juillet	3,04E+08	3,09E+01	1,17E+02	7,192+01	7,81E-03	1,09E-04
Août	3,16E+08	4,96E+01	1,43E+02		6,25E-04	1,31E-04
Septembre	2,89E+08	4,67E+01	1,10E+02		4,33E-04	1,11E-04
Octobre	2,93E+08	4,26E+01	1,30E+02	7,613+01	4,81E-04	1,08E-04
Novembre	2,88E+08	2,83E+01	1,38E+02		5,93E-04	1,06E-04
Décembre	3,06E+08	3,07E+01	1,10E+02		5,20E-04	1,13E-04
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>3,52E+09</b>	<b>4,78E+02</b>	<b>1,39E+03</b>	<b>2,39E+02</b>	<b>1,56E-02</b>	<b>1,36E-03</b>

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

Il a été vérifié que les rejets au niveau des cheminées annexes ne présentent pas d'activité volumique bêta globale d'origine artificielle supérieure à 0.001Bq/m<sup>3</sup>.

### Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2019 :

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2017	1,07E+03	1,58E+03	2,62E+02	5,69E-02	2,31E-03
2018	1,89E+03	1,37E+03	2,18E+02	7,65E-02	1,95E-03
2019	<b>4,78E+02</b>	<b>1,39E+03</b>	<b>2,39E+02</b>	<b>1,56E-02</b>	<b>1,36E-03</b>
Prévisionnel 2019	1,20E+03	1,50E+03	2,00E+02	4,00E-02	5,00E-03

**Commentaires :** Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2019. L'hypothèse d'une inétanchéité combustible a été retenue pour l'établissement du prévisionnel ; or, aucun assemblage n'a présenté d'inétanchéité, expliquant des rejets en deçà du prévisionnel en 2019.

## Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-après permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 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 Électricité de France (EDF-SA) sur la commune de Civaux.

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet	
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,50E+04	1,01E+02	1,01E+02
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+07	8,02E+05	6,94E+05
		Débit moyen journalier (Bq/jour)	\	6,929E+10	5,992E+10
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+07	6,72E+05	5,97E+05
Débit moyen journalier (Bq/jour)			5,81E+10	5,16E+10	
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	\	5,806E+10	5,16E+10
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,40E+03	7,61E+01	5,97E+01
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+03	1,43E+02	1,16E+02
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+06	3,36E+04	2,42E+04
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	5,00E+06	6,48E+04	1,98E+04
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	8,00E-01	7,81E-03	1,30E-03
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	9,12E-01	1,37E-01
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	5,00E+02	8,62E+00	3,04E-01
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	1,00E-01	1,31E-04	1,13E-04
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02	3,08E-02	2,35E-02

**Commentaires :** Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets 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 2019.

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

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 en tritium d'effluents radioactifs à l'atmosphère est donnée dans le tableau suivant.

	Activité Tritium (Bq)	
	Rejets de vapeur du circuit secondaire	Rejets au niveau des événements des réservoirs d'entreposage des effluents liquides Ex, T et S ainsi que des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines
Janvier	0,00E+00	1,17E+08
Février	0,00E+00	1,62E+08
Mars	5,12E+08	1,63E+08
Avril	2,32E+08	1,03E+08
Mai	3,20E+08	1,06E+08
Juin	4,40E+09	1,02E+08
Juillet	1,92E+08	1,81E+07
Août	4,96E+08	1,14E+08
Septembre	0,00E+00	2,21E+07
Octobre	3,36E+08	5,49E+07
Novembre	4,00E+08	2,07E+08
Décembre	0,00E+00	1,32E+08
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>6,89E+09</b>	<b>1,30E+09</b>

## 2. Rejets diffus d'effluents non radioactifs à l'atmosphère

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

- Le lessivage chimique des générateurs de vapeur : l'encrassement des générateurs de vapeur peut nécessiter un lessivage chimique à l'origine de rejets chimiques à l'atmosphère (ammoniac...) qui nécessitent une autorisation administrative ; ces rejets sont, soit mesurés, soit estimés par calcul en fonction des quantités de produits chimiques utilisés.
- Les émissions des groupes électrogènes de secours : les groupes électrogènes de secours composés de moteurs diesel, les Turbines à Combustion (TAC) et les Diesels d'Ultime Secours (DUS) fonctionnant au gasoil sont destinés uniquement à alimenter des systèmes de sécurité et/ou à prendre le relais de l'alimentation électrique principale en cas de défaillance de celle-ci. Ils ont donc un rôle majeur en termes de sûreté nucléaire. Les émissions des gaz de combustion (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>) de ces matériels de petites puissances sont faibles sachant qu'ils ne fonctionnent que peu de temps (moins de 50 h/an par diesel) lors des essais périodiques ou d'incidents.

- Les émissions de fluides frigorigènes. En effet, un CNPE est équipée de groupes frigorifiques pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs. Ces matériels utilisent des produits pouvant accroître l'effet de serre. Le fonctionnement des matériels et les opérations de maintenance conduisent à des émissions de fluides frigorigène. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.
- Les opérations de maintenance effectuées dans les bâtiments réacteur des CNPE : Lors de ces opérations, une quantité plus ou moins importante de calorifuges est changée par des produits neufs. Pendant les phases de montée en température correspondant à la remise en service des installations, certains types de calorifuges émettent, par dégradation thermique, des vapeurs formolées dans l'enceinte, qui peuvent être à l'origine de rejets de monoxyde de carbone.
- Le conditionnement de circuit à l'arrêt : à l'occasion des arrêts de tranche pour une durée supérieure à une semaine, la conservation humide des générateurs de vapeur permet de s'affranchir du risque de corrosion des matériaux constitutifs et de disposer d'une barrière biologique (écran d'eau) pour réaliser des travaux environnants. Les générateurs de vapeur sont alors remplis avec de l'eau déminéralisée conditionnée à l'hydrazine et additionnée avec de l'ammoniaque dans des proportions définies dans les spécifications chimiques de conservation à l'arrêt.

### 1. 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 217.8 heures, des turbines à combustion (1 TAC pour le site) ayant fonctionné pendant 26.4 heures et diesels d'ultime secours (1 DUS par Tranche) ayant fonctionné pendant 424 heures ,au total sur les 2 tranches pour 2019 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	TAC DUS	TOTAL
SOx	kg	1,2	6,4	7,6
NOx	kg	172,5	923,2	1095,7

### 2. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2019, l'ensemble des calorifuges remplacés dans les enceintes des bâtiments réacteurs ne contenaient pas de formaldéhydes.

Il n'y a donc pas de concentrations ajoutées dans l'atmosphère occasionnées par l'utilisation de ce type de matériaux.

### 3. 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	104,13
Ethanolamine		61,69
Morpholine		13,20

#### 4. 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	Unité	TOTAL
Chloro-fluoro-carbone (CFC)	Kg	0
Hydrogéo-chloro-fluor-carbone (HCFC)		0
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)		947,7
Hexafluorure de soufre (SF6)		0

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

L'année 2019 n'a pas été concernée par des actions de maintenance fortuites et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

#### 4. 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 2019.

## II. Rejets d'effluents liquides

### 1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

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

- Les effluents provenant du circuit primaire dits « effluents primaires hydrogénés » contiennent des gaz de fission (xénon, iode, césium, ...) et des produits d'activation (cobalt, manganèse, tritium, carbone 14...) et de fission. Ces effluents sont essentiellement produits en phase d'exploitation du fait des mouvements d'eau primaire effectués lors des variations de puissance ou de l'ajustement des paramètres chimiques de l'eau du réacteur...).
- Les effluents issus des circuits auxiliaires dits « effluents usés » constituent le reste des effluents. Ils résultent principalement des opérations de maintenance nécessitant des vidanges de circuit (filtres, déminéraliseurs, échangeurs...), des opérations d'évacuation du combustible usé et de conditionnement des résines usées, des actions de maintien de la propreté des installations (lavage du sol et du linge).

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

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

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

- par filtration et déminéralisation (résines échangeuses d'ions) permettant de retenir l'essentiel de la radioactivité,
- sur chaîne d'évaporation, permettant d'obtenir d'une part un distillat épuré chimiquement et d'activité faible, et d'autre part un 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.

## 1. Règles spécifiques de comptabilisation

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

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

### 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).

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

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

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

### Cumul mensuel

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

	Volumes rejetés (m <sup>3</sup> )	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	6999	6,48E+03	1,92E+00	2,49E-04	5,09E-02
Février	6369	9,39E+03	2,39E+00	2,01E-04	1,22E-02
Mars	8351	9,72E+03	4,90E+00	2,13E-04	1,76E-02
Avril	7355	5,17E+03	2,72E+00	1,94E-04	1,29E-02
Mai	7927	5,22E+03	2,39E+00	1,95E-04	9,82E-03
Juin	7992	5,19E+03	2,14E+00	2,44E-04	1,48E-02
Juillet	13812	3,47E+00	1,38E-03	7,00E-07	7,94E-05
Août	17992	1,75E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Septembre	14215	7,38E+02	2,20E-01	1,98E-04	1,17E-02
Octobre	8809	9,67E+02	3,79E-01	1,27E-04	4,18E-03
Novembre	11269	1,69E+04	5,75E+00	5,81E-04	2,11E-02
Décembre	9223	1,03E+04	2,45E+00	2,88E-04	5,11E-03
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>120313</b>	<b>7,00E+04</b>	<b>2,53E+01</b>	<b>2,49E-03</b>	<b>1,60E-01</b>

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

**Commentaires :** Quatre réservoirs Ex (SEK) ont été rejetés avec une activité volumique en tritium supérieure à 400 Bq/L (tout en restant inférieurs à 4 000 Bq/L). Ces concentrations font suite à un dysfonctionnement d'un échangeur. Après réparation, l'ensemble des réservoirs Ex suivants présentent une activité volumique en tritium inférieur à 400 Bq/L.

Ces réservoirs ont fait l'objet d'une prise en compte de l'activité en tritium pour l'élaboration des conditions de rejets

### Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2019 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2019

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes (MBq)	Autres PA et PF (MBq)
2017	5,13E+04	1,87E+01	3,23E+00	1,61E+02
2018	6,99E+04	3,13E+01	3,53E+00	3,23E+02
2019	<b>7,00E+04</b>	<b>2,53E+01</b>	<b>2,49E+00</b>	<b>1,60E+02</b>
Prévisionnel 2019	7,00E+04	3,50E+01	5,00E+00	3,00E+02

**Commentaires :** Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2019. L'hypothèse d'une inétanchéité combustible a été retenue pour l'établissement du prévisionnel ; or, aucuns assemblages n'a présenté d'inétanchéité, expliquant des rejets liquides en deçà du prévisionnel en 2019.

### Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision n°2009-DC-0138 modifié.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet	
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale (GBq)	Valeur moyenne (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	9,00E+04	1,69E+04	5,83E+03
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,90E+02	5,75E+00	2,11E+00
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E-01	5,81E-04	2,08E-04
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	5,00E+00	5,09E-02	1,34E-02

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

### Surveillance des eaux réceptrices

Des échantillonnages d'eau de Vienne sont réalisés lors de chaque rejet d'effluents liquides radioactifs (à mi-rejet). Des échantillonnages 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 2019 sont donnés dans le tableau suivant (valeurs moyennes et maximales).

Paramètre analysé	Unité	Activité volumique horaire à mi-rejet			Activité volumique : moyenne journalière hors période de rejet			Activité volumique : moyenne journalière en période de rejet			
		Valeur moyenne mesurée en 2019	Valeur maximale mesurée en 2019	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2019	Valeur maximale mesurée en 2019	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2019	Valeur maximale mesurée en 2019	Limite réglementaire	
Eau filtrée	Activité bêta globale	Bq/L	0,16	0,40	2	-	-	-	-	-	-
	Tritium	Bq/L	46,1	73,1	280	<4,897	<5,96	100	46,0	73,1	140
	Potassium	mg/L	2,72	4,10	-	-	-	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	Bq/L	0,069	0,105	-	-	-	-	-	-	-

**Commentaires :** Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 2019 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.

### 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 antioxydant. Il permet d'éliminer l'oxygène dissous dans le mélange eau-vapeur, et ainsi maintenir là aussi un pH de moindre corrosion du circuit secondaire,
- la morpholine ( $C_4H_9NO$ ), l'éthanolamine ( $C_2H_7NO$ ) et l'ammoniaque ( $NH_4OH$ ) sont des amines volatiles qui peuvent être employées, seules ou en combinaison, pour maintenir le bon pH dans le circuit secondaire. Elles complètent l'action de l'hydrazine.

Le mode de conditionnement du circuit secondaire a évolué avec les années pour tenir compte du retour d'expérience interne et étranger. L'éthanolamine ( $C_2H_7NO$ ), utilisée sur quelques CNPE, constitue une alternative intéressante à la morpholine, en particulier pour la protection des pièces internes des générateurs de vapeur et des purges des sècheurs-surchauffeurs de la turbine,

- le phosphate trisodique ( $Na_3PO_4$ ) : comme l'hydrazine, le phosphate est utilisé pour le conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires,
- les détergents : ces produits sont régulièrement utilisés pour le nettoyage des locaux industriels ; qu'ils soient en ou hors zone contrôlée. Ils sont également utilisés à la laverie du CNPE pour le nettoyage des tenues d'intervention.

Par ailleurs, l'abrasion et la corrosion naturelles des tubes en laiton des condenseurs 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 également réglementés au niveau des émissaires de rejet.

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

## 2. Etat des connaissances sur la toxicité de l'éthanolamine et de leurs produits dérivés

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

- L'éthanolamine a des propriétés irritantes (oculaire, cutané, brûlure d'œsophage dans le cas de l'ingestion) et corrosives. Une VTR chronique par voie orale a été établie par la National Science Foundation (NSF - ONG étatsunienne accréditée) en 2008 pour l'éthanolamine, sa valeur étant de  $4.10^{-2}$  mg/kg/j. Il ne s'agit néanmoins pas d'un organisme reconnu au sens de la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.
- 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 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.

## 3. 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.

### 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)	Hydrazine (kg)	Morpholine (kg)	Ethanolamine (kg)	Azote (kg)	Détergents (kg)	DCO (kg)	MES (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	Sodium (kg)	Chlorures (kg)	AOX (kg)	THM (kg)	Sulfates (kg)
Janvier	860,0	0,017	0,19	0,17	70,43	7,00	25,60	7,00	10,12	3,33	26,8	0,0	0,002	0,000	0,00
Février	746,0	0,023	0,47	0,16	97,41	6,37	23,37	6,37	1,79	0,91	24,8	0,0	S.O	S.O	0,00
Mars	470,8	0,021	0,33	0,21	52,21	15,58	29,19	10,59	2,37	1,54	37,5	0,0	S.O	S.O	0,00
Avril	217,0	0,018	0,18	0,18	86,03	19,56	38,38	9,61	11,95	0,98	33,9	0,0	S.O	S.O	0,00
Mai	520,0	0,020	0,20	0,20	52,60	7,93	73,53	26,21	13,39	1,48	753,1	1 321,1	S.O	S.O	0,00
Juin	810,0	0,048	0,20	0,20	51,02	7,99	131,45	17,37	35,04	2,34	2 523,5	3 902,9	S.O	S.O	0,00
Juillet	0,3	0,035	0,35	0,35	88,97	165,70	152,13	31,78	45,55	19,95	2 930,3	4 480,9	S.O	S.O	0,00
Août	0,0	0,045	0,45	0,45	37,09	17,99	53,98	17,99	40,31	6,05	6 073,7	9 613,4	S.O	S.O	0,00
Septembre	63,4	0,040	0,26	0,36	24,15	130,93	68,83	15,84	43,26	8,15	4 562,9	6 425,9	S.O	S.O	0,00
Octobre	94,3	0,025	0,00	0,22	20,64	8,81	70,04	9,60	37,23	1,45	3 089,8	4 994,0	S.O	S.O	0,00
Novembre	2 933,2	0,028	0,00	0,28	59,14	11,27	47,17	79,45	4,47	2,06	2 786,8	4 499,4	S.O	S.O	0,00
Décembre	75,7	0,095	0,00	0,23	114,80	9,22	34,29	23,73	29,25	1,41	2 951,1	4 548,9	S.O	S.O	0,00
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>6 790,7</b>	<b>0,415</b>	<b>2,64</b>	<b>3,01</b>	<b>754,49</b>	<b>408,35</b>	<b>747,97</b>	<b>255,54</b>	<b>274,72</b>	<b>49,65</b>	<b>25 794,3</b>	<b>39 786,6</b>	<b>0,002</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

## 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 2019 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2019.

Substances	Unité	N-2	N-1	N	Prévisionnel N
Acide borique	kg	9876,8	8633,6	6790,7	9 000
Hydrazine	kg	0,520	0,372	0,415	0,5
Morpholine	kg	201,66	84,20	2,64	2
Ethanolamine	kg	S.O	2,07	3,01	4
Azote	kg	712,01	632,75	754,49	900
Détergents	kg	147,34	134,93	408,35	110
DCO	kg	762,63	680,67	747,97	/
MES	kg	320,21	238,60	255,54	/
Phosphates	kg	169,98	254,56	274,72	150
Métaux totaux	kg	56,23	45,28	49,65	50
Sodium	kg	40482,9	30582,3	25794,3	30 000
Chlorures	kg	63552,8	38544,7	39786,6	45 000
AOX	kg	0,003	0,002	0,002	S.O
THM	kg	0,0	0,0	0,0	S.O

**Commentaires :** Les rejets d'acide borique ont été moins important que prévu du fait du débit de la rivière qui n'a pas permis l'ensemble des rejets prévus.

Les rejets en détergents via les réservoirs Ex ont été majorés du fait d'un nettoyage de la salle des machines en Tranche 2 suite à un épandage de fyrquel (incident ayant fait l'objet d'une déclaration auprès de l'ASN)

Les rejets en phosphates sont dus à des déconcentrations des circuits de refroidissement phosphatés permettant le maintien du pH réglementaire. Ces opérations n'étaient pas prévues lors de l'élaboration du prévisionnel.

## iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-après permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 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 Électricité de France (EDF-SA) sur la commune de Civaux.

Substances <sup>(1)</sup>	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée (mg/L)	Valeur maximale calculée (mg/L)	Valeur moyenne calculée (mg/L)	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé (kg)
Acide borique	3,50E+01	2,33E+00	3,66E-02	3,20E+03	4,70E+02	2,75E+02	3,90E+01	1,80E+04	6,79E+03
Hydrazine	1,00E-01	1,56E-03	1,91E-05	1,00E+00	6,40E-02	-	-	2,50E+01	4,15E-01
Morpholine	2,50E+00	5,24E-03	8,82E-05	1,50E+01	2,00E-01	-	-	2,55E+02	2,64E+00
Ethanolamine	1,00E+00	S.O	S.O	1,00E+01	1,80E-02	-	-	5,00E+02	3,01E+00
Azote	6,90E+00	6,90E+00	1,46E-01	1,00E+02	3,60E+01	5,00E+01	2,20E+01	1,10E+03	7,54E+02
Détergents	2,80E+00	1,14E+00	1,12E-01	1,40E+02	8,45E+00	2,00E+01	7,24E+00	1,70E+03	4,08E+02
DCO	1,30E+01	1,05E+00	1,30E-01	1,80E+02	8,16E+00	-	-	-	7,48E+02
MES	2,90E+00	3,74E-01	5,26E-02	5,30E+01	6,84E+00	-	-	-	2,56E+02
Phosphates T, S, Ex	2,90E+00	3,68E-01	9,37E-03	6,10E+01	1,60E+01	2,00E+01	1,60E+01	6,00E+02	2,75E+02
Phosphates Lampes UV				1,00E+01	1,92E-01	1,20E+00	1,92E-01		
Métaux totaux	3,00E-01	1,49E-02	6,60E-03	5,00E+00	2,35E+00	-	-	1,00E+02	4,97E+01
Sodium	1,70E+01	4,25E+00	1,67E-01	7,60E+02	6,11E+02	-	-	-	2,58E+04
Chlorures	2,00E+01	4,15E+00	2,59E+00	1,08E+03	7,43E+02	-	-	-	3,98E+04
AOX	7,80E+00	S.O	S.O	3,30E+02	S.O	5,50E+01	S.O	-	1,62E-03
THM	3,50E-01	S.O	S.O	1,50E+01	S.O	2,50E+00	S.O	-	2,64E-05
Sulfates	4,30E-01	S.O	S.O	-	-	-	-	3,00E+03	S.O

**Commentaires :** Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de la décision ASN n° 2009-DC-0139. En 2019, il n'y a pas eu de chloration massive du circuit CRF, ni de dé-chloration à la station de déminéralisation. C'est pourquoi, les rejets de sulfates, AOX et THM sont sans objet.

<sup>1</sup> L'article 6 du chapitre de la décision ASN n°2009-DC-0138 modifiée demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2019, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de CIVAUX est évaluée à 0,49 kg.

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

Ce paragraphe présente les rejets du CNPE de CIVAUX pour l'année 2019 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 bache 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.

### iv. 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 dont les limites sont exprimées à l'article 3 de la décision ASN n°2011-DC-0234.

Substances	Origine	Instantanée			Journalière		Annuel	
		Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet
		Concentration maximale (mg/L)	Valeur maximale mesurée (mg/L)	Valeur moyenne calculée (mg/L)	Concentration maximale (mg/L)	Valeur maximale mesurée (mg/L)	Flux ajouté (kg)	Flux calculé (kg)
Hydrocarbures totaux	Déshuileur SEH	10,0	3,1	1,0	-	-	-	-
Hydrocarbures totaux	Autres déshuileurs	5,0	0,4	0,3	-	-	-	-
Chlore résiduel libre	Chloration TRI	0,1	< 0,05	-	-	-	-	-
AOX		0,3	0,03	-	-	-	-	-
Sulfates	Surverse station de déminéralisation	-	-	-	-	-	1100,0	82,2
Fer		-	-	-	-	-	70,0	< 10

Substances	Origine	Instantanée			Journalière		Annuel	
		Concentration maximale (mg/L)	Rejet		Concentration maximale (mg/L)	Valeur maximale mesurée (mg/L)	Flux ajouté (kg)	Flux calculé (kg)
			Limite	Valeur maximale mesurée (mg/L)				
MES	Aire de transit	30,0	14,0		7,4	-	-	-
DCO		120,0	21,0		12,1	-	-	-
pH		6,5 < pH < 8,5	6,5 <sup>(1)</sup>	7,4 <sup>(2)</sup>	6,8	-	-	-
DBO5	Station d'épuration (STEP)	-	-		5,2	25,0	11,0	-
NTK		-	-		4,2	15,0	6,6	-
Rendement MES minimum (en %)		> 50 %	67,05 % <sup>(3)</sup>		86,4 %	-	-	-
Rendement DCO minimum (en %)		> 60 %	83 % <sup>(3)</sup>		91,5 %	-	-	-

Commentaires : Conformes aux limites imposées.

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

L'année 2019 n'a pas été concernée par des actions de maintenance fortuite et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

### 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 2019.

<sup>1</sup> Valeur extrême basse

<sup>2</sup> Valeur extrême haute

<sup>3</sup> Correspond à la valeur extrême basse. Traduit l'efficacité de traitement la plus basse de 2019.

### 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 40 °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 :  $\Delta T$ °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.

Le CNPE de Civaux dispose d'un système de refroidissement de ces purges (CVP) constitué de 4 aéroréfrigérants forcés.

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 Électricité de France (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 2019 est présenté dans les tableaux suivants :

	Température amont (°C)			Température amont (°C)			Echauffement amont-aval calculé (°C)			Température aval après mélange (°C)		
	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy
Janvier	6,2	3,5	5,1	20,8	15,6	18,0	1,7	0,2	0,7	7,2	4,3	5,9
Février	9,1	4,5	6,8	21,9	16,1	19,9	1,3	0,1	0,4	9,9	5,2	7,3
Mars	12,8	9,5	10,6	23,5	15,4	20,5	0,8	-0,2	0,3	13,4	10,2	11,2
Avril	17,1	11,7	14,4	24,0	15,1	20,7	1,0	0,0	0,3	17,9	12,2	14,9
Mai	20,7	14,3	16,6	25,7	18,7	22,5	0,7	0,1	0,3	21,1	14,8	17,1
Juin	28,2	17,4	21,5	26,5	16,6	21,1	0,3	-0,5	-0,1	27,7	17,4	21,5
Juillet	28,6	24,1	25,9	23,2	17,7	21,1	-0,1	-1,4	-0,5	28,5	23,8	25,6
Août	25,5	21,7	23,6	21,9	17,9	19,8	0,1	-1,0	-0,5	25,3	21,1	23,2
Septembre	23,2	18,0	19,9	22,0	15,8	19,2	0,7	-1,2	-0,1	22,8	18,1	20,0
Octobre	18,2	14,3	16,1	22,0	16,5	18,6	1,3	-0,2	0,3	18,7	14,7	16,6
Novembre	14,9	7,3	10,2	21,6	16,7	18,9	0,6	0,0	0,2	15,4	8,6	10,8
Décembre	10,0	6,2	8,5	22,9	14,7	18,6	0,3	0,0	0,1	10,2	7,1	8,9

### 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	1,7
Echauffement amont-aval calculé avec T° de Vienne >25°C	°C	0	0,1
Température aval après mélange	°C	-	30,4

**Commentaires :** Le dépassement de la limite réglementaire d'échauffement au mois de juin de 0,1 °C max sur 1 heure, mais de 0.02°C en moyenne durant 10 heures, a donné lieu à la déclaration d'un évènement environnement à l'autorité de sûreté nucléaire.

## 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 sera applicable au CNPE à partir du 01er janvier 2022.

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 corréliser les résultats microbiologiques et le traitement biocide associés mis en place sur les CNPE, les exigences des décisions individuelles des CNPE liées à la surveillance et aux résultats de mesures du traitement biocide sont présentées également ci-dessous.

### IV. Bilan annuel des colonisations en circuit

Les valeurs maximales observées en 2019 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 2019	Seuil d'action
<i>Legionella pneumophila</i> Tr1	9 400 UFC / L	5 000 000 UFC / L
<i>Legionella pneumophila</i> Tr2	12 000 UFC / L	5 000 000 UFC / L
<i>Naegleria fowleri</i>	29 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.

## V. Synthèse des traitements biocides et rejets associés

Le suivi amibien a été confié à la société CAPSIS, l'ensemble des analyses a été réalisé sous équivalence de la norme NF EN ISO/CEI 17025. Le suivi légionelles a été confié au laboratoire IANESCO, sous accréditation COFRAC.

Le suivi amibien a été effectué durant toute l'année à des fréquences mensuelles ou quotidiennes en fonction de la période. Les analyses ont été mensuelles du 1<sup>er</sup> janvier au 14 avril 2019 pour les effluents de purge des circuits de refroidissement, de l'ouvrage de rejet principal et à l'aval du site. Le suivi a été quotidien entre le 15 avril et le 15 octobre 2019 pour ces points de prélèvement puisque les installations présentent un risque de multiplication de *Naegleria fowleri*. Cinq prélèvements supplémentaires ont été réalisés les 18, 21, 23, 24 et 25 octobre à la demande du site en fin de saison estivale. Le suivi hivernal est complété par 2 campagnes mensuelles de prélèvements et d'analyses ambiennes en fin d'année 2019.

La décision 2016-DC-0578 impose à l'exploitant la mise en place d'une stratégie afin de limiter le risque sanitaire lié à la présence potentielle de *Naegleria fowleri* dans les circuits de refroidissement de la centrale. La stratégie du CNPE de Civaux pour limiter ce risque est basée sur l'action germicide des Ultraviolets (UV). La mise en service des installations de traitement UV se fait à l'atteinte de critère, lorsque au moins trois mesures sur cinq jours consécutifs présentent une concentration en *Naegleria fowleri* strictement supérieure à 192 Nf/L, ou si la concentration en aval calculée est égale ou supérieure à 30 Nf/L. Les installations UV des deux tranches ont été mises en service le 28 mai en fin de journée, en préventif avant l'atteinte de ces critères. À la suite d'un arrêt programmé de la tranche 2, le traitement UV de celle-ci a été suspendu du 22 juillet au 19 août. Plusieurs dysfonctionnements des superviseurs et des capteurs de transmittance des deux tranches ont perturbé le suivi des installations, sans remettre en cause l'efficacité du traitement. L'efficacité des deux installations de traitement UV a été mise en évidence avec des abattements généralement satisfaisants. Les installations de traitement UV des deux tranches ont finalement été arrêtées le 30 octobre à la suite de l'atteinte des critères, lorsque, sur cinq jours consécutifs la concentration en tranche était strictement inférieure à 192 Nf/L et celle en aval calculée strictement inférieure à 30 Nf/L.

La prolifération amibienne au sein des circuits de refroidissement des deux tranches a été globalement faible durant l'année 2019. La concentration maximale mesurée en *Naegleria fowleri* dans le circuit de refroidissement de la tranche 1 a atteint 2873 Nf/L. En tranche 2, cette concentration maximale a été de 2627 Nf/L. La concentration maximale en *Naegleria fowleri* en aval du rejet dans l'environnement a été de 29 Nf/L calculée et de 12 Nf/L mesurée. Au vu de ces résultats, il n'y a eu, cette année, aucun dépassement des limites de 80 Nf/L et 100 Nf/L en aval du rejet dans l'environnement. Ainsi, les diverses actions préventives et la stratégie de traitement mis en place ont permis de limiter les risques de dispersion des amibes pendant toute la durée de fonctionnement des tranches et ainsi de ne pas avoir à mettre en œuvre d'actions curatives.

La décision n°2016-DC-0578 impose également d'effectuer un suivi des concentrations en légionelles dans les circuits de refroidissement des deux tranches et des tours de refroidissement de la purge (CVP) avec une fréquence de prélèvement à minima bimensuelle. Ce suivi a été effectué durant toute l'année 2019 pour les tours aéroréfrigérantes principales. Le suivi des concentrations dans le circuit CVP a été réalisé durant la période de fonctionnement des tours de refroidissement de la purge, du 1<sup>er</sup> juin au 4 novembre. Une mesure annuelle de la concentration en légionelles dans l'eau d'appoint a aussi été effectuée au niveau de la Vienne, conformément à la décision.

Ce suivi n'a pas permis de mettre en évidence de multiplications excessives de *Legionella pneumophila* au sein des circuits de refroidissement des deux tranches ou du circuit de refroidissement de la purge.

La concentration maximale mesurée en *Legionella pneumophila* dans le circuit de refroidissement de la tranche 1 a atteint 9 400 UFC/L. Cependant, les 30 janvier, 2 juillet, 4 novembre et 2 décembre, la présence d'une flore interférente a rendu impossible le dénombrement des *Legionella pneumophila* selon la norme NF T90-431, portant ainsi le seuil de détection des *Legionella* à 50 000 UFC/L. De ce fait, des prélèvements supplémentaires ont été effectués les 7 février, 11 juillet, 12 novembre et 9 décembre, après l'obtention des résultats intermédiaires comme imposé par la décision n°2016-DC-0578. Le prélèvement supplémentaire du 7 février présentant lui aussi une flore interférente, un nouveau prélèvement a été effectué le 13 février.

Dans le circuit de la tranche 2, la limite de 10 000 UFC/L fixée par la décision n°2016 DC 0578 a été dépassée une fois au cours de l'année. Pour le prélèvement du 16 juillet, la concentration de *Legionella pneumophila* a en effet atteint 12 000 UFC/L dans le circuit de refroidissement de la tranche 2. Le résultat de la deuxième lecture de cette analyse a été obtenu et communiqué le 22 juillet. L'arrêt programmé de la tranche 2 ayant débuté le 20 juillet, les prélèvements ont été hebdomadaire au redémarrage de la tranche jusqu'à obtenir 3 mesures consécutives inférieures à 10 000 UFC/L. De plus, les 16 et 30 janvier, ainsi que le 4 novembre et le 2 décembre, la présence d'une flore interférente a porté le seuil de détection des *Legionella pneumophila* à 50 000 UFC/L. Des prélèvements supplémentaires ont été effectués, respectivement, le 25 janvier, le 7 février et le 12 novembre puis le 9 décembre. Le prélèvement du 7 février présentant de nouveau une flore interférente, un nouveau prélèvement a été réalisé le 13 février.

Dans le circuit de refroidissement de la purge (CVP), la concentration maximale a atteint 4500 UFC/L. Une flore interférente a été détectée le 4 novembre, jour de l'arrêt des installations CVP. Aucune *Legionella pneumophila* n'a été détectée dans l'eau d'appoint.

Un suivi des concentrations en *Legionella* spp. a également été effectué dans le circuit de réfrigération intermédiaire (circuit TRI) et sur les circuits d'eau brute secourus des tranches 1 et 2 (circuits SEC). Ces installations ne sont pas concernées par la décision n°2016-DC-0578, mais ce sont néanmoins des installations classées au titre de l'article L511-2 du livre V du code de l'environnement. De ce fait, elles sont soumises à l'Arrêté du 13 décembre 2004 relatif aux installations de refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air. La concentration limite en *Legionella* spp. autorisée dans ce type de circuits est de 1 000 UFC/L. Le respect de cette valeur va également définir la fréquence du suivi à réaliser. Aucune *Legionella* spp. n'a été détectée dans le circuit de réfrigération intermédiaire (TRI), comme dans ceux d'eau brute secouru des deux tranches (SEC). De ce fait, la fréquence de prélèvement du circuit TRI, qui a été mensuelle du 1<sup>er</sup> janvier au 2 juillet à la suite de résultats défavorables en août 2018, a été trimestrielle du 3 juillet à la fin de l'année. La fréquence de prélèvement des circuits SEC est, quant à elle, restée trimestrielle sur l'ensemble de l'année 2019.

## 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 programmés ou inopinés 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 accessible 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 bio-indicateurs, qui sont connus pour leur aptitude à fixer spécifiquement certains polluants (lichens, mousses, bryophytes...). Le plan d'échantillonnage prévoit également des prélèvements dans des matrices dites « d'accumulation » (sols, sédiments), dans lesquels certains composants radiologiques peuvent rester piégés.

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

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

## 1. Surveillance de la radioactivité ambiante

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

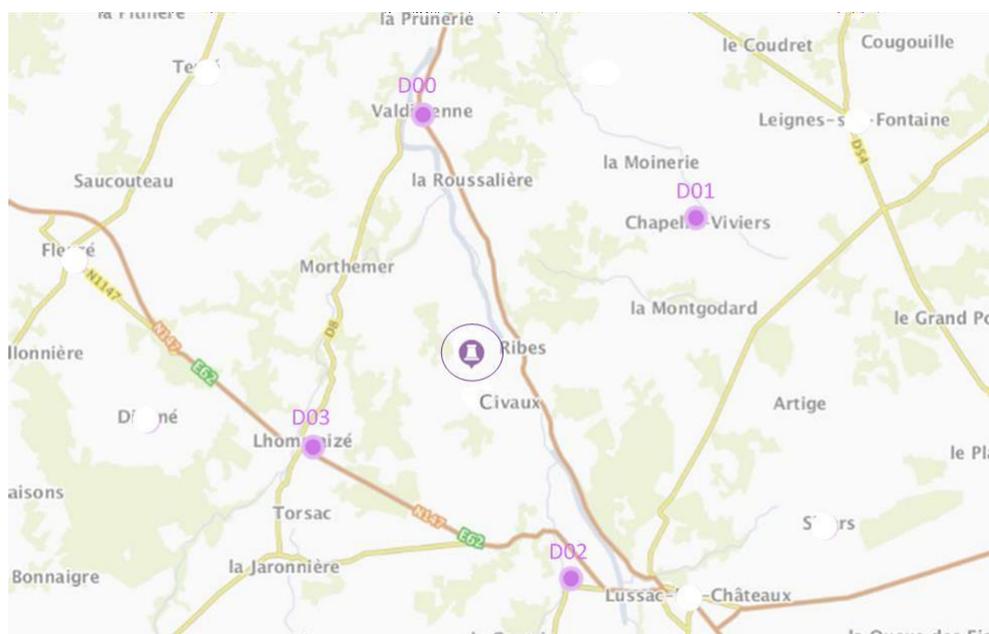
### Réseau de balises radiométriques « Clôture »



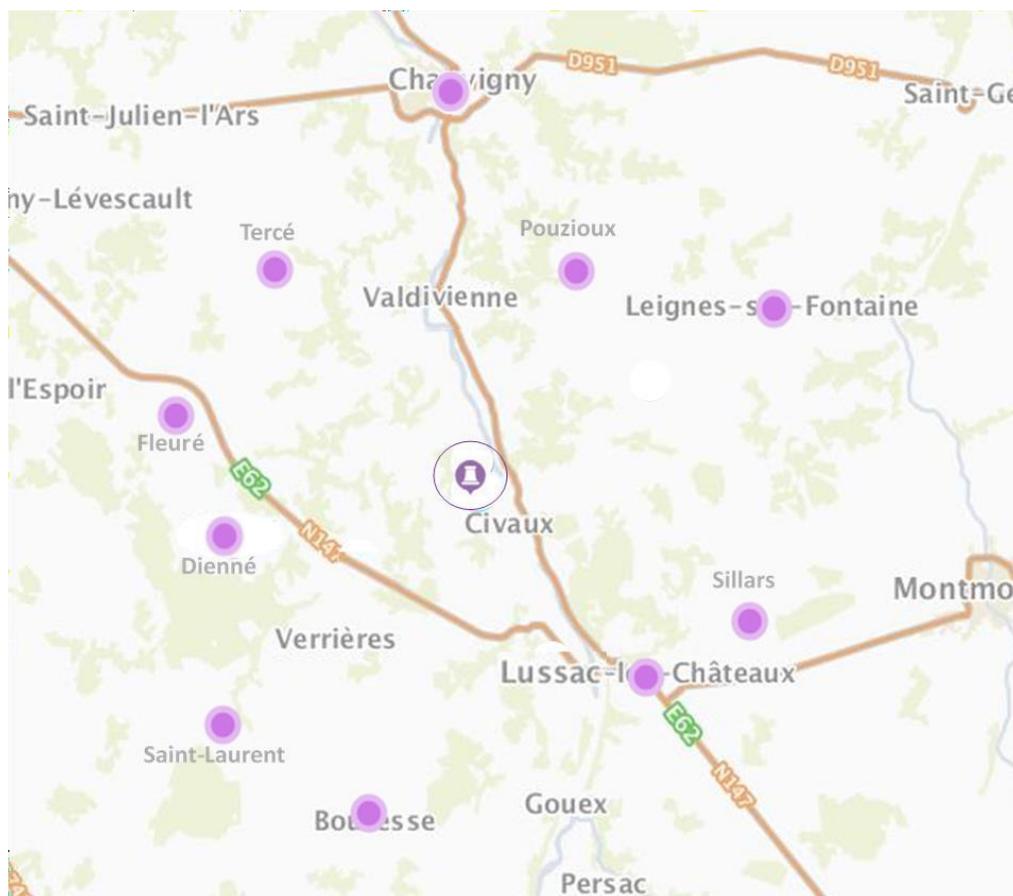
### Réseau des balises radiamétriques « 1Km »



### 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 2019 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 2019 (nSv/h)	Débit de dose max année 2019 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2018 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2017(nSv/h)
Clôture	119	165	126	127
1 km	108	129	114	120
5 km	121	140	127	126
10 km	116	136	109	112

**Commentaires :** Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2019 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et cohérents avec les résultats des années antérieures.

## 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<sup>er</sup> au 7, du 8 au 14, du 15 au 21 et du 22 à la fin du mois).

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

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment atmosphérique pour l'année 2019 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 <sup>3</sup> )	Bêta globale	4,91E-04	<9,27E-05	2,08E-03	1,00E-02	
	Spectrométrie gamma	<sup>58</sup> Co	<8,15E-06	<5,10E-06	<1,30E-05	-
		<sup>60</sup> Co	<5,79E-06	<3,10E-06	<9,60E-06	-
		<sup>134</sup> Cs	<5,97E-06	<3,70E-06	<8,30E-06	-
		<sup>137</sup> Cs	<4,42E-06	<2,70E-06	<6,50E-06	-
	<sup>40</sup> K	<1,19E-04	<7,70E-05	<1,60E-04	-	
Tritium atmosphérique (Bq/m <sup>3</sup> )		<1,4E-01	<8,60E-02	<2,00E-01	50	
Eau de pluie (Bq/L)	Bêta globale	2,76E-01	<8,56E-02	4,47E-01	-	
	Tritium	<5,1E+00	<4,6E+00	<6,40E+00	-	

**Commentaires :** Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2019 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.

## Surveillance du milieu terrestre

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment terrestre pour l'année 2019 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 minimale mesurée	Valeur maximale mesurée
Végétaux (Bq/kg sec)	Spectro gamma	<sup>137</sup> Cs	Mensuelle	<4,00E-01	<2,50E-01	<5,00E-01
		<sup>40</sup> K		5,52E+02	2,08E+02	1,04E+03
Lait (Bq/L)	Spectro gamma	<sup>137</sup> Cs	Mensuelle	<3,62E-01	<4,00E-02	<5,00E-01
		<sup>40</sup> K		4,74E+01	2,74E+01	6,90E+01

**Commentaires :** Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment terrestre ainsi que leur interprétation pour l'année 2018 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en annexe 2.

## Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment aquatique ainsi que leur interprétation pour l'année 2018 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en annexe 2.

## 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 sur 17 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	11,1
Conductivité	μS/cm	666,0
AOX	mg/L	<0,03
Azote de Kjeldahl (NTK)		<2
Chlorures		<100
DCO		<10
Fer dissous		<0,03
Fer Total		<0,17
Hydrocarbures		<0,1
Nitrates		<25
Orthophosphates		<0,3

**Commentaires :** RAS

## III. Chimie et physico-chimie des eaux réceptrices

### 1. Physico-chimie en continu

Les stations multiparamètres (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 2019 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)	10,9	10,8	9,7	8,6	8,2	7,1	6,9	7,4	7,6	8,3	9,1	10,1
Conductivité (μS/cm)	170,8	141,3	139,0	150,2	136,5	142,9	190,7	198,7	166,4	176,4	133,0	103,5
pH	7,5	7,5	7,7	7,7	7,5	7,3	7,6	7,7	7,3	7,4	7,2	7,1
Température	5,1	6,8	10,6	14,4	16,6	21,5	25,9	23,6	19,9	16,1	10,2	8,5

Station rejet - SM2	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	9,5	9,3	9,1	9,0	8,7	8,8	8,6	8,9	9,1	9,2	9,1	9,2
Conductivité (μS/cm)	252,2	217,3	214,2	227,6	218,2	249,3	338,7	290,8	263,9	296,1	205,4	150,6
pH	8,1	8,0	8,1	8,2	8,1	8,1	8,2	8,0	7,8	8,0	7,8	7,6
Température	18,0	19,9	20,5	20,7	22,5	21,1	21,1	19,8	19,2	18,6	18,9	18,6

Station aval - SM3	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,9	11,7	10,5	9,3	8,8	7,4	7,2	7,9	7,9	8,6	9,4	9,1
Conductivité (µS/cm)	168,3	140,9	138,5	149,9	137,6	152,2	211,7	212,7	186,1	195,0	147,4	130,5
pH	7,7	7,7	7,9	7,9	7,5	7,4	7,7	7,8	7,5	7,7	7,6	7,3
Température	5,9	7,3	11,2	14,9	17,1	21,5	25,6	23,2	20,0	16,6	10,8	8,9

**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 2019 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	5	5	11	12	14	22	27	23	19	17	11	7
pH	-	7,6	7,4	8	7,7	7,4	7,5	8	7,4	8,1	7,3	7,2	7,2
Conductivité à 25°C (IN SITU)	µS/cm	178	129	159	142	144	182	175	196	215	180	123	107
Oxygène dissous	mgO <sub>2</sub> /L	13,1	13,5	12,3	9,8	7,6	8,6	9,2	6,3	7,3	8,9	10,5	12,4
Saturation en oxygène dissous	%	103	106	111	93	75	99	115	74	85	92	96	102
Turbidité	NFU	3,3	9,4	2,3	3,1	5	12	1,2	1,1	1,6	1	9,5	6,1
Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	°F	3,7	2,3	3,4	3	3,4	3,6	4,1	4,3	3,9	3,8	2,4	2,2

MAZEROLLES (amont)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Carbone organique dissous (COD)	mg/L	4,8	4,7	3,9	4,7	5	6,3	7,2	6	5,9	5,3	8,3	5,8
Silice (SiO2)	mg/L	13	14	10	9,8	11	9,2	9,2	2,4	3,6	4,6	13	13
Calcium dissous	mg/L	13	8,7	11	9,3	9	9,5	11	11	9,6	10	8,9	7,6
Magnésium dissous	mg/L	3,8	3,1	3,4	2,9	2,9	3	3,6	3,4	2,9	2,7	3	2,7
Sodium dissous	mg/L	15	9,6	14	13	14	19	17	21	26	20	8,7	7,9
Potassium dissous	mg/L	2,8	2,3	2,5	2,2	2,4	3,1	2,9	3,1	3,5	3,2	2,7	2
Hydrogénocarbonates HCO3	mg/L	46	28	41	37	41	44	50	53	47	47	29	27
Chlorures (Cl)	mg/L	15	10	12	12	12	15	14	18	19	17	10	8,9
Sulfates (SO4)	mg/L	14	10	14	12	12	19	17	19	27	19	10	8,2
DBO5J	mgO <sub>2</sub> /L	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,9	< 0,5
ST-DCO	mgO <sub>2</sub> /L	<10	19	10	15	17	26	18	19	20	15	28	16
Matières en suspension (MES)	mg/L	4	13	3	8	11	62	<2	2	7	3	18	11
Nitrates (NO3)	mg/L	15	13	8,3	3,3	6,1	5,6	4,9	3,8	4	4,5	10	8,7
Nitrites (NO2)	mg/L	0,05	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04	0,02
Ammonium (NH4)	mg/L	0,04	0,06	0,01	<0,01	0,05	0,1	0,01	0,01	0,02	<0,01	0,07	0,05
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/L	<0,5	0,6	<0,5	0,5	<0,5	0,8	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	< 0,5
Phosphore total (en P)	mg/L	0,05	0,06	0,03	0,04	0,07	0,15	0,07	0,06	0,07	0,06	0,09	0,06
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
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
Orthophosphates (PO4)	mg/L	0,06	0,04	0,03	0,03	0,08	0,14	0,16	0,1	0,11	0,1	0,08	0,06
METAUX TOTAUX	mg/L	0,79	1,46	0,56	0,91	1,33	3,90	0,70	0,54	0,84	0,52	2,23	1,48
Aluminium total (Al)	µg/L	200	530	140	240	370	1300	99	58	200	73	810	510
Chrome total (Cr)	µg/L	1,2	4,3	0,5	0,8	1	2,5	0,5	0,4	1	0,2	1,8	1,5
Cuivre total (Cu)	µg/L	1,8	2,2	2,4	7	2,2	4,3	1,9	1,7	2	1,4	3,7	4,5
Fer total (Fe)	µg/L	500	850	380	590	850	2200	560	430	540	390	1300	880
Manganèse total (Mn)	µg/L	67	43	31	55	80	300	28	43	86	49	75	49
Nickel total (Ni)	µg/L	0,9	1	0,6	0,8	0,8	1,8	0,6	0,6	0,7	0,5	1,6	1,2
Plomb total (Pb)	µg/L	0,7	0,9	0,3	0,6	1	2,6	0,6	0,5	0,6	0,5	1,5	1

MAZEROLLES (amont)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Titane total (Ti)	µg/L	6	18	4,6	9,9	14	51	3,3	2,1	7,7	2,5	26	20
Zinc total (Zn)	µg/L	5	6	3	5	7	34	2	1	4	2	12	11
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	700	>10000 <sup>(1)</sup>	100	400	400	700	500	5000	300	100	2000	500
Coliformes totaux	/100mL	300	>10000 <sup>(1)</sup>	300	200	100	200	60	100	100	1000	5000	700
Escherichia coli	/100mL	230	2500	160	200	46	200	<15	110	110	61	1500	520
Entérocoques	/100mL	77	540	110	45	46	200	130	30	130	110	590	140
Choropyle a	µg/L	/	/	<5	<5	<5	7	<5	<5	<5	<5	/	/
Phéopigments	µg/L	/	/	<5	8	<5	13	<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	/	/	<1	/	/	<5,5	/	/	< 1
Acide monochloro-acétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<2,5	/	/	<1	/	/	< 2,5
Acide dichloroacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	< 1
Acide trichloroacétique	µg/L	/	/	<2,5	/	/	<5,5	/	/	<2,5	/	/	< 5,5

<sup>1</sup> Mesure non interprétable du fait des interférences

## 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	7	5	12	13	15	21	25	22	18	17	11	7
pH	-	7,7	7,4	7,9	7,8	7,3	7,5	7,8	7,4	8,1	7,3	7,2	7,1
Conductivité à 25°C (IN SITU)	µS/cm	190	130	164	145	155	180	197	209	213	197	127	109
Oxygène dissous	mgO <sub>2</sub> /L	12,8	13	11,8	9,4	6,4	8,4	8,1	5,8	7,4	8,8	10,4	12,4
Saturation en oxygène dissous	%	103	102	110	91	64	96	98	67	87	91	96	101
Turbidité	NFU	3,5	9,8	2,6	3,3	3,9	11	1,4	1,1	2	1,2	10	6,2
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°F	4	2,3	3,3	3,3	3,4	3,5	4,6	4,6	3,8	3,9	2,4	2,3
Carbone organique dissous (COD)	mg/L	5,1	4,8	3,8	4,8	5,7	6	7,4	6,4	6,2	5,8	8,5	5,8
Silice (SiO <sub>2</sub> )	mg/L	14	14	10	10	11	9,4	9,8	2,7	2,9	4,6	13	13
Calcium dissous	mg/L	14	8,9	11	9,7	9,4	9,7	13	12	9,6	11	9,3	7,8
Magnésium dissous	mg/L	4,1	3,2	3,3	3	3	3	4,1	3,7	2,9	3	3,2	2,8
Sodium dissous	mg/L	16	9,6	14	13	16	18	19	22	26	22	8,7	8
Potassium dissous	mg/L	2,9	2,3	2,5	2,2	2,5	3	3,3	3,3	3,5	3,5	2,8	2,1
Hydrogénocarbonates HCO <sub>3</sub>	mg/L	48	28	41	40	42	42	56	56	47	48	29	28
Chlorures (Cl)	mg/L	16	11	13	12	13	15	15	19	20	19	11	8,9
Sulfates (SO <sub>4</sub> )	mg/L	15	10	15	12	14	18	19	20	25	22	10	8,3
DBO <sub>5J</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	0,6
ST-DCO	mgO <sub>2</sub> /L	14	19	<10	17	19	27	20	18	21	18	29	22
Matières en suspension (MES)	mg/L	4	13	3	9	13	72	<2	2	10	4	19	20
Nitrates (NO <sub>3</sub> )	mg/L	13	13	8,5	3,3	6,2	5,8	5,7	4	3,9	4,9	11	9,3
Nitrites (NO <sub>2</sub> )	mg/L	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04	0,05	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,04	0,02
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/L	0,03	0,05	0,01	0,01	0,05	0,09	0,02	0,01	0,02	0,02	0,07	0,04
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/L	0,5	0,7	<0,5	0,5	<0,5	0,8	0,5	<0,5	0,5	<0,5	1,1	< 0,5
Phosphore total (en P)	mg/L	0,05	0,06	0,03	0,04	0,07	0,15	0,07	0,06	0,07	0,06	0,09	0,07
Bore (B)	mg/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	0,05	<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
Orthophosphates (PO4)	mg/L	0,07	0,04	0,03	0,03	0,1	0,12	0,16	0,1	0,11	0,09	0,08	0,05
METAUX TOTAUX	mg/L	0,74	1,62	0,59	0,92	1,53	4,23	0,66	0,52	1,07	0,63	2,23	1,53
Aluminium total (Al)	µg/L	180	590	160	280	470	1400	77	59	280	90	810	520
Chrome total (Cr)	µg/L	0,9	9,7	0,5	0,9	1,1	2,7	0,5	0,4	1,1	0,2	2	1,7
Cuivre total (Cu)	µg/L	1,9	2,4	2,7	2,5	2,3	3,9	2,1	1,8	2,9	1,7	3,4	2,5
Fer total (Fe)	µg/L	510	940	390	570	950	2400	550	410	670	470	1300	920
Manganèse total (Mn)	µg/L	30	44	29	50	80	327	29	44	100	59	77	49
Nickel total (Ni)	µg/L	0,8	1,1	0,6	0,7	1	2	0,7	0,6	0,8	0,6	1,6	1,6
Plomb total (Pb)	µg/L	0,5	0,9	0,4	0,6	1,1	2,8	0,6	0,5	0,8	0,6	1,5	1
Titane total (Ti)	µg/L	6	21	5,1	7,7	19	54	2,8	2	11	3,8	26	21
Zinc total (Zn)	µg/L	5	8	4	5	10	42	2	1	5	2	13	9
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	800	>100 00	100	800	300	800	300	2000	200	200	1000	600
Coliformes totaux	/100mL	1800	>100 00	600	100	300	200	120	300	100	3000	3000	800
Escherichia coli	/100mL	1200	1700	110	130	270	310	61	130	140	180	890	590
Entérocoques	/100mL	180	690	30	30	15	230	110	15	77	61	1100	160
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	/	/	<1	/	/	<5,5	/	/	< 1
Acide monochloro-acétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<2,5	/	/	<1	/	/	< 2,5
Acide dichloroacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1
Acide trichloroacétique	µg/L	/	/	<2,5	/	/	<5,5	/	/	<2,5	/	/	< 5,5

## 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	7	5	11	13	15	20	25	24	19	17	11	7
pH	-	7,7	7,4	7,9	7,8	7,4	7,6	7,6	7,7	8,2	7,4	7,2	7,2
Conductivité à 25°C (IN SITU)	µS/cm	202	132	169	149	157	178	201	216	213	201	129	111
Oxygène dissous	mgO <sub>2</sub> /L	12,4	13,1	11,4	9,7	6,1	8,5	7,4	6,8	7,4	8,8	10,4	12,4
Saturation en oxygène dissous	%	102	103	105	95	61	97	90	80	87	91	96	101
Turbidité	NFU	3,1	9,5	2,4	3	4,7	12	1,3	1,2	2	1,2	11	6,2
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°F	4,4	2,5	3,7	3,5	3,6	3,6	5	4,9	4,1	4,4	2,5	2,3
Carbone organique dissous (COD)	mg/L	5,1	4,8	3,9	4,8	5,4	6	8	6,4	5,9	5,7	8,4	6,2
Silice (SiO <sub>2</sub> )	mg/L	14	14	9,7	10	11	9,5	10	2,7	2,6	4,4	13	14
Calcium dissous	mg/L	16	9,2	12	11	9,8	9,7	14	13	10	12	9,6	8,3
Magnésium dissous	mg/L	4,4	3,3	3,5	3,2	3,1	3,1	4,3	4	3,1	3,2	3,2	2,8
Sodium dissous	mg/L	16	9,5	14	13	16	18	18	22	25	21	8,7	8
Potassium dissous	mg/L	2,9	2,3	2,5	2,2	2,5	2,9	3,3	3,3	3,4	3,4	2,8	2
Hydrogénocarbonates HCO <sub>3</sub>	mg/L	54	30	45	42	43	44	61	60	50	54	30	28
Chlorures (Cl)	mg/L	16	11	13	12	13	16	15	19	20	19	11	8,9
Sulfates (SO <sub>4</sub> )	mg/L	16	10	15	12	14	18	18	20	24	21	11	8,4
DBO <sub>5J</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	<0,5	0,9	0,5	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	< 0,5
ST-DCO	mgO <sub>2</sub> /L	<10	17	11	19	19	30	19	19	20	18	29	16
Matières en suspension (MES)	mg/L	3	14	3	7	12	67	<2	3	6	3	18	13
Nitrates (NO <sub>3</sub> )	mg/L	13	13	8,6	3,6	6,3	5,8	5,9	4	3,9	4,9	11	9,4
Nitrites (NO <sub>2</sub> )	mg/L	0,05	0,03	0,02	0,02	0,04	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,06	0,02
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/L	0,03	0,05	0,01	<0,01	0,03	0,06	0,03	0,02	0,02	<0,01	0,06	0,04
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/L	<0,5	0,5	<0,5	0,5	<0,5	0,9	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	< 0,5
Phosphore total (en P)	mg/L	0,04	0,06	0,03	0,04	0,07	0,17	0,08	0,06	0,06	0,06	0,09	0,05
Bore (B)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	0,05	< 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
Orthophosphates (PO <sub>4</sub> )	mg/L	0,07	0,04	0,03	0,03	0,09	0,12	0,25	0,12	0,1	0,11	0,08	0,06

VALDIVIENNE (aval 2)	Unité	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
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	<5	15	<5	<5	<5	<5	/	/
Phéopigments	µg/L	/	/	/	<5	<5	11	<5	<5	<5	<5	/	/
Acides chloroacétiques	µg/L	/	/	<4,5	/	/	<4,5	/	/	<4,5	/	/	/
Acide dibromoacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	< 1
Acides haloacétiques totaux	µg/L	/	/	<5,5	/	/	<1	/	/	<5,5	/	/	< 1
Acide monochloro-acétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<2,5	/	/	<1	/	/	< 2,5
Acide dichloroacétique	µg/L	/	/	<1	/	/	<1	/	/	<1	/	/	< 1
Acide trichloroacétique	µg/L	/	/	<2,5	/	/	<5,5	/	/	<2,5	/	/	< 5,5

### Point de prélèvement : pont de BONNES

BONNES (aval 3)	Unité	Jan	Mar	Mai	Juil	Sep	Nov
Température de l'eau	°C	7	11	15	25	19	11
pH	-	7,7	7,8	7,4	7,8	8,2	7,3
Conductivité à 25°C (IN SITU)	µS/cm	228	198	161	226	236	136
Oxygène dissous	mgO <sub>2</sub> /L	12,4	11,9	5,8	8,5	7,4	10,2
Saturation en oxygène dissous	%	102	109	58	104	87	94
Chlorures (Cl)	mg/L	17	13	12	15	21	11
Sulfates (SO <sub>4</sub> )	mg/L	16	16	13	18	23	11
DBO <sub>5J</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
ST-DCO	mgO <sub>2</sub> /L	<10	10	17	18	18	27
Matières en suspension (MES)	mg/L	2	2	10	<2	5	19
Nitrates (NO <sub>3</sub> )	mg/L	14	11	6,7	7	4,7	12
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	mg/L	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,07
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	1
Phosphore total (en P)	mg/L	0,04	0,02	0,07	0,07	0,06	0,09

BONNES (aval 3)	Unité	Jan	Mar	Mai	Juil	Sep	Nov
Bore (B)	mg/L	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	< 0,05
Agents de surface anion. (en lauryl sulfate)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Orthophosphates (PO4)	mg/L	0,06	0,02	0,09	0,32	0,09	0,11
METAUX TOTAUX	mg/L	0,6	0,5	1,2	0,6	0,7	2,4
Aluminium total (Al)	µg/L	140	130	350	68	150	830
Chrome total (Cr)	µg/L	1	0,5	0,9	0,5	0,9	2,1
Cuivre total (Cu)	µg/L	1,9	2,3	2,7	2	2,1	3,5
Fer total (Fe)	µg/L	440	340	780	460	450	1400
Manganèse total (Mn)	µg/L	22	20	68	24	63	85
Nickel total (Ni)	µg/L	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	1,7
Plomb total (Pb)	µg/L	0,4	0,3	1,2	0,5	0,5	1,5
Titane total (Ti)	µg/L	3,9	4,9	14	2,8	5,4	29
Zinc total (Zn)	µg/L	4	3	8	1	4	16
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	600	300	100	500	400	1000
Coliformes totaux	/100mL	800	150	200	100	200	1000
Escherichia coli	/100mL	140	180	270	77	110	810
Entérocoques	/100mL	77	220	130	77	46	960
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 document présente les résultats de cette surveillance obtenus par le groupement AQUASCOP – IANESCO au cours de l'année 2019, 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 éthanolamine, 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, macroinvertébrés), et de 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).

Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau de la Vienne en amont et en aval de la centrale sont globalement similaires.

L'analyse spatio-temporelle à partir des indicateurs physico-chimiques déterminés à l'amont et à l'aval du CNPE de Civaux ne met pas en évidence de différences particulières.

Sur l'ensemble des 30 paramètres chimiques contrôlés, 11 sont non quantifiés en amont et en aval du CNPE. Pour les 19 paramètres quantifiés, les teneurs sont généralement du même ordre de grandeur de part et d'autre du CNPE de Civaux.

L'analyse spatio-temporelle à partir des indicateurs chimiques déterminés à l'amont et à l'aval du CNPE de Civaux ne met donc pas en évidence de réelles différences.

Les analyses de métaux réalisées sur des bryophytes récoltés sur place, de part et d'autre du CNPE de Civaux, permettent de conclure à une absence de contamination métallique de la Vienne, la présence de cuivre en amont du CNPE (Mazerolles) ayant néanmoins été perçue lors de l'échantillonnage de juin. Une variation saisonnière est constatée avec des teneurs en métaux globalement plus importantes en octobre qu'en juin.

Les résultats relatifs à la qualité microbiologique des eaux de la Vienne permettent de conclure à l'absence de différence notable, répétée et prolongée pour l'année 2019, entre les 3 différentes stations suivies.

Lors de ce suivi 2019, les concentrations en pigments chlorophylliens actifs (chlorophylle a) et celles issues de la dégradation des molécules de chlorophylles (phéopigments) ont été évaluées à l'amont et à l'aval du CNPE de Civaux. La comparaison interstationnelle ne met pas en évidence de différences particulières, hormis des variations ponctuelles. La comparaison interannuelle montre des teneurs moyennes en chlorophylle a et phéopigments assez proches entre 2017 et 2019, ces éléments étant rarement quantifiés (teneurs inférieures à la limite de quantification) excepté lors d'une unique campagne pour chaque année de suivi.

L'analyse des pigments chlorophylliens actifs et des phéopigments montre l'absence d'influence du fonctionnement du CNPE de Civaux sur ces éléments.

Les très faibles développements du phytoplancton généralement observés au cours de ce suivi 2019 concordent parfaitement avec les dosages chlorophylliens, les biomasses mesurées dans la Vienne de part et d'autre du CNPE de Civaux étant le plus souvent très faibles, excepté en mars où elles atteignent un niveau moyen.

D'autre part, l'expertise démontre qu'une proportion importante de ces biomasses est issue d'algues d'origine benthique, mis secondairement en suspension dans la colonne d'eau consécutivement à l'action de divers facteurs (érosion hydraulique, variation du débit, piétinement des fonds, rupture de la colonie algale à la suite de son allongement excessif, etc). Ce mécanisme de « mise en dérive » est relativement classique en cours d'eau, sa mise en évidence étant d'autant plus nette que le développement des taxons strictement planctoniques est réduit (cas de la Vienne dans le secteur du CNPE de Civaux).

Les teneurs modérées en nutriments et une vraisemblable compétition avec les macrophytes pour les ressources nutritives sont vraisemblablement à l'origine de ce faible développement phytoplanctonique, d'ailleurs régulièrement constaté lors des suivis annuels antérieurs. Ces résultats sont en conformité avec la typologie écologique locale de la Vienne.

L'expertise phytoplanctonique ne révèle pas de différences avérées entre les peuplements algaux présents à l'amont et à l'aval du CNPE. En effet, les densités, les biomasses algales, les richesses taxonomiques et les cortèges algaux sont similaires quelle que soit la campagne de prélèvement.

Comme lors des suivis précédents, l'échantillonnage du zooplancton au cours de l'année 2019 révèle le faible développement de cette communauté dans les eaux de la Vienne, la causalité de cette situation résultant vraisemblablement de la pauvreté des ressources alimentaires disponibles (faible production phytoplanctonique sur laquelle s'exerce son broutage), et d'une manière plus générale, à la typologie locale du cours d'eau (faciès lotique prédominant).

Mieux adapté à ces conditions environnementales particulières, mais aussi caractérisé par des cycles de développement assez courts, le groupe des Rotifera s'en trouve favorisé et domine largement cette communauté, la représentation des Copepoda et Cladocera n'étant que très marginale. Pour une grande part, les taxons recensés ont une distribution spatiale restreinte aux herbiers présents aux 2 stations.

Cette expertise ne révèle pas de véritable disparité entre les stations amont (Mazerolles) et Valdivienne (aval éloigné), tant en termes de densité que de richesse taxonomique. L'essentiel des taxons dominants est d'ailleurs commun aux 2 peuplements stationnels.

Elle permet donc de conclure à l'absence d'influence du fonctionnement du CNPE de Civaux sur la communauté zooplanctonique.

Le suivi 2019 des communautés de diatomées benthiques de la Vienne au niveau du CNPE de Civaux conduit à des résultats différents selon la saison d'échantillonnage.

Une certaine disparité printanière est constatée entre les peuplements des stations amont (Mazerolles – état moyen) et aval éloigné (Valdivienne – état médiocre). L'épisode de crue ayant eu lieu une décade avant cet échantillonnage pourrait être à l'origine de ce constat biologique, les particularités mésologiques locales ayant pu induire un impact différent aux 2 stations.

En septembre, les conditions environnementales sont très stables ; les résultats indiciaires sont alors très comparables aux deux stations de suivi. En revanche, ceux-ci sont impactés par la sévérité et la durée de l'étiage caractérisant l'année 2019, et expriment un état écologique médiocre (selon l'élément de qualité diatomées).

Sur la base de cette expertise, et du calcul des indices diatomiques, il est possible de conclure que le fonctionnement du CNPE de Civaux n'a pas d'impact sur les communautés de diatomées de la Vienne.

La bio-indication fournie par la végétation aquatique révèle un niveau trophique identique entre l'amont et l'aval proche du CNPE, et des cortèges floristiques relativement proches. Les 2 stations montrent une bonne qualité écologique pour le paramètre macrophytes. Aucun impact du fonctionnement du CNPE n'est perçu, tant sur la dynamique végétale que sur le niveau trophique de la Vienne à ce niveau de son cours.

L'expertise des peuplements de macroinvertébrés benthiques s'appuie sur les résultats acquis à l'aide du protocole de P. USSEGLIO-POLATERA et collaborateurs (déc. 2009), lors de quatre campagnes d'échantillonnage (avril, juin, août et octobre).

Les résultats sont conformes aux attentes à ce niveau de la Vienne et en accord avec les suivis précédents.

Les deux peuplements stationnels sont similaires, exprimant généralement une très bonne qualité biologique.

Aucune des métriques d'évaluation prises en compte ne révèle de réelles différences entre les peuplements présents à l'amont et à l'aval du CNPE.

Ainsi, ce suivi 2019 ne révèle aucune influence particulière du CNPE de Civaux sur les communautés d'invertébrés benthiques de la Vienne.

**Sur la base de l'ensemble des résultats de la surveillance chimique et hydroécologique mise en œuvre en 2019, ce rapport d'expertise permet de conclure à l'absence d'impact avéré du CNPE de Civaux sur le fonctionnement écologique de la Vienne à ce niveau de son cours.**

## 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<sup>er</sup> juillet 2013, concerne le niveau sonore mesuré en dB (A) en limite d'établissement de l'installation.

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

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

La Mission Communication du CNPE de 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 site (cf. Partie VI Surveillance de l'environnement, I- Surveillance de la radioactivité dans l'environnement).

Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent des niveaux très faibles de radioactivité artificielle dans l'environnement du CNPE dont la majeure partie trouve son 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.

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

[https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports\\_expertise/Documents/environnement/IRSN-ENV\\_Bilan-Radiologique-France-2015-2017.pdf](https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/environnement/IRSN-ENV_Bilan-Radiologique-France-2015-2017.pdf)

À partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace<sup>1</sup> 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 sur leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...),
- l'eau captée à l'aval des installations est considérée comme provenant de captages d'eaux superficielles, même s'il s'agit de captages en nappes d'eaux souterraines, ce qui revient à considérer que le milieu aquatique à l'aval du 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,

<sup>1</sup> 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 ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ...) 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** ».

- la pêche de poissons dans la Vienne à l'aval du 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 et la comparaison aux seuils réglementaires :

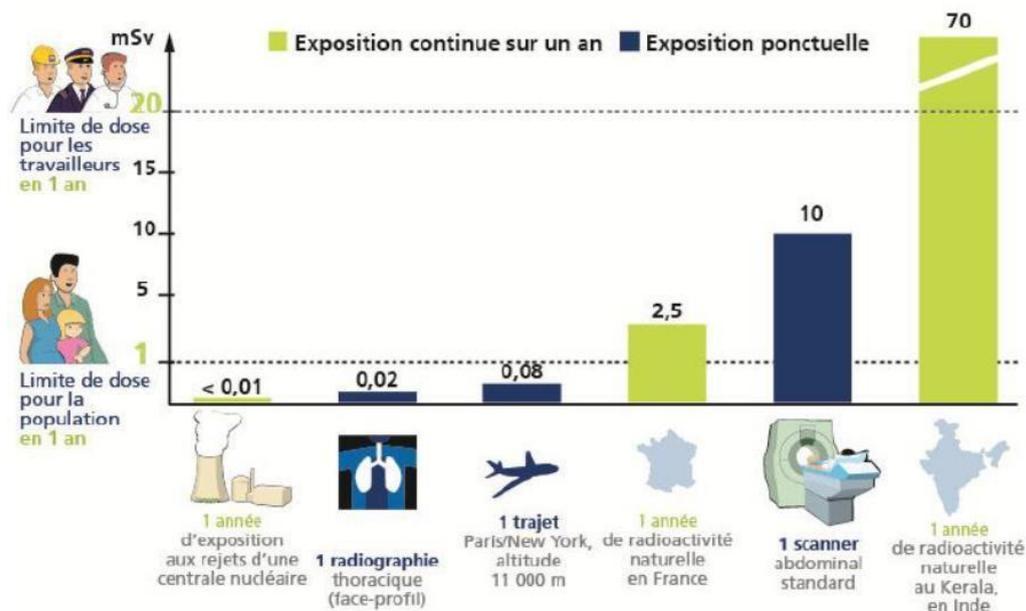


Figure 2 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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 3 ci-après.

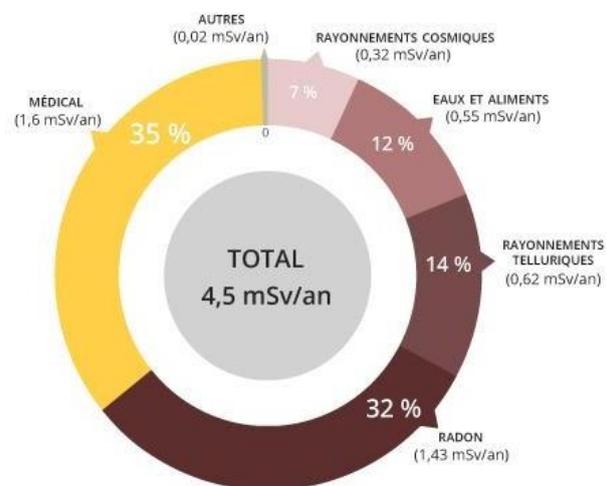


Figure 3 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2015)

Le tableau suivant fournit les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2019 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 atmosphériques	2,3E-07	7,7E-06	7,9E-06
Rejets liquides	1,9E-06	6,9E-04	6,9E-04
<b>Total</b>	<b>2,1E-06</b>	<b>7,0E-04</b>	<b>7,0E-04</b>

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets atmosphériques	2,2E-07	6,5E-06	6,8E-06
Rejets liquides	S.O	7,1E-04	7,1E-04
<b>Total</b>	<b>2,2E-07</b>	<b>7,2E-04</b>	<b>7,2E-04</b>

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets atmosphériques	2,2E-07	7,9E-06	8,1E-06
Rejets liquides	s.o.	1,0E-03	1,0E-03
<b>Total</b>	<b>2,2E-07</b>	<b>1,1E-03</b>	<b>1,1E-03</b>

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à  $1.10^{-3}$  mSv/an pour l'adulte,  $1.10^{-3}$  mSv/an 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 2019 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.

A titre de comparaison, la dose moyenne liée à la radioactivité naturelle en France est de l'ordre de 2,4 mSv par an.

## 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.

### VI. 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 CIGEO, 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)

## Le transport des déchets

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

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

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

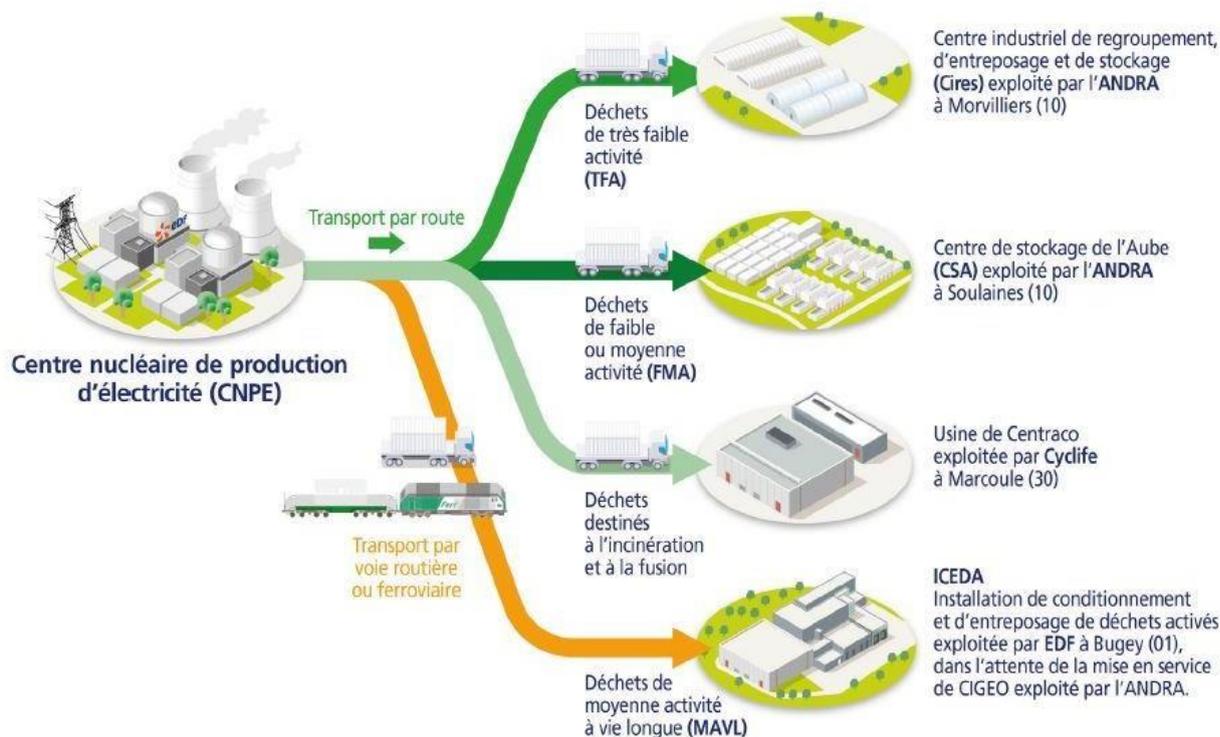


Figure 4 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

## Les quantités de déchets entreposés au 31/12/2019

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2019 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Civaux.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2019	Commentaires
TFA	68,29 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA
FMAVC (Liquides)	10,90 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants...
FMAVC (Solides)	53,46 tonnes	Localisation Bâtiment des Auxiliaires Nucléaire et Bâtiment Auxiliaire de Conditionnement (BAC)
FAVL	0 tonnes	
MAVL	78 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 le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2019 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Civaux.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	410
CSA à Soulaines	14
Centraco à Marcoule	681

En 2019, 1105 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra).

## VII. 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 2019 par les INB d'EDF.

Quantités 2019 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Sites en exploitation	7931	6405	40126	37030	54293	54287	102350	97722
Sites en déconstruction	70	19	405	356.5	435.5	425.5	910.5	801

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

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

La production de déchets inertes a été historiquement conséquente en 2019 du fait d'importants chantiers, en particulier les chantiers de modifications post Fukushima et l'aménagement de parkings ou bâtiments tertiaires. Les productions de déchets dangereux et de déchets non dangereux non internes restent relativement stables.

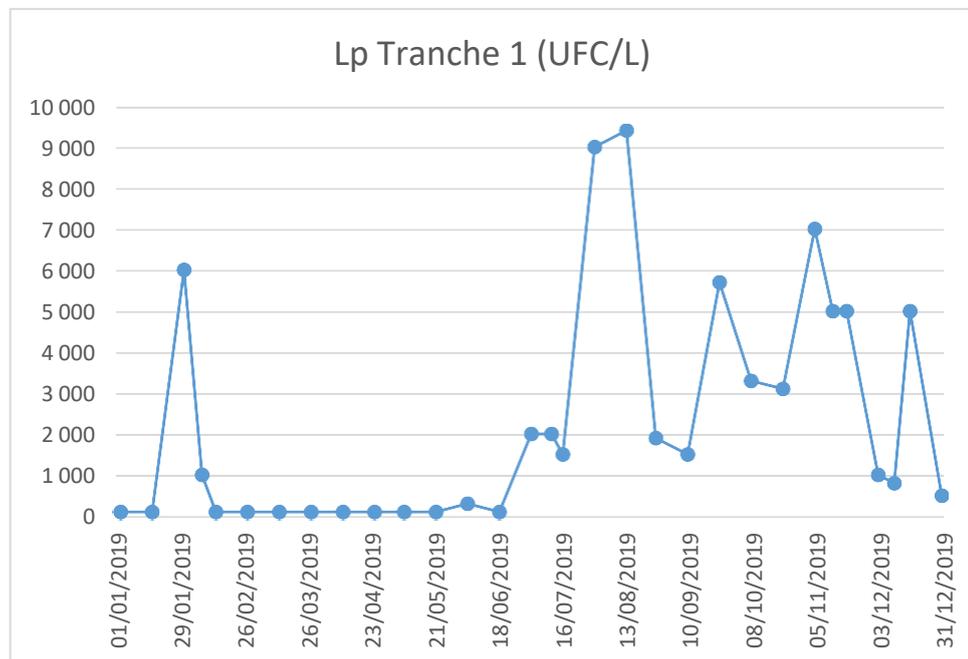
De nombreuses actions sont mises en œuvre par EDF pour en optimiser la gestion, afin notamment d'en limiter les volumes et les effets sur la santé et l'environnement. Parmi celles-ci, peuvent être citées :

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

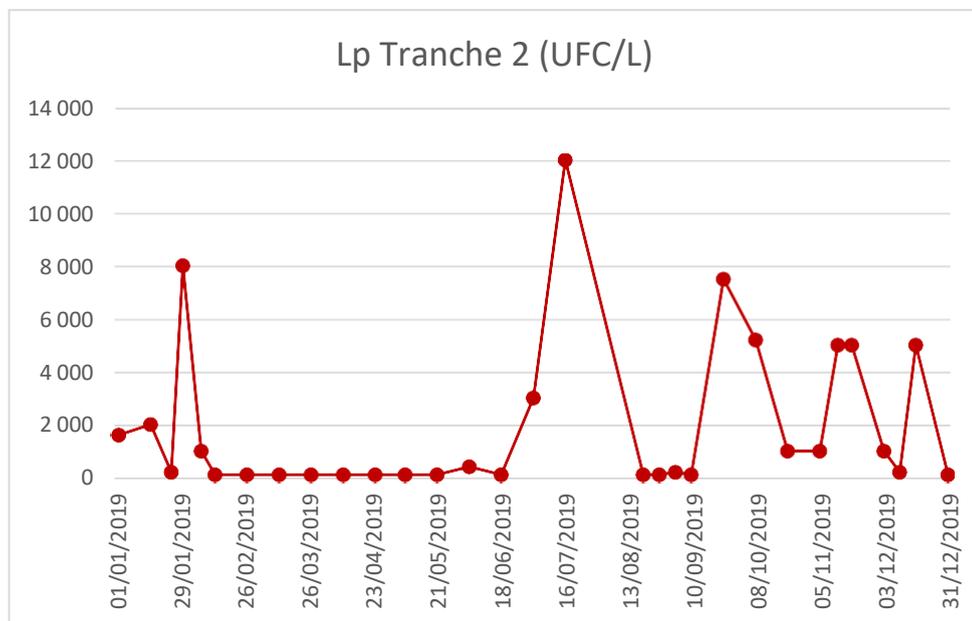
En 2019, les 2 unités de production du CNPE de Civaux ont produit 3600 tonnes de déchets conventionnels : 91.62 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

## Annexe 1 : suivi microbiologique 2019

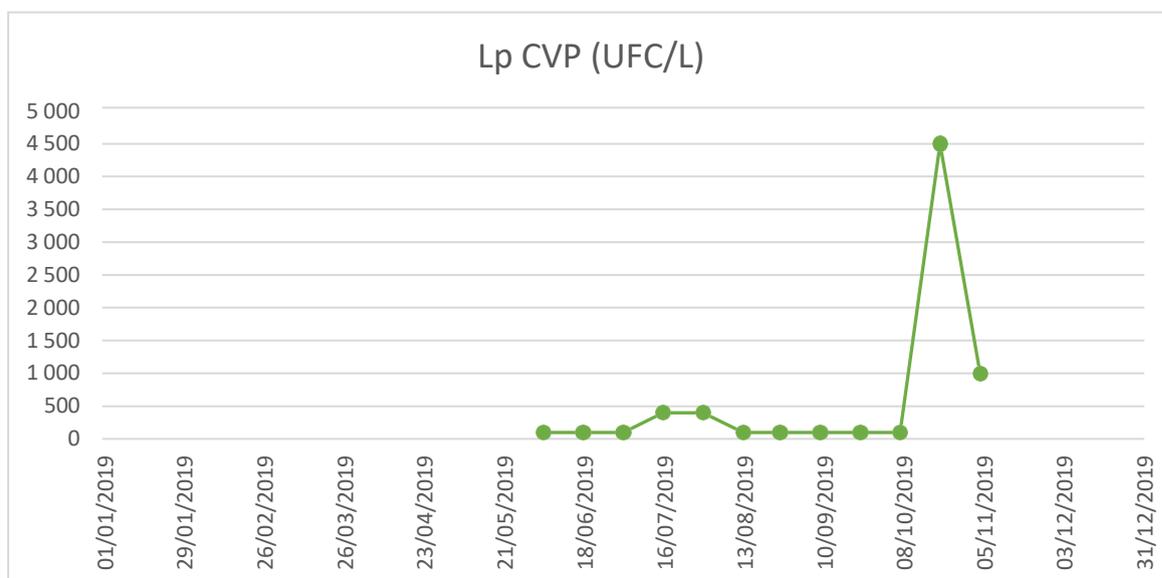
Date de prélèvement	Unité	Legionellas pneumophila (Lp) Tranche 1
02/01/2019	UFC/L	100
16/01/2019		100
30/01/2019		6000
07/02/2019		1000
13/02/2019		100
27/02/2019		100
13/03/2019		100
27/03/2019		100
10/04/2019		100
24/04/2019		100
07/05/2019		100
21/05/2019		100
04/06/2019		300
18/06/2019		100
02/07/2019		2000
11/07/2019		2000
16/07/2019		1500
30/07/2019		9000
13/08/2019		9400
26/08/2019		1900
09/09/2019		1500
23/09/2019		5700
07/10/2019		3300
21/10/2019		3100
04/11/2019		7000
12/11/2019		5000
18/11/2019		5000
02/12/2019		1000
09/12/2019		800
16/12/2019		5000
30/12/2019	500	

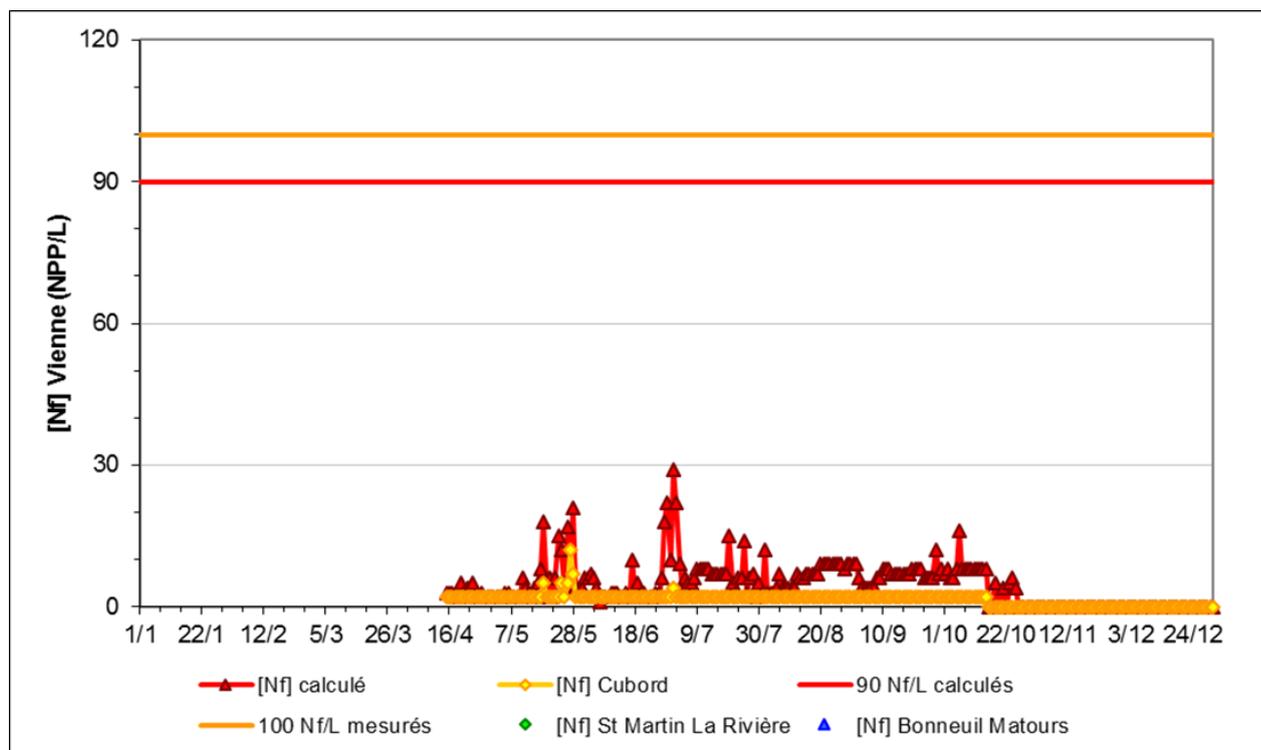


Date de prélèvement	Unité	Legionellas pneumophila (Lp) Tranche 2
02/01/2019	UFC/L	1600
16/01/2019		2000
25/01/2019		200
30/01/2019		8000
07/02/2019		1000
13/02/2019		100
27/02/2019		100
13/03/2019		100
27/03/2019		100
10/04/2019		100
24/04/2019		100
07/05/2019		100
21/05/2019		100
04/06/2019		400
18/06/2019		100
02/07/2019		3000
16/07/2019		12000
19/08/2019		100
26/08/2019		100
02/09/2019		200
09/09/2019		100
23/09/2019		7500
07/10/2019		5200
21/10/2019		1000
04/11/2019		1000
12/11/2019		5000
18/11/2019		5000
02/12/2019		1000
09/12/2019		200
16/12/2019		5000
30/12/2019		100



Date de prélèvement	Unité	Legionellas pneumophila (Lp) CVP
04/06/2019	UFC/L	100
18/06/2019		100
02/07/2019		100
16/07/2019		400
30/07/2019		400
13/08/2019		100
26/08/2019		100
09/09/2019		100
23/09/2019		100
07/10/2019		100
21/10/2019		4500
04/11/2019		1000





Concentration d'amibes en Vienne (*Naegleria fowleri*) exprimée en Nf/L

## Annexe 2 : rapport annuel radioécologique 2018

### I. Contexte environnemental d'implantation du C.N.P.E.

#### 1. Climatologie

Le C.N.P.E. de Civaux est situé dans le département de la Vienne (86). La région est caractérisée par un climat océanique tempéré. Il gèle en moyenne 55 jours par an et la température dépasse 25°C plus de 45 jours par an en moyenne. Les précipitations moyennes sont d'environ 700-800 mm par an. Les vents dominants proviennent du quart Sud-Ouest et les vents secondaires du Nord-Est.

#### 2. Géologie et occupation des sols

Le C.N.P.E. de Civaux s'inscrit dans la plaine alluviale de la Vienne. Le sol est composé d'une dizaine de mètres d'épaisseur d'alluvions puis, plus en profondeur, d'horizons calcaires caractérisés par des phénomènes de dolomitisation, par la présence de karsts et par des zones d'affaissement du toit des calcaires. Le contexte hydrogéologique du site est une superposition de trois nappes qui sont, de la supérieure à la plus profonde : la nappe supra-toarciennne du Jurassique, la nappe infra-toarciennne et les ressources du socle cristallin qui constituent la principale source d'approvisionnement en eau souterraine de la région. La principale caractéristique de l'agriculture à proximité du C.N.P.E. est la prédominance des grandes cultures (céréales et oléagineux). Les exploitations maraîchères et laitières sont en voie de disparition dans l'environnement proche du C.N.P.E.

#### 3. Hydrographie et hydrologie de la Vienne

La Vienne, sur laquelle est implanté le C.N.P.E. de Civaux, est une rivière longue de 372 km, qui draine un bassin de 21105 km<sup>2</sup>. Elle prend sa source en Corrèze (19), au pied du Mont Audouze, sur le Plateau de Millevaches à 920 m d'altitude. Elle se jette dans la Loire à Candes-Saint-Martin, en rive gauche, dans le département de l'Indre-et-Loire (37). La Vienne est l'un des principaux affluents de la Loire, avec l'Allier et le Cher. Sur le bassin, on observe de nombreux barrages hydroélectriques principalement sur la partie amont en Limousin (complexe de Vassivière sur la Maulde et du Thaurion) puis à l'aval au niveau du complexe de l'Isle Jourdain sur la Vienne. Ainsi, le régime hydrologique de la Vienne est totalement influencé par ces équipements dont la gestion entraîne une modulation importante des débits. Les débits de la Vienne sont artificialisés. Cette artificialisation des débits n'évitent pas les phénomènes naturels de crues ou d'étiages, en particulier sur les affluents.

La Figure suivante représente les débits journaliers et mensuels moyens en amont du C.N.P.E. de Civaux à la station de Lussac-les-Châteaux pour l'année 2018.

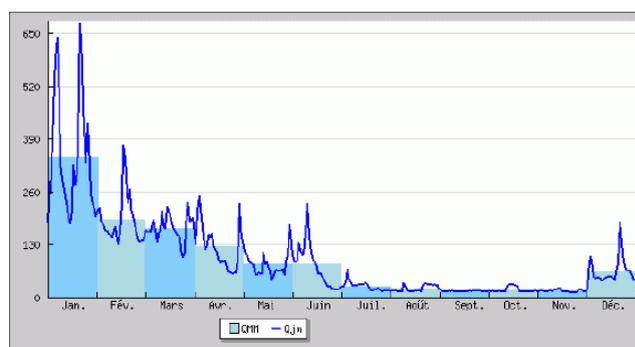


Figure 4-2. Hydrologie de la Vienne à la station de Lussac-les-Châteaux pour l'année 2018  
 (Qjm : débit moyen journalier en m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>; Qmm : débit moyen mensuel en m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>)

En 2018, l'hydrogramme montre que la Vienne a connu deux crues en janvier et une en février. En 2018, le débit moyen de la Vienne a été de 96,6 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> à Lussac-les-Châteaux, et sur la période 2009-2018, la crue décennale a atteint un débit de 725 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (16/12/2011).

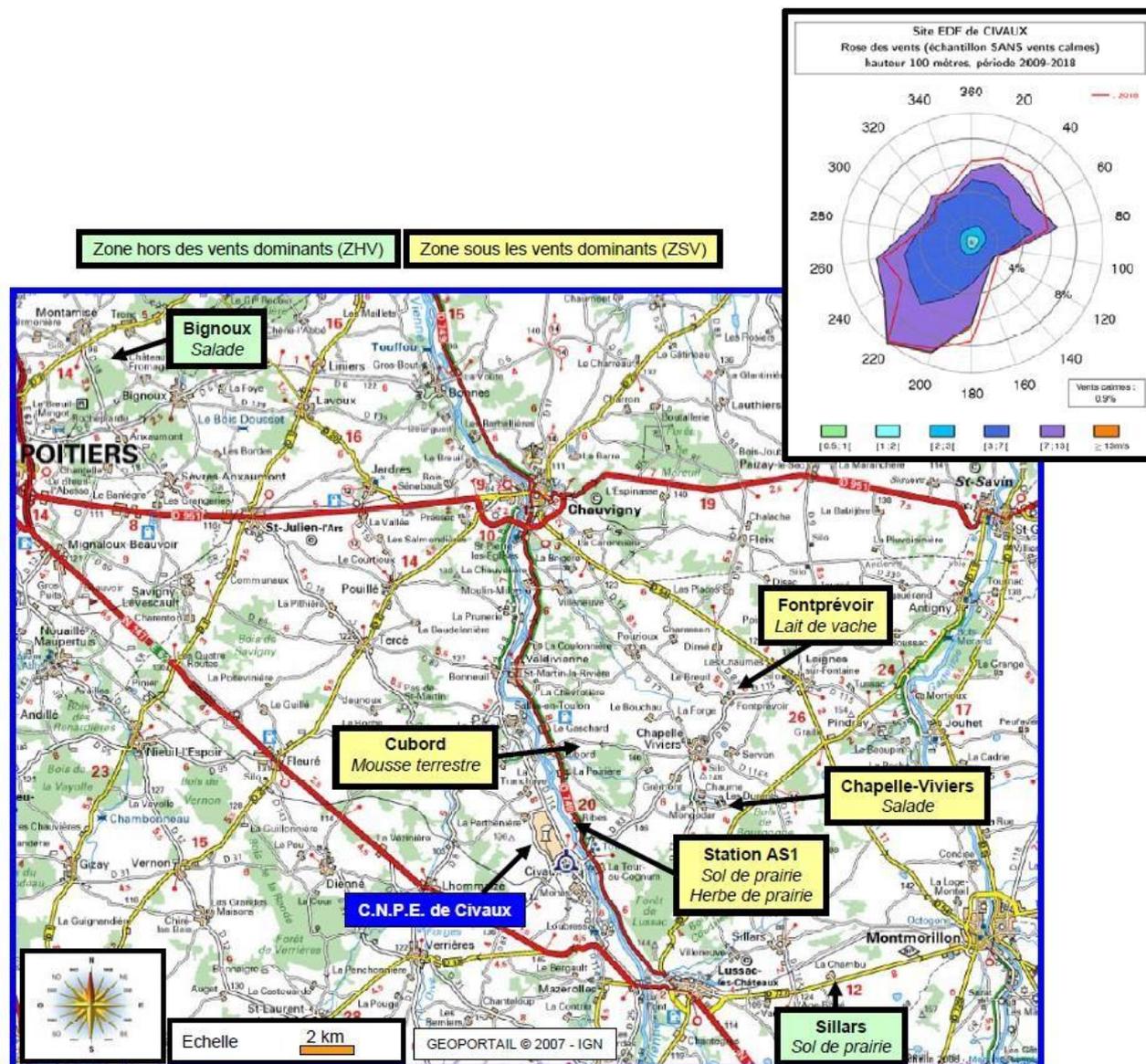
## II. Etat radiologique de l'environnement terrestre

### 1. Stratégie d'échantillonnage

Le tableau suivant regroupe l'identification des échantillons (station, nature, date de prélèvement...) ainsi que leurs rapports masse fraîche/masse sèche et masse sèche/masse cendres.

Station	Situation par rapport à la centrale	Coordonnées WGS84		Nature	Espèce	Fraction	Prélèvement	Type de mesure	Rapport frais/sec	Rapport sec/cendres
		Latitude	Longitude							
Cubord (Le Peu)	1,8 km NE	46,46944	0,68111	Mousse terrestre	Mousse <i>Rhizidadelphus triquetrus</i>	Ertier	19/05/18	Spectrométrie $\gamma$ en frais (Iode 131)	2,03	-
Bignoux	23,8 km NO	46,61056	0,43667	Production agricole	Salade Laitue <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	20/05/18	Spectrométrie $\gamma$	15,30	5,23
								Carbone 14	11,79	-
Chapele-Viviers	6,1 km ENE	46,46889	0,72917	Production agricole	Salade Laitue <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles	19/06/18	Spectrométrie $\gamma$	30,80	5,00
								Carbone 14 Tritium libre Tritium organiquement lié	18,50	-
Sillars	12,5 km ESE	46,40722	0,79250	Sol non cultivé	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	14/05/18	Spectrométrie $\gamma$ Géométrie, TMO	1,35	-
Station AS 1	1 km E	46,45917	0,66417	Sol non cultivé	Sol de prairie Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	25/04/18	Spectrométrie $\gamma$ Géométrie, TMO	1,17	-
Station AS 1	1 km E	46,45917	0,66417	Pâturage, herbe, luzerne	Herbe de prairie	Parties aériennes	25/04/18	Spectrométrie $\gamma$	4,88	9,62
								Tritium libre Tritium organiquement lié	4,75	-
Fontpévoir	8,1 km NE	46,49917	0,73750	Lait	Lait de vache	Ertier	14/05/18	Spectrométrie $\gamma$ Carbone 14 Tritium libre Tritium organiquement lié	8,10	17,42

La Figure suivante présente les stations de prélèvement et la nature des échantillons prélevés en 2018.



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 radio-écologiques 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 précédente, 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, 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.

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.

## 2. Résultats et interprétation

### 2.1 Radionucléides émetteurs gamma

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

En 2018, 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 radio-écologiques menées depuis 1998. Elle est similaire à celle mesurée lors de l'état de référence.

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

Dans le lait, le  $^{40}\text{K}$  est le seul radionucléide naturel détecté et son activité est conforme aux valeurs mesurées les années précédentes (proche de 50 à 60 Bq.L-1).

D'origine cosmique, le  $^7\text{Be}$  est détecté dans les mousses terrestres, les végétaux et les sols non cultivés. Naturellement produit en haute atmosphère, le  $^7\text{Be}$  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.

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

En 2018, la radioactivité d'origine artificielle est uniquement due à la présence de traces de  $^{137}\text{Cs}$ .

Dans le milieu terrestre, le  $^{137}\text{Cs}$  a été mesuré dans six des sept échantillons analysés en 2018 (herbe de prairie exceptée). Les niveaux d'activités en  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  est liée principalement à la rémanence des retombées des essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. En 2018, 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 à 1997) indiquaient la présence de  $^{137}\text{Cs}$  dans tous les compartiments du milieu terrestre. En 1991, le  $^{134}\text{Cs}$  détecté dans les mousses terrestres provenait des retombées de l'accident de Tchernobyl. En 2011, la détection de  $^{134}\text{Cs}$  et de  $^{131}\text{I}$  était cohérente avec leur mise en évidence dans les retombées de l'accident de Fukushima en France métropolitaine. Depuis 2012, ces deux radionucléides ne sont plus détectés.

## 2.2 Radionucléides émetteurs bêta

### 2.2.1 Tritium

En 2018, le  $^3\text{H}$  libre a été détecté dans les salades et l'herbe de prairie avec des activités proches de 1 à 2 Bq.L-1. Ces activités demeurent dans la variabilité environnementale et elles sont conformes aux niveaux attendus en dehors de tout apport industriel local. Son activité est inférieure au seuil de décision dans le lait de vache.

Les mesures de  $^3\text{H}$  organiquement lié (salade, herbe de prairie et lait) sont inférieures aux seuils de décision (0,6 à 0,7 Bq.L-1).

Ces observations sont cohérentes avec les mesures de  $^3\text{H}$  libre et organiquement lié réalisées lors des études antérieures et conformes avec le bruit de fond ambiant hors influence industrielle de 1-3 Bq.L-1 selon le bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2015 à 2017 de l'IRSN. Elles ne montrent pas d'influence des rejets atmosphériques du C.N.P.E. de Civaux sur le milieu terrestre pour ces radionucléides.

### 2.2.2 Carbone 14

Les résultats d'analyse du  $^{14}\text{C}$  dans les salades et le lait sont cohérents aux incertitudes de mesure près avec le bruit de fond ambiant hors influence industrielle proche de 230 Bq.kg-1 de carbone en 2018. Aucune influence des rejets d'effluents atmosphériques de  $^{14}\text{C}$  du C.N.P.E. de Civaux n'est mise en évidence en 2018.

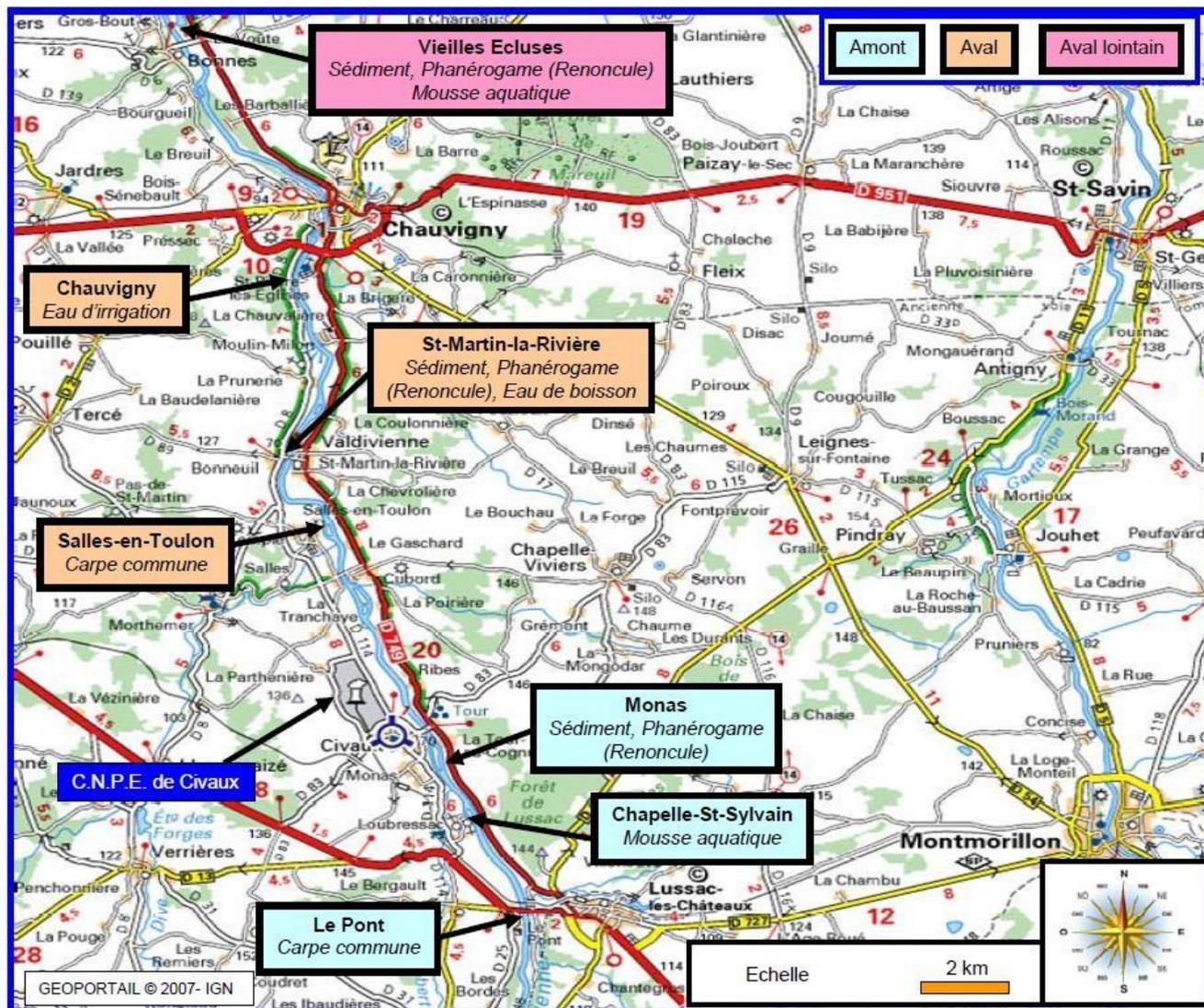
### III. 9.3. Etat radiologique de l'environnement aquatique

#### 1. Stratégie d'échantillonnage

Le Tableau suivant regroupe l'identification des échantillons (station, nature, date de prélèvement...) ainsi que leurs rapports masse fraîche/masse sèche et masse sèche/masse cendres.

Station	Situation par rapport à la centrale	Coordonnées WGS84		Nature	Espèce	Fraction	Prélèvement	Type de mesure	Rapport frais/sec	Rapport sec/cendres
		Latitude	Longitude							
Monas Rive gauche	2,7 km amont	46,43806	0,67694	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	18/10/18	Spectrométrie γ Gammabmétrie, TMO	2,42	-
St-Martin-la-Rivière Rive droite	6,1 km aval	46,50889	0,63389	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	18/10/18	Spectrométrie γ Gammabmétrie, TMO	3,10	-
Vieilles Ecluses Rive droite	17,7 km aval lointain	46,61028	0,59583	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	18/10/18	Spectrométrie γ Gammabmétrie, TMO	3,45	-
Monas Rive gauche	2,7 km amont	46,43806	0,67694	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatilis</i>	Entier	17/10/18	Spectrométrie γ	14,21	3,31
								Carbone 14 Tritium libre Tritium organiquement lié	11,73	-
St-Martin-la-Rivière Rive droite	6,1 km aval	46,50889	0,63389	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatilis</i>	Entier	18/10/18	Spectrométrie γ	14,80	5,58
								Carbone 14 Tritium libre Tritium organiquement lié	12,73	-
Vieilles Ecluses Rive droite	17,7 km aval lointain	46,61028	0,59583	Phanérogame immergée	Renoncule <i>Ranunculus aquatilis</i>	Entier	18/10/18	Spectrométrie γ	16,60	5,48
Chapelle St-Sylvain Gue de la Biche	4,2 km amont	46,42639	0,68611	Mousse aquatique	Mousse <i>Fontinalis antipyretica Hedw.</i>	Entier	17/10/18	Spectrométrie γ en frais (bde 131) Nickel 63 Fer 55	8,69	2,98
Vieilles Ecluses Au milieu du seuil	17,7 km aval lointain	46,61028	0,59583	Mousse aquatique	Mousse <i>Fontinalis antipyretica Hedw.</i>	Entier	18/10/18	Spectrométrie γ en frais (bde 131) Nickel 63 Fer 55	11,67	2,77
Le Port Rives gauche et droite	7 km amont	46,40361	0,70222	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	20/09/18	Spectrométrie γ Carbone 14 Tritium organiquement lié	4,59	15,92
Salles-en-Toubrin (le des Dessous) Rives gauche et droite	4,2 km aval	46,49250	0,64194	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	20/09/18	Spectrométrie γ Carbone 14 Tritium organiquement lié	4,55	14,90
St-Martin-la-Rivière	5,9 km NNE	46,50750	0,63639	Eau	Eau de boisson	Entier	14/05/18	Tritium libre	-	-
Chauigny	10 km N	46,54528	0,63306	Eau	Eau d'irrigation	Entier	18/10/18	Tritium libre	-	-

La Figure suivante présente les stations de prélèvement et la nature des échantillons prélevés en 2018.



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, de préférence dans la zone de dilution complète. Afin de garantir leur comparaison, les échantillons prélevés en amont et en aval sont, si possible, de même nature.

Deux prélèvements d'eaux sont réalisés. 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 d'eau profonde. La profondeur du forage est de 44 mètres. En 2018, le plan d'échantillonnage intègre une eau d'irrigation prélevée à l'aval du C.N.P.E. Le prélèvement a été réalisé sur la commune de Chauvigny.

Les échantillons sont des bio-indicateurs (phanérogame, bryophyte, poisson) et des milieux d'accumulation (sédiment). Les natures d'échantillons prélevés à l'amont et à l'aval du C.N.P.E. sont, dans la mesure du possible, identiques.

Tous les échantillons prélevés sont traités et conservés au laboratoire.

## 2. Résultats et interprétation

### 2.2. Radionucléides émetteurs gamma

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

En 2018, 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. Elle est cohérente avec celle mesurée lors de l'état de référence et de sa réactualisation (1991 à 1997). Dans l'ensemble des matrices, la radioactivité naturelle d'origine tellurique est principalement due au  $^{40}\text{K}$  et à un degré moindre aux chaînes naturelles du  $^{232}\text{Th}$  et de  $^{238}\text{U}$ . Les activités mesurées sont cohérentes avec le bruit de fond naturel observé en France.

Dans les poissons, le  $^{40}\text{K}$  est le seul radionucléide naturel détecté à des activités conformes aux valeurs attendues (environ 100 Bq.kg<sup>-1</sup> frais), la teneur en potassium étant physiologiquement régulée.

Le  $^7\text{Be}$  est détecté systématiquement dans les sédiments et les végétaux.

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

La radioactivité artificielle dans le milieu aquatique est caractérisée en 2018 par la présence de  $^{134}\text{Cs}$ , de  $^{137}\text{Cs}$ , de  $^{58}\text{Co}$ , de  $^{60}\text{Co}$ , de  $^{54}\text{Mn}$  et de  $^{131}\text{I}$ .

Le  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  mesurées en amont et en aval du C.N.P.E. sont comparables. En 2018, les activités en  $^{137}\text{Cs}$  résultent donc principalement de la rémanence des retombées des essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. Dans le milieu aquatique, les spectrométries gamma réalisées en 2018 mettent également en évidence des traces de  $^{134}\text{Cs}$ , de  $^{58}\text{Co}$ , de  $^{60}\text{Co}$  et de  $^{54}\text{Mn}$  dans les végétaux (phanérogames) uniquement à l'aval de l'installation. Ces résultats montrent l'influence des rejets d'effluents liquides du C.N.P.E. de Civaux sur le milieu aquatique environnant.

Depuis l'état de référence, l'évolution des gammes de variations des activités de  $^{137}\text{Cs}$  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. Ce constat confirme que le  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{60}\text{Co}$  et de  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  dans les sédiments, et de  $^{134}\text{Cs}$ , de  $^{60}\text{Co}$ , de  $^{58}\text{Co}$ , de  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  et de  $^{54}\text{Mn}$  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  $^{131}\text{I}$ . 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 2018, la détection de  $^{131}\text{I}$  uniquement en amont du C.N.P.E. est cohérente avec ces observations.

## 2.3. Radionucléides émetteurs bêta

### 2.3.1. Tritium

En 2018, les activités volumiques du  $^3\text{H}$  libre mesurées dans les échantillons de phanérogames prélevées à l'amont et l'eau de boisson de Saint-Martin-la-Rivière sont cohérentes avec les niveaux attendus en dehors de tout apport industriel local proches de 1 à 3 Bq.L-1 selon le bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2015 à 2017 de l'IRSN. En revanche, les activités détectées dans les myriophylles prélevées à l'aval et l'eau d'irrigation sont proches de 50 Bq.L-1. La détection de  $^3\text{H}$  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  $^3\text{H}$  au sein de ces milieux récepteurs. Depuis 2000, la présence de manière sporadique du  $^3\text{H}$  libre a été constatée à l'aval du C.N.P.E. dans les végétaux aquatiques, en 2000, 2003, 2004 et 2007 ainsi que dans les poissons de 2008 à 2010 et en 2014. Pour rappel, la valeur-guide dans l'eau potable recommandée par l'OMS est de 10000 Bq.L-1. La réglementation européenne relative à l'eau potable appliquée par la France fixe par ailleurs une référence de qualité de 100 Bq.L-1, au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées pour rechercher la présence de radionucléides artificiels.

Les analyses de  $^3\text{H}$  organiquement lié dans les phanérogames et les poissons montrent des activités inférieures aux seuils de décision à l'amont du C.N.P.E. et respectivement de 20 Bq.L-1 et 5 Bq.L-1 à l'aval de l'installation. Ces augmentations à l'aval du C.N.P.E. sont cohérentes avec les résultats des études précédentes. Dans les poissons, la valeur demeure cependant dans la variabilité environnementale. L'activité mesurée à l'aval dans les myriophylles montre en revanche l'influence des rejets de tritium du C.N.P.E. de Civaux sur le milieu aquatique environnant.

### 2.3.2. Carbone 14

Les analyses de  $^{14}\text{C}$  révèlent une forte 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 200-220 Bq.kg-1 de carbone, et les valeurs mesurées à l'aval.

Ces résultats sont cohérents avec les données des années antérieures et ils montrent le marquage en  $^{14}\text{C}$  de l'environnement aquatique lié aux rejets d'effluents liquides du C.N.P.E. de Civaux.

### 2.3.3. Nickel 63 et Fer 55

En 2018, les analyses de  $^{63}\text{Ni}$  et de  $^{55}\text{Fe}$  montrent des activités dans les mousses aquatiques inférieures aux seuils de décision à l'exception de l'activité de quelques becquerels en  $^{63}\text{Ni}$  mesurée à l'aval lointain.

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

Le suivi radio-écologique établi en 2018 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  $^{137}\text{Cs}$ . Le  $^{137}\text{Cs}$  provient principalement des retombées des anciens essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. En 2018, les analyses de  $^{14}\text{C}$  réalisées sont cohérentes aux incertitudes de mesure près avec le bruit de fond ambiant hors influence industrielle. Dans la continuité des années antérieures, les activités en  $^3\text{H}$  (libre et organiquement lié) sont cohérentes avec les valeurs attendues en dehors de tout apport industriel local.

En 2018, le  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  provient de la rémanence des retombées des essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. En 2018, la présence de traces de  $^{134}\text{Cs}$ , de  $^{58}\text{Co}$ , de  $^{60}\text{Co}$  et de  $^{54}\text{Mn}$  à l'aval de l'installation souligne le marquage du milieu récepteur par les rejets d'effluents liquides du C.N.P.E. de Civaux de façon cohérente aux résultats des suivis radio-écologiques antérieurs. Les analyses de  $^3\text{H}$  (libre et organiquement lié) et de  $^{14}\text{C}$  montrent l'influence des rejets d'effluents liquides du C.N.P.E. de Civaux sur le milieu aquatique environnant.

## Annexe 3 : suivi du peuplement piscicole de la Vienne 2019

Débuté en 1997, le suivi ichtyologique porte sur l'analyse comparative des peuplements piscicoles de la Vienne dans le secteur d'implantation du CNPE de Civaux afin d'évaluer l'influence potentielle du fonctionnement du CNPE sur les peuplements de poisson.

Depuis 2018, Le CNPE a confié le suivi ichtyologique au bureau d'études Fish-Pass.

Le suivi piscicole est réalisé par pêche électrique suivant une prospection partielle par point ou EPA (Échantillonnages Ponctuels d'Abondance). Le mode de prospection est mixte (à pied et en bateau) et a été mis en place notamment pour les cours d'eau associant des zones peu profondes (radier) et des zones profondes. Pour le suivi du CNPE de Civaux, 4 stations de pêche sont inventoriées : une station localisée en amont du CNPE au niveau du pont de Lussac-les châteaux et 3 stations en aval, au lieu-dit Ribes en aval immédiat du CNPE, à Cubord en aval proche et à Saint-Martin-la-Rivière en aval éloigné.

En termes d'effort de pêche, 100 points de pêche ont été réalisés sur toutes les stations conformément au nouveau protocole mis en œuvre depuis 2016.

Les poissons capturés sont déterminés, triés, dénombrés, mesurés pour la plupart et pesés avant d'être remis vivant à l'eau sur le site de pêche. L'ensemble des données de biométrie sont ensuite bancarisées afin d'analyser le peuplement de chaque station en terme de diversité d'espèces, abondance, biomasse, répartition en classes de taille et de « qualité biologique » selon le calcul d'un indice normé, l'IPR (Indice poissons rivière).

Lors de la campagne 2019, les conditions climatiques et hydrologiques étaient bonnes pour la réalisation des inventaires.

Les stations ont été échantillonnées d'aval en amont, les 24, 25, 26 et 27 septembre 2019 à raison d'une station par jour, en condition de débit stabilisé autour de 16 m<sup>3</sup>/s. Les habitats aquatiques échantillonnés étaient principalement localisés en chenal pour les stations A, B et C et plutôt en berge pour la station D. Les 4 stations étaient largement dominées par la végétation aquatique très développée.

Les échantillonnages ont permis de contacter 19 espèces de poissons, 1 espèce d'agnathes (Lamproie marine) et 2 espèces d'écrevisses, toutes stations confondues. Certaines de ces espèces de poissons sont d'intérêt écologique fort comme l'anguille, la lamproie marine ou encore le spirilin. Le nombre d'espèces rencontrées est très similaire d'une station à l'autre. Le maximum d'espèces est rencontré sur le tronçon D, avec 19 espèces et le minimum sur le tronçon A (station amont CNPE), avec 16 espèces. Les tronçons B et C compte 18 espèces. Les espèces majoritairement représentées sont globalement les mêmes sur les différentes stations, à savoir les cyprinidés, tel que le spirilin (dominant largement le peuplement sur les 3 stations les plus amont, 59% pour A, 38% pour B, 22% pour C et 13% pour le D où le chevaine et le goujon dominant représentant respectivement 24% et 20% du peuplement). On retrouve également le goujon (17% pour A, 17% pour B, 28% pour C et 20% pour D) ou encore l'ablette, la bouvière, le barbeau et le gardon mais dans une moindre proportion.

Les indices de diversité et d'équitabilité ( $J'$ ), prenant en compte la répartition des effectifs capturés par espèce par station, montrent des peuplements peu équilibrés sur la station A ( $J' = 0,52$ ). Ce déséquilibre est principalement dû aux importants effectifs capturés pour l'espèce spiralin sur cette station. Sur les autres tronçons, le peuplement semble plus équilibré (0,71 à 0,79), en lien avec des effectifs capturés moindres pour cette même espèce. L'analyse en classe de taille des principales espèces met en évidence plusieurs cohortes successives soulignant des populations fonctionnelles avec une reproduction locale. En 2019, la station amont montre la plus faible proportion d'individus présentant au moins une pathologie (2%), et le tronçon C la plus forte avec une proportion relativement importantes de près de 10 % des individus analysés. Les types de pathologies constatées, dominées par des parasites, ne met pas en avant d'effets potentiels liés à la présence du CNPE.

Concernant les notes de l'Indice Poisson Rivière, les tronçons A et B, et C et D sont très proches avec des notes respectivement de 9 et 8,6, et légèrement plus faibles pour C et D, avec 7,5 et 7,9. Ces notes indiquent un peuplement piscicole de bonne qualité et relativement proche du peuplement théorique attendu.

Ainsi, les inventaires poissons de 2019 menés en amont et en aval du CNPE de Civaux ne mettent pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE de Civaux sur le peuplement piscicole. Globalement, les espèces capturées et leur répartition sont assez proches entre les stations. Seule la station D la plus en aval semble se distinguer des 3 autres en raison de conditions environnementales nettement différentes (milieu plus profond et plus calme). Enfin, la mise en œuvre d'un nouveau protocole d'échantillonnage, débuté en 2016 ne semble pas avoir eu d'effet majeur sur les résultats d'inventaire, même si une chute des richesses spécifiques est observée en 2016 et plus globalement en 2017, les résultats de 2018 et 2019 semblent rattraper les tendances observées avant 2016.

## 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



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

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

CNPE de CIVAUX  
BP 64  
86 320 Civaux  
05.49.83.50.00

Les données de ce rapport ne sont utilisables qu'après l'accord d'EDF