

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

2022

Bilan rédigé au titre de l'article 4.4.4 de l'arrêté
du 7 février 2012
Réf : D5170SCERAC23001_00



SOMMAIRE

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Chinon en 2022	4
I. Contexte	4
II. Le CNPE de Chinon	4
III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Chinon	6
IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	7
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des événements significatifs pour l'environnement	7
Partie II - Prélèvements d'eau	9
I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement	11
II. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel	11
III. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique	12
IV. Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance	12
Partie III – Restitution et consommation d'eau	14
I. Restitution d'eau	14
II. Consommation d'eau	14
Partie IV - Rejets d'effluents	15
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	16
II. Rejets d'effluents liquides	32
III. Rejets thermiques	50
Partie V - Prévention du risque microbiologique	52
I. Bilan annuel des colonisations en circuit	52
II. Synthèse des traitements biocides et rejets associés	53
Partie VI - Surveillance de l'environnement	54
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	54
II. Physico-chimie des eaux souterraines	60
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	62
IV. Physico-chimie et Hydrobiologie	66
V. Acoustique environnementale	69

Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation
70

Partie VIII - Gestion des déchets _____ **73**

I. Les déchets radioactifs _____ 73

II. Les déchets non radioactifs _____ 80

ABREVIATIONS _____ **82**

ANNEXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de Chinon Année 2022 _____ **83**

ANNEXE 2 : Suivi radioécologique annuel du CNPE de Chinon Année 2021 _____ **85**

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Chinon en 2022

I. Contexte

« La conformité à la réglementation en vigueur, la prévention des pollutions ainsi que la recherche d'amélioration continue de la performance environnementale » constituent l'un des engagements de la politique environnementale d'EDF.

Dans ce cadre, tous les Centres Nucléaires de Production d'Electricité (CNPE) d'EDF disposent d'un système de management de l'environnement certifié « ISO14001 ».

La maîtrise des événements, susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement, repose sur une application stricte des règles de prévention (bonne gestion des eaux usées, des « effluents », de leurs traitements, entreposage, contrôles avant rejet, etc.) et sur un système complet de surveillance de l'environnement sur et autour des CNPE.

En application de l'article 4.4.4 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, ce document présente le bilan de l'année 2022 du CNPE de Chinon en matière d'environnement.

II. Le CNPE de Chinon

Le Centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Chinon s'étend sur 155 hectares en bordure de Loire. Implanté au sein du Parc Naturel Régional Loire-Anjou-Touraine, il est installé sur le territoire de la commune d'Avoine, à l'ouest du département d'Indre-et-Loire (37), situé sur la rive gauche de la Loire, à mi-chemin entre Tours et Angers. En 2022, le site compte un effectif total de 1 379 salariés EDF, 300 salariés d'autres entités EDF et 1 100 salariés permanents d'entreprises prestataires.

L'ensemble des installations de la centrale de Chinon regroupe :

- Quatre unités de production d'électricité (Réacteur à eau pressurisée - REP) en fonctionnement ;
- Trois unités (Uranium Naturel Graphite Gaz - UNGG) en cours de déconstruction ;
- Un Atelier des Matériaux Irradiés (AMI) en cours de déconstruction ;
- Un Laboratoire Intégré d'Expertises Ceidre (LIDEC) ;
- Un Magasin InterRégional (appelé MIR) de stockage de combustible neuf destiné aux réacteurs de la filière (Réacteur à eau pressurisée - REP) du parc nucléaire français.

Le CNPE de Chinon a connu deux périodes de construction : Chinon A, de 1956 à 1966, et Chinon B, de 1976 à 1987.

Pendant la première période, trois unités de puissance croissante, de la filière UNGG, ont été mises en service :

- Chinon A1 (appelée aussi EDF 1) en 1963, d'une puissance de 70 MW (arrêtée en 1973 et transformée en musée appelé « La Boule ») ;
- Chinon A2 en 1965, d'une puissance de 210 MW (arrêtée en 1985) ;
- Chinon A3 en 1966, d'une puissance de 480 MW (arrêtée en 1990).

Ces réacteurs en phase de déconstruction correspondent aux installations nucléaires de base (INB) n° 133, 153 et 161.

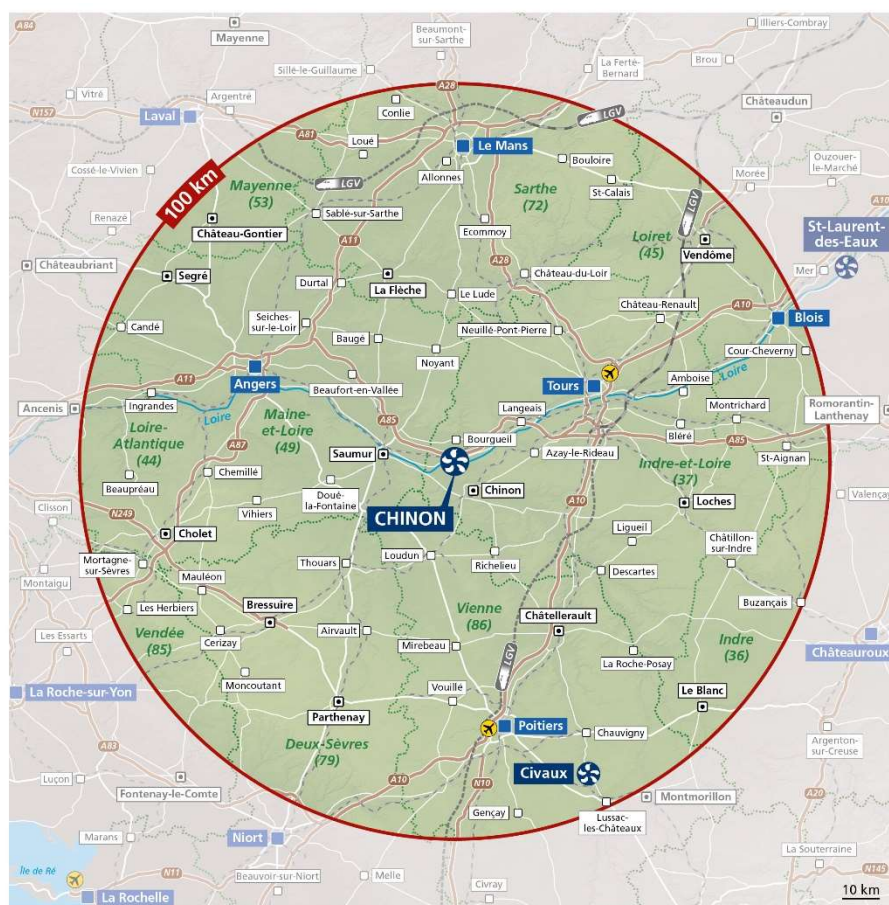
La deuxième période d'exploitation a commencé en 1976 avec le début des travaux de la première des quatre unités de la filière REP de Chinon B. Le couplage au réseau a été réalisé en 1982 pour Chinon B1, 1983 pour Chinon B2, 1986 pour Chinon B3 et 1987 pour Chinon B4. Ces réacteurs correspondent aux installations nucléaires de base n°107 (Chinon B1 et B2) et 132 (Chinon B3 et B4). Ces 4 réacteurs sont pleinement exploités aujourd'hui et développent chacun une puissance électrique disponible pour le réseau de 900 MW.

Le site de Chinon accueille également un Atelier des Matériaux Irradiés (AMI). Il s'agissait d'un ensemble d'installations et de laboratoires, chargé des examens, contrôles et expertises métallurgiques, mécaniques et chimiques sur les différents matériels radioactifs des centrales EDF. L'AMI a été construit en 1959 à proximité d'EDF 1, première centrale nucléaire d'EDF. À partir des années 1970, l'AMI a répondu aux demandes des premiers réacteurs graphite gaz, puis à celles des réacteurs de la génération à eau sous pression. L'atelier avait pour mission d'appuyer la direction du parc nucléaire et d'apporter aide et assistance aux centrales. Cette installation correspond à l'INB n° 94. Le 24 juin 2013, un dossier de demande de démantèlement complet (MAD-DEM) a été déposé. Ce dossier a donné lieu à la mise à jour des décisions ASN n°2015-DC-0527 et 2015-DC-0528 au 1^{er} septembre 2022 permettant d'engager les opérations de démantèlement de l'Atelier des Matériaux Irradiés.

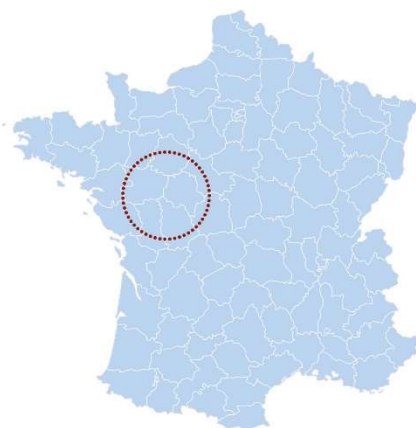
Un Laboratoire Intégré d'Expertises Ceidre (LIDEC) est entré en service industriel en 2015 en remplacement de l'AMI, qui a cessé ses activités le 31 décembre 2015. Le LIDEC est une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Le dossier de demande de démantèlement de l'AMI a été complété par le dépôt de deux addenda (26 juin 2014 et 26 mai 2016). A l'issue de l'instruction de l'ASN, le dossier compilé a fait l'objet d'une saisine pour instruction de l'Autorité Environnementale par la MSNR le 1er septembre 2016. Une enquête publique a été réalisée par la Préfecture d'Indre-et-Loire du 16 janvier au 15 février 2017 dans le cadre du démantèlement de l'AMI qui a émis un avis favorable. Le décret est paru en 2020.

Enfin, un Magasin Inter-Régional (MIR) de stockage de combustible neuf destiné aux réacteurs du parc nucléaire français est également installé sur le site. Il constitue l'INB n°99. Les installations nucléaires de base de Chinon sont placées sous la responsabilité d'un directeur, qui s'appuie sur un comité de direction constitué de personnes en charge de la responsabilité de chacune de ces installations.

Localisation du site



Les grandes villes et axes de communication



- Préfecture départementale
- Sous-préfecture
- Autre ville

Les installations nucléaires de base de Chinon

TYPE D'INSTALLATION NATURE DE L'INSTALLATION		
TYPE D'INSTALLATION	NATURE DE L'INSTALLATION	N° INB
Atelier des matériaux irradiés (AMI)	Utilisation de substances radioactives	94
Magasin interrégional de stockage du combustible neuf	Entreposage de combustible neuf	99
Centrale nucléaire	Réacteurs B1 et B2	107
Centrale nucléaire	Réacteurs B3 et B4	132
Chinon A1 D – centrale UNGG en déconstruction	Stockage ou dépôt de substances radioactives	133
Chinon A2 D – centrale UNGG en déconstruction	Stockage ou dépôt de substances radioactives	153
Chinon A3 D – centrale UNGG en déconstruction	Stockage ou dépôt de substances radioactives	161

III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Chinon

La surveillance de l'environnement industriel est réalisée en application d'une prescription interne d'EDF. Lors de l'année 2022, aucune modification notable au voisinage du CNPE de Chinon n'a été identifiée.

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

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

- les Valeurs Toxicologiques de Référence pour l'impact sanitaire sur l'Homme, valeurs sélectionnées selon les critères définis dans la note d'information n°DGS/EA/DGPR/2014/307 du 31/10/2014,
- les valeurs seuils ou valeurs guides issues des textes réglementaires ou des grilles de qualité d'eau, les données écotoxicologiques, en particulier les PNEC (Predicted No Effect Concentration), et les études testant la toxicité et l'écotoxicité des effluents CRT, pour l'analyse des incidences sur l'environnement. A noter que les PNEC sont validées par la R&D d'EDF après revue bibliographique exhaustive et, si nécessaire, réalisation de tests écotoxicologiques commandités par EDF et réalisés selon les normes OCDE et les Bonnes Pratiques de Laboratoire.

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

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

En 2001, le CNPE de Chinon a été certifié, pour la première fois, ISO 14001. L'obtention de la norme ISO 14001 est une reconnaissance internationale de la prise en compte de l'environnement dans l'ensemble des activités de l'entreprise. Elle est l'assurance d'une démarche d'amélioration continue et de la mise en place d'une organisation spécifique au domaine de l'environnement.

La protection de l'environnement, sur le terrain comme en laboratoire, a toujours été une priorité pour les CNPE d'EDF. Comme pour tous les sites industriels, les exigences environnementales fixées par le CNPE de Chinon 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 Chinon. 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 Chinon a mis en place un système permettant de détecter, tracer, déclarer, les Événements Significatifs pour l'Environnement (ESE) à l'Autorité de Sûreté Nucléaire, de traiter ces événements et d'en analyser les causes profondes pour les éradiquer.

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

1. Bilan des événements significatifs pour l'environnement déclarés

Le tableau suivant récapitule les événements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de Chinon en 2022.

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives
ESE 6	01/12/22	Emission ponctuelle de 156,62 kg de fluide frigorigène provenant du circuit B du groupe 4 DEG 301 GF Emission, en une seule fois, de fluide frigorigène égal à 224 tonnes équivalent CO2	- Effectuer le remplacement de l'économiseur défaillant. - Réaliser une revue technique sur les groupes froids DEG. - Envoyer un courrier à l'unité d'ingénierie nationale demandant de garantir des délais d'approvisionnement de ces pièces de rechange.

2. Bilan des incidents de fonctionnement

Durant l'année 2022, le CNPE de Chinon a rencontré des indisponibilités concernant :

- Les évaporateurs de traitement des effluents primaires. Cette indisponibilité n'a pas eu d'incidence sur le respect des limites de rejets.
- La chaîne de mesure atmosphérique de la laverie (5 jours). La laverie était hors exploitation et il n'y avait pas de travaux en cours.

Durant l'année 2022, le CNPE de Chinon a observé un défaut d'étanchéité concernant :

- Le clapet anti-retour des effluents de l'atelier chaud entraînant un déversement dans la rétention. Ces effluents sont restés confinés et pompés en moins de 48h.
- Un groupe froid avec un manque de fluide frigorigène de 21,55 kg constaté suite une maintenance. Ce manque n'est pas dû à une fuite d'un organe. Il s'agit d'une perte technologique de ce matériel depuis sa mise en service en 2011.

Partie II - Prélèvements d'eau

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

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

Dans un CNPE, l'eau est nécessaire pour :

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

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

- le circuit primaire pour extraire la chaleur : c'est un circuit fermé parcouru par de l'eau sous pression (155 bars) et à une température de 300° C. L'eau passe dans la cuve du réacteur, capte la chaleur produite par la réaction de fission du combustible nucléaire et transporte cette énergie thermique vers le circuit secondaire au travers des générateurs de vapeur.
- le circuit secondaire pour produire la vapeur : au contact des milliers de tubes en « U » des générateurs de vapeur, l'eau du circuit primaire transmet sa chaleur à l'eau circulant dans le circuit secondaire, lui-aussi fermé. L'eau de ce circuit est ainsi transformée en vapeur qui fait tourner la turbine. Celle-ci entraîne l'alternateur qui produit l'électricité. Après son passage dans la turbine, la vapeur repasse à l'état liquide dans le condenseur ; cette eau est ensuite renvoyée vers les générateurs de vapeur pour un nouveau cycle.
- un troisième circuit, appelé « circuit de refroidissement » : pour condenser la vapeur et évacuer la chaleur, le circuit de refroidissement comprend un condenseur, appareil composé de milliers de tubes dans lesquels circule de l'eau froide prélevée dans la rivière ou la mer. Au contact de ces tubes, la vapeur se condense. Ce circuit de refroidissement est différent selon la situation géographique du CNPE :
 - o en bord de mer ou d'un fleuve à grand débit, les CNPE fonctionnent avec un circuit de refroidissement totalement ouvert.
De l'eau (environ 50 m³ par seconde) est prélevée pour assurer le refroidissement des équipements via le condenseur. Une fois l'opération de refroidissement effectuée, l'eau qui n'est jamais entrée en contact avec la radioactivité, est intégralement restituée dans la mer ou le fleuve, à une température légèrement plus élevée.
 - o sur les fleuves ou les rivières dont le débit est plus faible, les CNPE fonctionnent avec un circuit en partie fermé.
Le refroidissement de l'eau chaude issue du condenseur se fait par échange thermique avec de l'air ambiant dans une grande tour réfrigérante atmosphérique appelée « aéroréfrigérant ». Une partie de l'eau chaude se

vaporise sous forme d'un panache visible, , au sommet de la tour. Cette vapeur d'eau n'est pas une fumée, elle ne contient pas de CO₂. Le reste de l'eau refroidie retourne dans le condenseur. Ce système avec aéroréfrigérants permet donc de réduire considérablement les prélèvements d'eau qui sont de l'ordre de 2 m³ par seconde.

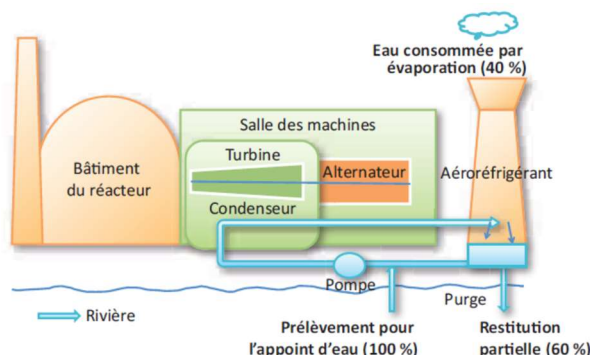


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement fermé (Source : EDF)

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

Que les CNPE soient en fonctionnement ou à l'arrêt, la grande majorité de l'eau prélevée est restituée à sa source, c'est-à-dire au milieu naturel à proximité du point de prélèvement. Plus précisément, de l'ordre de 60% pour les installations en circuit fermé, les 40% restant étant très majoritairement attribuable à l'évaporation d'eau au niveau des tours aéroréfrigérantes.

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

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

I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée au refroidissement de l'année 2022.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	1,75E+01
Février	1,41E+01
Mars	1,54E+01
Avril	1,42E+01
Mai	1,42E+01
Juin	1,24E+01
Juillet	1,42E+01
Août	1,66E+01
Septembre	1,64E+01
Octobre	1,70E+01
Novembre	1,68E+01
Décembre	1,66E+01
TOTAL	1,85E+02

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

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel de l'année 2022.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	1,49E-01
Février	1,20E-01
Mars	1,31E-01
Avril	1,20E-01
Mai	1,21E-01
Juin	1,06E-01
Juillet	1,35E-01
Août	1,41E-01
Septembre	1,40E-01
Octobre	1,45E-01
Novembre	1,43E-01
Décembre	1,41E-01
TOTAL	1,59E+00

III. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destiné à l'usage domestique de l'année 2022.

	Prélèvement d'eau (en milliers de m ³)
Janvier	7,07E+00
Février	6,78E+00
Mars	6,26E+00
Avril	6,29E+00
Mai	5,99E+00
Juin	5,70E+00
Juillet	7,43E+00
Août	7,54E+00
Septembre	6,63E+00
Octobre	7,55E+00
Novembre	7,03E+00
Décembre	6,73E+00
TOTAL	8,10E+01

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

1. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2022

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2020 à 2022 avec la valeur du prévisionnel 2022.

Année	Milieu	Volume (milliers de m ³)
2020	Eau douce superficielle (Loire)	184 764
2021		180 936
2022		186 995
Prévisionnel 2022		190 000
2020	Eau souterraine (Nappes phréatiques)	0,288
2021		29,825
2022		15,673
Prévisionnel 2022		20
2020	Eau douce de réseau (Eau potable de la Communauté de Communes Chinon Veron Loire)	62,9
2021		96,6*
2022		81,0

*Valeur 2021 consolidée après contrôle des compteurs volumétriques de site

Commentaires : Le volume annuel d'eau prélevé est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2022, compte tenu du temps effectif de fonctionnement des tranches. Les quantités d'eau prélevée dans les eaux souterraines sont en augmentation depuis 2021 compte tenu des travaux de création de puits d'appoint en eau d'ultime secours décrit au paragraphe IV-4.

2. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des débits instantanés et des volumes d'eau prélevés cette année avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0528 modifiée.

Milieu	Limites de prélèvement		Prélèvement		Unité
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
Loire	Débit instantané	8,6	7,720	5,878	m³/ s
	Volume journalier	7,40E+05	6,13E+05	5,08E+05	m³
	Volume annuel	2,00E+08	1,87E+08		m³
Nappe phréatique (eau industrielle et d'incendie)	Débit instantané	45	-	-	m³/ h
	Volume journalier	1 000	-	-	m³
	Volume annuel	80 000	-		m³
Nappe phréatique (surveillance des réseaux de drainage des îlot nucléaires*)	Débit instantané	100	75	75	m³/ h
	Volume journalier	800	34	20,2	m³
	Volume annuel	9 600	243		m³
APU (Appoint ultime en eau)	Débit instantané	300 ⁽¹⁾	127	76,4	m³/ h
	Volume journalier	7 200 ⁽¹⁾	2 986,6	679,9	m³
	Volume annuel	69 000 ⁽¹⁾	15 378		m³

*Correspond au volume annuel prélevé

(1) Limites lors de la phase de développement des puits et de la réalisation des essais initiaux sur l'installation de pompage d'appoint ultime en eau

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

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

L'année 2022 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

4. Opérations exceptionnelles de prélèvements

Dans le cadre du retour d'expérience de l'événement survenu à la centrale de Fukushima-Daiichi, des travaux de création de puits d'appoint en eau d'ultime secours pour les matériels de l'îlot Nucléaire ont été engagés en 2021. Pour l'année 2022, la poursuite des travaux de développement des puits ainsi que les essais initiaux sur l'installation de pompage d'appoint ultime ont conduit à des prélèvements d'eau souterraine dans les quantités précisées au paragraphe IV-2 et dans le respect des limites fixées par la décision ASN n°2015-DC-0528 modifiée.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE de Chinon pour l'année 2022 est présentée dans le tableau ci-dessous :

		Restitution d'eau			Unités
		Eau de refroidissement	Rejets radioactifs	Rejets industriels	
Restitution mensuelle	Janvier	2,40E-03	1,20E-02	1,25E+01	millions de m ³
	Février	2,63E-03	1,35E-02	1,07E+01	
	Mars	1,91E-03	1,11E-02	1,26E+01	
	Avril	2,47E-03	1,68E-02	1,12E+01	
	Mai	1,92E-03	1,26E-02	1,09E+01	
	Juin	2,09E-03	8,28E-03	9,51E+00	
	Juillet	2,83E-03	1,37E-02	1,12E+01	
	Août	1,65E-03	1,62E-02	1,23E+01	
	Septembre	1,63E-03	1,20E-02	1,22E+01	
	Octobre	2,37E-03	1,85E-02	1,38E+01	
	Novembre	3,51E-03	1,61E-02	1,24E+01	
	Décembre	3,23E-03	1,21E-02	1,17E+01	
TOTAL	Restitution au milieu aquatique	1,41E+02			millions de m ³
	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	75,5			%

II. Consommation d'eau

La consommation d'eau correspond à la différence entre la quantité d'eau prélevée et la quantité d'eau restituée au milieu aquatique. Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel de consommation d'eau de l'année 2022.

	Consommation d'eau (en millions de m ³)
Janvier	5,15E+00
Février	3,47E+00
Mars	2,86E+00
Avril	3,05E+00
Mai	3,48E+00
Juin	2,95E+00
Juillet	3,16E+00
Août	4,41E+00
Septembre	4,37E+00
Octobre	3,33E+00
Novembre	4,53E+00
Décembre	5,09E+00
TOTAL	4,58E+01

Cette consommation représente 24,5% de la quantité d'eau prélevée et correspond en grande majorité à l'eau évaporée (tours aéroréfrigérantes).

Partie IV - Rejets d'effluents

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

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

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

Les rejets d'effluents se présentent sous différentes formes :

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

Optimisés, réduits, traités et surveillés, les rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides génèrent une exposition des populations plus de 100 fois inférieure à la limite réglementaire d'exposition reçue par une personne du public fixée à 1mSv/an dans l'article R1333-8 du code de la santé publique

I. Rejets d'effluents à l'atmosphère

1. Rejets d'effluents à l'atmosphère radioactifs

Pour les tranches en fonctionnement, il existe deux sources de rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère :

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

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

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

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

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

a. Règles spécifiques de comptabilisation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs à l'atmosphère pour les tranches en déconstructions (Chinon A) :

Paramètres	Radionucléide
Tritium	^3H
Carbone 14	^{14}C
Produits de fission et d'activation	^{60}Co
	^{137}Cs
	^{36}Cl
	^{55}Fe
	^{63}Ni
	^{90}Sr

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs liquides pour l'Atelier des Matériaux Irradiés (AMI) en exploitation (jusqu'au 31 août 2022) :

Paramètres	Radionucléide
Gaz rares	^{85}Kr
	^{133}Xe
	^{135}Xe
Iodes	^{131}I
	^{133}I
Produits de fission et d'activation	^{58}Co
	^{60}Co
	^{134}Cs
	^{137}Cs

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs à l'atmosphère pour l'Atelier des Matériaux Irradiés (AMI) en démantèlement (à partir du 1^{er} septembre 2022) :

Paramètres	Radionucléide
Tritium	^3H
Carbone 14	^{14}C
Produits de fission et d'activation	^{60}Co
	^{137}Cs
	^{55}Fe
	^{63}Ni
	^{90}Sr
Emetteurs alpha	Alpha global

c. Cumul mensuel

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

	⁴¹ Ar (GBq)	⁸⁵ Kr (GBq)	^{131m} Xe (GBq)	¹³³ Xe (GBq)	¹³⁵ Xe (GBq)	¹³¹ I (GBq)	¹³³ I (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)
Janvier	2,56E+00	1,63E-03	1,61E-04	2,28E+01	1,24E+01	1,48E-04	1,18E-03	3,93E-05	3,77E-05	2,89E-05	3,58E-05
Février	2,14E+01	6,16E-03	9,19E-04	2,41E+01	1,15E+01	1,10E-04	6,04E-04	4,09E-05	3,85E-05	3,30E-05	3,58E-05
Mars	2,18E+00	4,16E-03	5,29E-04	2,45E+01	1,31E+01	1,36E-04	8,74E-04	3,50E-05	3,84E-05	3,14E-05	3,23E-05
Avril	2,66E+00	7,36E-03	1,22E-03	2,40E+01	1,33E+01	1,20E-04	6,54E-04	3,95E-05	4,36E-05	3,61E-05	4,34E-05
Mai	1,08E+01	/	/	3,10E+01	1,46E+01	1,65E-04	8,51E-04	4,36E-05	3,92E-05	3,48E-05	4,36E-05
Juin	1,11E+00	3,48E-03	4,90E-04	2,43E+01	1,35E+01	2,55E-04	7,66E-04	3,49E-05	3,21E-05	2,80E-05	3,43E-05
Juillet	2,93E+00	4,14E-03	7,96E-04	2,62E+01	1,46E+01	6,38E-03	7,41E-04	3,52E-05	3,36E-05	2,85E-05	3,75E-05
Août	2,93E+00	3,12E-03	1,35E-03	2,89E+01	1,33E+01	1,65E-04	6,61E-04	3,62E-05	3,51E-05	2,90E-05	3,26E-05
Septembre	3,05E+00	/	/	2,28E+01	1,28E+01	2,82E-04	8,01E-04	4,00E-05	3,07E-05	3,22E-05	3,78E-05
Octobre	2,09E+00	1,55E-03	1,71E-04	2,56E+01	1,29E+01	3,94E-04	8,93E-04	3,89E-05	3,64E-05	3,34E-05	3,72E-05
Novembre	3,52E+00	/	/	1,99E+01	1,11E+01	1,74E-04	7,30E-04	3,37E-05	2,81E-05	2,91E-05	3,68E-05
Décembre	4,35E+00	5,77E-03	3,46E-03	3,17E+01	1,14E+01	1,28E-03	5,59E-04	3,94E-05	3,40E-05	3,85E-05	4,19E-05
TOTAL ANNUEL	5,96E+01	3,74E-02	9,09E-03	3,06E+02	1,55E+02	9,62E-03	9,31E-03	4,57E-04	4,27E-04	3,83E-04	4,49E-04

	Volumes rejetés (m³)	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	4,07E+08	3,78E+01	3,58E+01	3,11E+02	1,32E-03	1,42E-04
Février	3,74E+08	5,70E+01	5,68E+01		7,14E-04	1,48E-04
Mars	4,06E+08	3,98E+01	6,84E+01		1,01E-03	1,37E-04
Avril	4,08E+08	4,00E+01	7,78E+01	3,74E+02	7,74E-04	1,63E-04
Mai	4,36E+08	5,64E+01	1,51E+02		1,02E-03	1,61E-04
Juin	4,29E+08	3,90E+01	1,73E+02		1,02E-03	1,29E-04
Juillet	4,42E+08	4,37E+01	1,68E+02	2,56E+02	7,13E-03	1,35E-04
Août	4,28E+08	4,51E+01	1,34E+02		8,26E-04	1,33E-04
Septembre	4,13E+08	3,86E+01	1,12E+02		1,08E-03	1,41E-04
Octobre	4,11E+08	4,06E+01	8,81E+01	2,08E+02	1,29E-03	1,46E-04
Novembre	3,74E+08	3,46E+01	4,02E+01		9,04E-04	1,28E-04
Décembre	3,98E+08	4,74E+01	2,63E+01		1,84E-03	1,54E-04
TOTAL ANNUEL	4,92E+09	5,20E+02	1,13E+03	1,15E+03	1,89E-02	1,72E-03

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

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

Les cumuls mensuels des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère pour le démantèlement de Chinon A3 sont donnés dans le tableau suivant :

	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)	³⁶ Cl (GBq)	⁵⁵ Fe (GBq)	⁶³ Ni (GBq)	⁹⁰ Sr (GBq)
Janvier	3,28E-06	3,82E-06	2,61E-05	/	/	/
Février	3,24E-06	3,83E-06	3,25E-05	/	/	/
Mars	2,95E-06	3,49E-06	1,66E-05	/	/	/
Avril	3,42E-06	4,03E-06	1,85E-05	/	/	/
Mai	3,38E-06	3,50E-06	1,64E-05	/	/	/
Juin	3,26E-06	3,63E-06	1,58E-05	/	/	/
Juillet	3,60E-06	3,86E-06	1,63E-05	3,46E-05	/	/
Août	3,28E-06	3,39E-06	1,77E-05	/	/	/
Septembre	3,34E-06	3,22E-06	1,65E-05	/	/	/
Octobre	2,88E-06	3,43E-06	2,21E-05	/	/	/
Novembre	3,54E-06	3,39E-06	5,65E-05	/	/	/
Décembre	3,05E-06	2,49E-06	2,98E-05	/	/	/
TOTAL ANNUEL	3,92E-05	4,21E-05	2,85E-04	3,46E-05	/	/

	Volumes rejetés (m³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	3,51E+07	1,31E-02	6,59E-02	3,32E-05
Février	2,85E+07	1,62E-02		3,95E-05
Mars	3,15E+07	8,32E-03		2,31E-05
Avril	2,84E+07	9,23E-03	1,01E-01	2,59E-05
Mai	3,36E+07	8,21E-03		2,33E-05
Juin	2,60E+07	7,89E-03		2,27E-05
Juillet	3,34E+07	8,13E-03	1,07E-01	5,83E-05
Août	3,13E+07	8,83E-03		2,43E-05
Septembre	2,94E+07	8,25E-03		2,31E-05
Octobre	2,79E+07	1,11E-02	2,16E-01	2,84E-05
Novembre	3,09E+07	2,83E-02		6,35E-05
Décembre	3,11E+07	1,49E-02		3,53E-05
TOTAL ANNUEL	3,67E+08	1,42E-01	4,90E-01	4,01E-04

Les cumuls mensuels des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère pour les installations de l'AM sont donnés dans le tableau suivant :

	⁸⁵ Kr (1) (GBq)	¹³³ Xe (1) (GBq)	¹³⁵ Xe (1) (GBq)	¹²⁹ I (2) (GBq)	¹³¹ I (1) (GBq)	¹³³ I (1) (GBq)	⁵⁸ Co (1) (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁴ Cs (1) (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)	⁵⁵ Fe (2) (GBq)	⁶³ Ni (2) (GBq)	⁹⁰ Sr (2) (GBq)
Janvier	/	1,85E+00	1,02E+00	/	1,06E-05	1,78E-04	8,11E-06	7,26E-06	6,81E-06	8,57E-06	/	/	/
Février	/	2,30E+00	1,05E+00	/	7,26E-06	4,50E-05	8,10E-06	6,01E-06	6,77E-06	8,09E-06	/	/	/
Mars	/	2,13E+00	1,07E+00	/	9,08E-06	4,71E-05	7,79E-06	6,57E-06	6,46E-06	8,56E-06	/	/	/
Avril	/	1,99E+00	1,13E+00	/	8,03E-06	3,41E-05	8,68E-06	8,16E-06	7,75E-06	8,74E-06	/	/	/
Mai	1,03E-02	2,35E+00	1,16E+00	/	7,64E-06	4,42E-05	8,57E-06	6,74E-06	6,65E-06	8,20E-06	/	/	/
Juin	/	1,81E+00	1,11E+00	/	5,94E-06	2,78E-05	8,33E-06	6,91E-06	6,86E-06	8,52E-06	/	/	/
Juillet	/	2,18E+00	1,22E+00	/	9,30E-06	4,71E-05	7,77E-06	8,80E-06	6,92E-06	9,65E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Août	/	2,11E+00	1,19E+00	/	5,69E-06	2,69E-05	8,53E-06	7,73E-06	7,32E-06	8,68E-06			
Septembre	/	/	/	0,00E+00	/	/	/	9,24E-06	/	1,11E-05			
Octobre	/	/	/	0,00E+00	/	/	/	8,27E-06	/	1,04E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Novembre	/	/	/	0,00E+00	/	/	/	8,13E-06	/	9,46E-06			
Décembre	/	/	/	0,00E+00	/	/	/	7,28E-06	/	9,08E-06			
TOTAL ANNUEL	1,03E-02	1,67E+01	8,94E+00	0,00E+00	6,35E-05	4,50E-04	6,59E-05	9,11E-05	5,55E-05	1,09E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

(1) Radionucléide suivi jusqu'à l'entrée en vigueur des décisions ASN n°2022-DC-0733 et 2022-DC-0734 au 1^{er} septembre 2022 modifiant les décisions n°2015-DC-0527 et 2015-DC-0528.

(2) Radionucléide suivi à partir de l'entrée en vigueur des décisions ASN n°2022-DC-0733 et 2022-DC-0734 au 1^{er} septembre 2022 modifiant les décisions n°2015-DC-0527 et 2015-DC-0528.

	Volumes rejetés (m ³)	Activités gaz rares (GBq) (1)	Activité Tritium (GBq) (2)	Activité Carbone 14 (GBq) (2)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)	Activités Alpha (GBq)
Janvier	6,87E+07	2,87E+00	/	/	1,88E-04	3,08E-05	/
Février	6,51E+07	3,35E+00	/		5,23E-05	2,90E-05	/
Mars	6,97E+07	3,20E+00	/		5,62E-05	2,94E-05	/
Avril	6,38E+07	3,12E+00	/	/	4,22E-05	3,33E-05	/
Mai	7,21E+07	3,52E+00	/		5,18E-05	3,02E-05	/
Juin	6,40E+07	2,92E+00	/		3,37E-05	3,06E-05	/
Juillet	7,04E+07	3,40E+00	/	5,88E-02	5,64E-05	3,31E-05	/
Août	7,06E+07	3,30E+00	/		3,26E-05	3,23E-05	/
Septembre	6,53E+07	/	1,90E-02		/	2,03E-05	1,12E-06
Octobre	5,39E+07	/	1,75E-02	5,68E-02	/	1,87E-05	8,40E-07
Novembre	6,80E+07	/	1,84E-02		/	1,76E-05	1,20E-06
Décembre	5,40E+07	/	2,01E-02		/	1,64E-05	1,26E-06
Total du 01/01/2022 au 30/08/2022	5,44E+08	2,57E+01	0,00E+00	/	5,13E-04	2,49E-04	/
Total du 01/09/2022 au 31/12/2022	2,41E+08	/	7,51E-02	1,16E-01	0,00E+00	7,29E-05	4,42E-06
TOTAL ANNUEL	7,85E+08	2,57E+01	7,51E-02	1,16E-01	5,13E-04	3,22E-04	4,42E-06

(1) Radionucléide suivi jusqu'à l'entrée en vigueur des décisions ASN n°2022-DC-0733 et 2022-DC-0734 au 1^{er} septembre 2022 modifiant les décisions n°2015-DC-0527 et 2015-DC-0528.

(2) Radionucléide suivi à partir de l'entrée en vigueur des décisions ASN n°2022-DC-0733 et 2022-DC-0734 au 1^{er} septembre 2022 modifiant les décisions n°2015-DC-0527 et 2015-DC-0528.

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022 pour les tranches en fonctionnement de Chinon B :

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2020	7,53E+02	1,11E+03	6,71E+02	1,71E-02	2,14E-03
2021	5,30E+02	1,11E+03	8,32E+02	2,21E-02	1,90E-03
2022	5,20E+02	1,13E+03	1,15E+03	1,89E-02	1,72E-03
Prévisionnel 2022	1,2E+03	1,3E+03	8,00E+02	2,5E-02	4,2E-03

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère en carbone 14 sont légèrement supérieurs au prévisionnel et restent du même ordre grandeur. Compte tenu de la variabilité des « Gaz rares » et « Autre produits de fission et d'activation », ces rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2022.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022 pour le démantèlement de Chinon A3 :

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)		
	Tritium	Carbone 14	Autres produits de fission et d'activation
2020	2,85E-01	9,71E-02	6,84E-04
2021	1,88E-01	1,64E-01	7,17E-03
2022	1,42E-01	4,90E-01	4,01E-04
Prévisionnel 2022	2,0E+00	8,0E-01	3,3E-03

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2022.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022 pour les installations de l'AMI :

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)					
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation	Alpha
2020	3,73E+01	/	/	8,37E-04	4,42E-04	/
2021	3,58E+01	/	/	6,51E-04	3,51E-04	/
2022 (AMI en fonctionnement)	2,57E+01	/	/	5,13E-04	2,49E-04	/
2022 (AMI en démantèlement)	/	7,51E-02	1,16E-01	/	7,29E-05	4,42E-06
2022 (Total)	2,57E+01	7,51E-02	1,16E-01	5,13E-04	3,22E-04	4,42E-06
Prévisionnel 2022 (AMI en fonctionnement)	2,0E+01	/	/	3,0E-04	2,0E-04	/
Prévisionnel 2022 (AMI en démantèlement)	/	4,0E+01	4,0E+00	5,0E-05	3,0E-02	6,0E-04
Prévisionnel 2022 (Total)	2,0E+01	4,0E+01	4,0E+00	3,5E-04	3,02E-02	6,0E-04

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère en « Gaz rares » et « Iodes » sont légèrement supérieurs aux valeurs du prévisionnel 2022. En effet, ce dernier a été établi en anticipation d'un début des activités de démantèlement à compter de mai 2022 associé à l'entrée en vigueur supposée de nouvelles limites et modalités de surveillance. Or, ces limites et modalités de surveillance étant entrées en vigueur au 1^{er} septembre 2022, les rejets associés à l'AMI en fonctionnement ont été comptabilisés sur 8 mois au lieu de 4 mois.

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour les tranches en fonctionnement de Chinon B :

		Limites annuelles de rejet		Rejet
Paramètres	Localisation prélèvement	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	4,80E+04	5,20E+02
	Cheminée n° 1 (CHB 1-2)	Débit d'activité (Bq/s)	4,95E+07	5,94E+05
	Cheminée n° 2 (CHB 3-4)	Débit d'activité (Bq/s)	4,95E+07	4,91E+05
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,20E+03	1,15E+03
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	8,00E+03	1,13E+03
	Cheminée n° 1 (CHB 1-2)	Débit d'activité (Bq/s)	4,95E+06	4,25E+04
	Cheminée n° 2 (CHB 3-4)	Débit d'activité (Bq/s)	4,95E+06	3,56E+04
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,20E+00	1,89E-02
	Cheminée n° 1 (CHB 1-2)	Débit d'activité (Bq/s)	5,00E+02	7,57E+00
	Cheminée n° 2 (CHB 3-4)	Débit d'activité (Bq/s)	5,00E+02	7,21E-01
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,80E-01	1,72E-03
	Cheminée n° 1 (CHB 1-2)	Débit d'activité (Bq/s)	3,10E+02	3,97E-02
	Cheminée n° 2 (CHB 3-4)	Débit d'activité (Bq/s)	3,10E+02	5,17E-02

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère pour les installations en fonctionnement respectent les valeurs limites de rejet de la décision ASN n°2015-DC-0527. Les débits d'activité ont respecté les valeurs de la décision ASN n°2015-DC-0527 tout au long de l'année 2022.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour le démantèlement de Chinon A3 :

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	3,15E+00	4,90E-01
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	9,35E+01	1,42E-01
	Cheminée n° 10 (ADVA A3)	Débit d'activité (Bq/s)	1,00E+05	3,24E+01
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E-01	4,01E-04
	Cheminée n° 10 (ADVA A3)	Débit d'activité (Bq/s)	1,40E+02	6,77E-02

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère pour le démantèlement de Chinon A3 respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n° 2015-DC-0527. Les débits d'activité ont respecté les valeurs de la décision ASN n° 2015-DC-0527 tout au long de l'année 2022.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour les installations de l'AMI en fonctionnement :

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	6,66E+01 ⁽¹⁾	2,57E+01
	Cheminée n° 5 (HA)	Débit d'activité (Bq/s)	1,00E+06	8,21E+03
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,33E-03 ⁽¹⁾	5,13E-04
	Cheminée n° 6 (MA)	Débit d'activité (Bq/s)	2,0E+00	2,38E-01
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	3,33E-03 ⁽¹⁾	2,49E-04
	Cheminée n° 5 (HA)	Débit d'activité (Bq/s)	8,0E+00	1,05E-02
	Cheminée n° 6 (MA)	Débit d'activité (Bq/s)	8,0E+00	5,32E-03
	Cheminée n° 7 (BA)	Débit d'activité (Bq/s)	8,0E+00	2,35E-03

(1) Valeur limite calculée au *prorata temporis* de la période « AMI en fonctionnement »

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour les installations de l'AMI en démantèlement :

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	6,66E+00 ⁽¹⁾	1,16E-01
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	3,33E+01 ⁽¹⁾	7,51E-02
	Cheminée n° 5 (HA)	Débit d'activité (Bq/s)	1,1E+05	8,34E+00
	Cheminée n° 6 (MA)	Débit d'activité (Bq/s)	1,6E+04	4,04E+00
	Cheminée n° 7 (BA)	Débit d'activité (Bq/s)	4,0E+03	2,05E+00
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	3,33E-04 ⁽¹⁾	/
	Cheminée n° 5 (HA)	Débit d'activité (Bq/s)	1,0E+00	/
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	3,33E-02 ⁽¹⁾	7,29E-05
	Cheminée n° 5 (HA)	Débit d'activité (Bq/s)	1,60E+02	6,75E-03
	Cheminée n° 6 (MA)	Débit d'activité (Bq/s)	3,0E+01	3,15E-03
	Cheminée n° 7 (BA)	Débit d'activité (Bq/s)	8,0E+00	2,35E-03
Alpha	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	6,66E-04 ⁽¹⁾	4,42E-06

(1) Valeur limite calculée au *prorata temporis* de la période « AMI en démantèlement »

Commentaires : Les limites de rejets pour les installations de l'AMI ont été modifiées à compter du 1^{er} septembre 2022 et l'entrée en vigueur de la décision ASN n°2022-DC-0733 correspondant à l'entrée en démantèlement de ces installations. Les rejets radioactifs à l'atmosphère pour les installations de l'AMI en fonctionnement et en démantèlement respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n° 2015-DC-0527. Les débits d'activité ont respecté les valeurs de la décision ASN n° 2015-DC-0527 tout au long de l'année 2022.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour les autorisations globales du site :

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale
Gaz rares	Global site	Débit d'activité (Bq/s)	1,0E+08	1,19E+06
Tritium			1,0E+07	7,51E+04
Iodes			1,0E+03	7,87E+00
Autres produits de fission et produits d'activation			1,0E+03	1,23E-01

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère pour l'ensemble des installations respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n°2015-DC-0527. Les débits d'activité ont respecté les valeurs de la décision ASN n°2015-DC-0527 tout au long de l'année 2022.

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

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

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

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

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

	Volume (m ³)	Rejets de vapeur du circuit secondaire		Rejets au niveau des événements des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines et d'entreposage des effluents liquides		Autres rejets	
		Tritium (Bq)	Iodes (Bq)	Tritium (Bq)	Iodes (Bq)	Tritium (Bq)	Iodes (Bq)
Janvier	1,10E+04	0,00E+00	0,00E+00	2,86E+07	0,00E+00	6,56E+00	0,00E+00
Février	2,85E+04	5,10E+09	0,00E+00	8,34E+07	0,00E+00	1,09E+01	0,00E+00
Mars	9,24E+03	0,00E+00	0,00E+00	3,05E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Avril	2,60E+04	0,00E+00	0,00E+00	7,30E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Mai	2,12E+04	0,00E+00	0,00E+00	6,51E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Juin	6,63E+03	0,00E+00	0,00E+00	2,90E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Juillet	1,66E+04	1,35E+10	0,00E+00	2,70E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Août	1,27E+04	0,00E+00	0,00E+00	2,64E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Septembre	8,83E+03	0,00E+00	0,00E+00	2,76E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Octobre	1,95E+04	0,00E+00	0,00E+00	6,05E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Novembre	1,91E+04	2,00E+08	0,00E+00	7,72E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Décembre	1,14E+04	0,00E+00	0,00E+00	4,62E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
TOTAL ANNUEL	1,91E+05	1,88E+10	0,00E+00	5,75E+08	0,00E+00	1,74E+01	0,00E+00

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

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

- Le lessivage chimique des générateurs de vapeur : l'encrassement des générateurs de vapeur peut nécessiter un lessivage chimique à l'origine de rejets chimiques à l'atmosphère (ammoniac...) qui nécessitent une autorisation administrative ; ces rejets sont, soit mesurés, soit estimés par calcul en fonction des quantités de produits chimiques utilisés.
- Les émissions des groupes électrogènes de secours : les groupes électrogènes de secours composés de moteurs diesel, les Turbines à Combustion (TAC) et les Diesels d'Ultime Secours (DUS) fonctionnant au gasoil sont destinés uniquement à alimenter des systèmes de sécurité et/ou à prendre le relais de l'alimentation électrique principale en cas de défaillance de celle-ci. Ils jouent donc un rôle majeur en termes de sûreté nucléaire. Les émissions des gaz de combustion (dioxyde de soufre SO₂, oxydes d'azote NO_x) de ces matériels de petites puissances sont faibles sachant qu'ils ne fonctionnent que peu de temps (moins de 50 h/an par diesel) lors des essais périodiques ou d'incidents.
- Les émissions de fluides frigorigènes. En effet, un CNPE est équipée de groupes frigorifiques pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs. Ces matériels utilisent des produits pouvant accroître l'effet de serre. Le fonctionnement des matériels et les opérations de maintenance conduisent à des émissions de fluides frigorigènes. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.
- Les opérations de maintenance effectuées dans les bâtiments réacteur des CNPE : Lors de ces opérations, une quantité plus ou moins importante de calorifuges est changée par des produits neufs. Pendant les phases de montée en température correspondant à la remise en service des installations, certains types de calorifuges émettent, par dégradation thermique, des vapeurs formolées dans l'enceinte, qui peuvent être à l'origine de rejets de monoxyde de carbone.
- Le conditionnement de circuit à l'arrêt : à l'occasion des arrêts de tranche pour une durée supérieure à une semaine, la conservation humide des générateurs de vapeur permet de s'affranchir du risque de corrosion des matériaux constitutifs et de disposer d'une barrière biologique (écran d'eau) pour réaliser des travaux environnants. Les générateurs de vapeur sont alors remplis avec de l'eau déminéralisée conditionnée à l'hydrazine et additionnée avec de l'ammoniaque dans des proportions définies dans les spécifications chimiques de conservation à l'arrêt.

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

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SO_x) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs Diesels) ayant fonctionné sur les 4 tranches de Chinon en 2022 est présenté dans le tableau suivant :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes
SO _x	kg	2,6

Commentaire : La baisse des rejets entre 2021 (3,5 kg) et 2022 (2,6 kg) est due à la réduction du nombre d'essais de fonctionnement périodiques du fait de la prolongation des arrêts de nos installations pour maintenance.

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2022, 48 m³ de calorifuges dans les enceintes des bâtiments réacteurs des unités de production N°2, N°3 et N°4 ont été renouvelés.

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

Concentration calculée	Unité	Paramètres	EBA	ETY
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère	mg/m ³	Formaldéhyde	5,26E-03	1,25E-04
		Monoxyde de carbone	4,91E-03	1,16E-04

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

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

Paramètre	Unité	TOTAL
Ammoniac	kg	279
Ethanolamine		54

Commentaire : Les rejets d'ammoniac sont influencés par le nombre d'arrêts de tranche et leur durée. Les rejets 2022 sont du même ordre que pour 2021, ceci est dû au fait qu'un même nombre de conditionnements humides des générateurs de vapeurs a été réalisé en 2022 par rapport à 2021.

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

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

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

Paramètre	Masse en kg	Tonne équivalent CO ₂
Chloro-fluoro-carbone (CFC)	0,0	0,0
Hydrogéo-chloro-fluor-carbone (HCFC)	0,0	0,0
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)	192,31	280,1
Hexafluorure de soufre (SF6)	11,7	294,8
Total des émissions de GES en tonne équivalent CO ₂		574,9

Dans le respect de la réglementation relative aux systèmes d'échanges de quota d'émissions de gaz à effet de serre, le CNPE déclare chaque année les émissions de CO₂ provenant de l'activité de combustion de combustibles dans les installations dont la puissance thermique

totale de combustion est supérieure à 20 MW. Pour l'année 2022, les émissions liées à cette activité représentent 416 tonnes équivalent CO₂.

L'équivalent CO₂ total des émissions de GES du CNPE constituées des pertes de fluides frigorigènes, SF₆ et de la combustion des diesels de secours, représente $5,14 \cdot 10^{-2}$ gCO₂ / kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 19,26 TWh sur l'année 2022.

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

L'année 2022 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

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

Le CNPE de Chinon n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejets d'effluents à l'atmosphère en 2022.

II. Rejets d'effluents liquides

1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

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

- Les effluents provenant du circuit primaire dits « effluents primaires hydrogénés » contiennent des gaz de fission (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, chimique, planchers, servitudes), le traitement de ces effluents, approprié à leurs caractéristiques physico-chimiques, peut se faire :

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

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

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

Pour les autres installations nucléaires (déconstruction notamment), des effluents liquides radioactifs peuvent être générés par les procédés mis en œuvre. Ces effluents sont récoltés, stockés, traités et contrôlés avant rejet. Les rejets sont surveillés en continu et réalisés en concertation avec les autres rejets pour l'ensemble du CNPE.

a. Règles spécifiques de comptabilisation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs liquides pour les installations de Chinon A :

Paramètres	Radionucléide
Tritium	^3H
Carbone 14	^{14}C
Produits de fission et d'activation	^{60}Co
	^{137}Cs

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs liquides pour les installations de l'AMI en exploitation :

Paramètres	Radionucléide
Tritium	^3H
Produits de fission et d'activation	^{60}Co
	^{137}Cs

Aucun rejet radioactif liquide n'est prévu pour l'Atelier des Matériaux Irradiés (AMI) en démantèlement (à partir du 1^{er} septembre 2022).

c. Cumul mensuel

Le cumul mensuel des activités et volumes (T et Ex) des rejets d'effluents liquides pour les tranches en fonctionnement de Chinon B est donné dans le tableau suivant :

	Volumes rejetés (m³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq) hors C14, Ni63 inclus
Janvier	1,09E+04	2,64E+03	1,19E+00	8,14E-04	2,17E-02
Février	1,21E+04	3,53E+03	1,51E+00	9,34E-04	2,33E-02
Mars	9,24E+03	2,78E+03	2,01E+00	7,72E-04	4,67E-02
Avril	1,46E+04	2,32E+03	2,31E+00	1,22E-03	7,92E-02
Mai	9,80E+03	2,36E+03	7,15E-01	6,91E-04	4,46E-02
Juin	6,64E+03	2,31E+03	9,14E-01	8,30E-04	3,53E-02
Juillet	1,16E+04	2,29E+03	1,41E+00	1,17E-03	1,05E-01
Août	1,27E+04	1,49E+03	4,17E-01	6,04E-04	4,72E-02
Septembre	8,83E+03	1,94E+03	5,15E-01	6,98E-04	5,57E-02
Octobre	1,45E+04	4,15E+03	3,00E+00	8,69E-04	2,42E-02
Novembre	1,42E+04	6,08E+03	2,87E+00	1,20E-03	3,11E-02
Décembre	1,14E+04	3,64E+03	4,82E+00	9,35E-04	1,62E-02
TOTAL ANNUEL	1,37E+05	3,55E+04	2,17E+01	1,07E-02	5,30E-01

	¹³¹ I (GBq)	⁵⁴ Mn (GBq)	⁶³ Ni (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	^{110m} Ag (GBq)	^{123m} Te (GBq)	¹²⁴ Sb (GBq)	¹²⁵ Sb (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)
Janvier	8,14E-04	8,90E-04	1,68E-03	2,11E-03	3,68E-03	7,83E-03	6,06E-04	9,10E-04	2,36E-03	7,10E-04	9,40E-04
Février	9,34E-04	9,94E-04	1,84E-03	6,87E-03	2,64E-03	4,18E-03	8,14E-04	9,57E-04	2,93E-03	9,63E-04	1,05E-03
Mars	7,72E-04	1,88E-03	3,49E-03	8,96E-03	1,46E-02	1,15E-02	1,35E-03	8,69E-04	2,38E-03	8,07E-04	8,84E-04
Avril	1,22E-03	1,24E-03	1,76E-02	7,00E-03	2,12E-02	2,32E-02	1,04E-03	1,18E-03	3,63E-03	1,20E-03	1,46E-03
Mai	6,91E-04	9,93E-04	4,24E-03	5,11E-03	1,77E-02	1,13E-02	9,41E-04	7,30E-04	2,11E-03	7,21E-04	8,15E-04
Juin	8,30E-04	1,15E-03	3,62E-03	4,49E-03	1,00E-02	8,86E-03	1,37E-03	9,54E-04	2,74E-03	9,20E-04	1,18E-03
Juillet	1,17E-03	1,49E-03	1,32E-02	5,59E-03	5,10E-02	2,32E-02	2,39E-03	1,27E-03	3,71E-03	1,25E-03	1,68E-03
Août	6,04E-04	7,17E-04	8,94E-03	2,74E-03	1,64E-02	1,32E-02	1,04E-03	6,68E-04	2,00E-03	7,09E-04	8,08E-04
Septembre	6,98E-04	7,70E-04	1,27E-02	3,95E-03	1,92E-02	1,37E-02	5,63E-04	7,74E-04	2,37E-03	7,49E-04	8,22E-04
Octobre	8,69E-04	8,88E-04	2,15E-03	1,11E-03	4,92E-03	9,03E-03	6,44E-04	9,29E-04	2,56E-03	9,43E-04	1,06E-03
Novembre	1,20E-03	1,43E-03	1,75E-03	1,54E-03	1,02E-02	7,19E-03	1,01E-03	1,34E-03	3,92E-03	1,24E-03	1,46E-03
Décembre	9,35E-04	1,22E-03	1,62E-03	1,30E-03	2,95E-03	2,74E-03	7,00E-04	9,24E-04	2,76E-03	9,79E-04	9,78E-04
TOTAL ANNUEL	1,07E-02	1,37E-02	7,28E-02	5,08E-02	1,75E-01	1,36E-01	1,25E-02	1,15E-02	3,35E-02	1,12E-02	1,31E-02

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

Commentaires : Des activités volumiques en tritium comprises entre 400 et 1 012 Bq/L dans les rejets en provenance des réservoirs Ex (SEK) ont été observés à 34 reprises en 2022. Ces activités résultent d'une activité augmentée du circuit secondaire de l'unité de production n°4 en raison des faibles suintements des tubes des générateurs de vapeur.

Le cumul mensuel des rejets d'effluents radioactifs liquides pour les installations de Chinon A est donné dans le tableau suivant :

	Volumes rejetés (m³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	3,00E+00	3,51E-05	0,00E+00	/
Février	7,70E+01	9,01E-04	3,16E-03	/
Mars	/	/	/	/
Avril	/	/	/	/
Mai	/	/	/	/
Juin	/	/	/	/
Juillet	/	/	/	/
Août	/	/	/	/
Septembre	/	/	/	/
Octobre	/	/	/	/
Novembre	/	/	/	/
Décembre	/	/	/	/
TOTAL ANNUEL	8,00E+01	9,36E-04	3,16E-03	/

	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)
Janvier	/	/
Février	/	/
Mars	/	/
Avril	/	/
Mai	/	/
Juin	/	/
Juillet	/	/
Août	/	/
Septembre	/	/
Octobre	/	/
Novembre	/	/
Décembre	/	/
TOTAL ANNUEL	/	/

Aucun rejet radioactif liquide n'a eu lieu en 2022 pour les installations de l'AMI en exploitation.

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022 pour les tranches en fonctionnement de Chinon B :

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres PA et PF
2020	4,16E+04	3,55E+01	1,83E-02	5,81E-01
2021	4,41E+04	3,79E+01	1,35E-02	3,53E-01
2022	3,55E+04	2,17E+01	1,07E-02	5,30E-01
Prévisionnel 2022	6,0E+04	4,0E+01	1,6E-02	8,0E-01

Commentaires : Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2022.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022 pour les installations de Chinon A :

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)		
	Tritium	Carbone 14	Autres PA et PF
2020	5,93E-02	8,04E-03	4,00E-04
2021	1,12E-02	0,00E+00	0,00E+00
2022	9,36E-04	3,16E-03	0,00E+00
Prévisionnel 2022	7,0E-02	2,0E-02	6,0E-03

Commentaires : Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2022.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022 pour les installations de l'AMI :

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)	
	Tritium	Autres PA et PF
2020	3,70E-03	8,03E-03
2021	4,06E-03	1,05E-02
2022	0,00E+00	0,00E+00
Prévisionnel 2022	0,00E+00	0,00E+00

Commentaires : Les réservoirs de l'Atelier des Matériaux Irradiés (AMI) ont été vidés en 2021. Aucun rejet radioactif liquide n'est intervenu en 2022.

e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour les tranches en fonctionnement de Chinon B :

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur (GBq)	Valeur maximale (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	8,00E+04	3,55E+04
Carbone 14		2,60E+02	2,17E+01
Iodes		4,00E-01	1,07E-02
Autres PA et PF		3,60E+01	5,30E-01

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour les installations de Chinon A :

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur (GBq)	Valeur maximale (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	9,30E-01	9,36E-04
Carbone 14		3,10E-02	3,16E-03
Autres PA et PF		8,60E-01	/

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour les installations de l'AMI en fonctionnement :

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur (GBq)	Valeur maximale (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,66E+00 ⁽¹⁾	/
Autres PA et PF		2,00E+00 ⁽¹⁾	/

(1) Valeur limite calculée au *prorata temporis* de la période « AMI en fonctionnement »

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour l'ensemble des rejets liquides des installations de Chinon B, Chinon A et l'AMI :

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet	D = débit de Loire (L/s)
	Prescriptions	Valeur (Bq/s)	Valeur maximale (Bq/s)	
Tritium	Débits d'activité (Bq/s)	80 x D = 8,21E+07	9,91E+06	1,03E+06
Iodes		0,1 x D = 4,86E+04	2,28E+00	4,86E+05
Autres PA et PF		0,7 x D = 2,97E+05	3,10E+02	4,25E+05

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

f. Surveillance des eaux de surface

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

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2022 sont donnés dans le tableau suivant (valeurs moyennes et maximales) :

Paramètre analysé	Activité volumique horaire à mi-rejet			Activité volumique : moyenne journalière		
	Valeur moyenne mesurée en 2022	Valeur maximale mesurée en 2022	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2022	Valeur maximale mesurée en 2022	Limite réglementaire
Eau filtrée	Activité bêta globale (Bq/L)	0,22	0,45	2	-	-
	Tritium (Bq/L)	30,5	83,4	280	26,5	96,7
	Potassium (mg/L)	4,1	5,1	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale (Bq/L)	0,025	0,097	-	-	-

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

Commentaires : Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 2022 sont cohérentes avec les valeurs attendues du fait des rejets d'effluents autorisés du CNPE. Les mesures d'activité bêta globale et de l'activité en tritium dans l'eau sont très inférieures aux limites réglementaires.

2. Rejets d'effluents liquides chimiques

Le fonctionnement d'un CNPE nécessite l'utilisation de substances chimiques et donne lieu à des rejets chimiques par voie liquide dans l'environnement.

Ces rejets d'effluents chimiques sont issus :

- des produits de conditionnement des circuits primaire, secondaire et auxiliaires utilisés pour garantir l'intégrité des matériels contre la corrosion (rejets chimiques associés aux effluents radioactifs ou non)
- de la production d'eau déminéralisée,
- des traitements des circuits du refroidissement à l'eau brute contre les dépôts de tartre et le développement des micro-organismes.

Les eaux vannes issues du CNPE de Chinon sont traitées par la station d'épuration de la communauté de commune Chinon Vienne et Loire via une convention.

Les principales substances utilisées sont :

- l'acide borique (H_3BO_3) : le bore contenu dans cet acide est « avide » des neutrons produits lors de la réaction nucléaire. C'est une substance neutrophage, qui permet donc le contrôle de la réaction de fission et donc le pilotage du réacteur. Ce bore est dissous dans l'eau du circuit primaire.
- la lithine ($LiOH$) : ce produit est utilisé pour maintenir le pH du circuit primaire. En effet, le bore est sous forme acide. Pour éviter les effets de corrosion liés à cet acide, de la lithine est ajoutée à l'eau du circuit primaire afin d'ajuster le pH à celui de moindre corrosion. La concentration en lithine est donc directement liée à celle du bore.
- l'hydrazine (N_2H_4) : ce produit est utilisé principalement dans le circuit secondaire comme un agent anti-oxydant. Il permet d'éliminer l'oxygène dissous dans le mélange eau-vapeur, et ainsi maintenir, là aussi, un pH de moindre corrosion du circuit secondaire.
- La morpholine (C_4H_9NO), l'éthanolamine (C_2H_7NO) et l'ammoniaque (NH_4OH) sont des amines volatiles qui peuvent être employées, seules ou en combinaison, pour maintenir le bon pH dans le circuit secondaire. Elles complètent l'action de l'hydrazine. Le mode de conditionnement du circuit secondaire a évolué avec les années pour tenir compte du retour d'expérience interne et étranger. L'éthanolamine (C_2H_7NO), utilisée sur quelques CNPE, constitue une alternative intéressante à la morpholine, en particulier pour la protection des pièces internes des générateurs de vapeur et des purges des sécheurs-surchauffeurs de la turbine.
- le phosphate trisodique (Na_3PO_4) : comme l'hydrazine, le phosphate est utilisé pour le conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires.
- les détergents : ces produits sont régulièrement utilisés pour le nettoyage des locaux industriels ; qu'ils soient en ou hors zone contrôlée. Ils sont également utilisés à la laverie du CNPE pour le nettoyage des tenues d'intervention.

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

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

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

L'injection d'antitartre organique agit sur le processus de germination du tartre par un ralentissement de la vitesse de croissance des cristaux et permet de limiter également l'adhésion du tartre et des matières en suspension sur les parois des principaux composants des circuits de par son effet filmant et dispersant.

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

- des composés liés à la fabrication de la monochloramine sur CNPE, tels que le sodium, les chlorures et l'ammonium issus respectivement de l'hypochlorite de sodium (NaOCl) et de l'ammoniaque (NH₄OH),
- des composés issus de la réaction du chlore de la monochloramine avec les matières organiques présentes dans l'eau circulant dans les circuits de refroidissement, tels que les AOX (dérivés organohalogénés),
- des nitrites et nitrates liés à la décomposition de la monochloramine et à l'oxydation de l'azote réduit (ammonium).

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

Les autres installations nucléaires (démantèlement notamment) peuvent rejeter des effluents chimiques selon les procédés utilisés.

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

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

b. Règles spécifiques de comptabilisation

En application de l'article 3.2.7. -I. de la décision ASN n° 2013-DC-0360 modifiée, une nouvelle règle est appliquée à compter du 1er janvier 2015 pour la comptabilisation des quantités de substances chimiques rejetées. Cette nouvelle règle consiste à retenir par convention une valeur de concentration égale à la limite de quantification divisée par deux lorsque le résultat de la mesure est en dessous de la limite de quantification des moyens métrologiques employés pour effectuer l'analyse.

c. Rejets d'effluents liquides chimiques via « l'ouvrage de rejet 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)	Ethanolamine (kg)	Hydrazine (kg)	Azote ⁽¹⁾ (kg)	Phosphates (kg)	Détergents (kg)	Métaux totaux (kg)	CRT (kg)	AOX (kg)	Sodium ⁽²⁾ (kg)	Chlorures ⁽³⁾ (kg)	DCO ⁽⁴⁾ (kg)
Janvier	4,66E+02	2,74E-01	4,50E-02	2,39E+02	4,73E+00	3,60E-01	3,57E+00	/	/	1,67E+03	5,82E+02	2,20E+02
Février	8,10E+02	3,03E-01	4,19E-02	2,12E+02	1,99E+01	3,84E-01	2,32E+00	/	/	2,71E+03	6,24E+02	1,61E+02
Mars	1,19E+03	2,31E-01	3,99E-02	1,23E+02	8,44E+00	4,94E-01	1,24E+00	/	/	1,92E+03	4,86E+02	2,55E+02
Avril	4,59E+02	3,26E+00	9,92E-02	1,14E+02	1,22E+01	4,75E-01	2,74E+00	3,01E+01	4,59E+01	7,67E+03	7,42E+03	3,58E+02
Mai	5,08E+02	2,45E-01	4,25E-02	1,26E+02	9,49E+00	2,88E-01	9,50E-01	2,98E+02	1,28E+02	2,49E+04	3,40E+04	4,19E+02
Juin	9,34E+02	1,66E-01	1,66E-02	8,43E+01	6,68E+00	3,14E-01	1,33E+00	3,05E+02	1,39E+02	2,28E+04	3,10E+04	5,54E+02
Juillet	1,01E+03	2,91E-01	3,29E-02	1,54E+02	2,38E+01	1,31E+00	2,83E+00	3,64E+02	1,65E+02	2,62E+04	3,46E+04	6,20E+02
Août	7,53E+02	5,71E-01	4,39E-02	1,66E+02	8,55E+00	3,13E-01	2,21E+00	4,10E+02	2,23E+02	3,05E+04	4,01E+04	6,23E+02
Septembre	4,66E+02	2,21E-01	3,66E-02	1,95E+02	3,84E+00	4,99E-01	1,48E+00	3,42E+02	1,72E+02	2,74E+04	3,72E+04	3,27E+02
Octobre	3,80E+02	9,24E-01	4,77E-02	1,77E+02	1,61E+01	7,67E-01	2,01E+00	3,56E+02	8,70E+01	1,56E+04	1,71E+04	3,69E+02
Novembre	7,13E+02	3,54E-01	9,01E-02	1,81E+02	1,56E+01	5,26E-01	1,76E+00	/	/	3,70E+03	6,17E+02	1,69E+02
Décembre	5,77E+02	2,84E-01	5,41E-02	2,62E+02	1,86E+01	5,12E+00	2,24E+00	/	/	2,33E+03	5,15E+02	6,66E+01
TOTAL ANNUEL	8,26E+03	7,12E+00	5,90E-01	2,03E+03	1,48E+02	1,09E+01	2,47E+01	2,10E+03	9,60E+02	1,67E+05	2,04E+05	4,14E+03

	Sulfates ⁽⁵⁾ (kg)	MES (kg)	Aluminium (kg)	Chrome (kg)	Cuivre (kg)	Fer (kg)	Manganèse (kg)	Nickel (kg)	Plomb (kg)	Zinc (kg)	Ammonium (kg)	Nitrites (kg)	Nitrates (kg)
Janvier	1,79E+05	4,24E+01	6,66E-01	7,49E-02	2,82E-01	1,81E+00	1,44E-01	5,87E-02	5,13E-03	5,28E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Février	1,44E+05	4,70E+01	3,13E-01	3,03E-02	1,74E-01	1,46E+00	1,15E-01	3,03E-02	1,21E-02	1,84E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Mars	2,17E+05	3,58E+01	2,59E-01	2,31E-02	9,24E-02	5,31E-01	9,40E-02	2,31E-02	9,24E-03	2,04E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Avril	3,10E+05	5,59E+01	1,76E-01	3,65E-02	3,61E-01	1,34E+00	2,46E-01	3,65E-02	1,46E-02	5,21E-01	6,48E+01	8,44E+00	5,59E+03
Mai	3,28E+05	3,75E+01	9,32E-02	2,45E-02	1,85E-01	3,63E-01	9,80E-02	2,45E-02	9,80E-03	1,52E-01	6,50E+02	2,00E+03	2,59E+04
Juin	2,49E+05	2,52E+01	1,83E-01	1,66E-02	2,76E-01	5,34E-01	9,05E-02	1,66E-02	6,64E-03	2,05E-01	3,53E+02	4,60E+02	2,46E+04
Juillet	2,12E+05	4,44E+01	4,25E-01	2,91E-02	3,34E-01	1,56E+00	2,10E-01	2,91E-02	1,16E-02	2,31E-01	3,02E+02	3,80E+02	2,75E+04
Août	3,73E+05	4,75E+01	3,43E-01	3,16E-02	3,41E-01	5,31E-01	1,35E-01	3,16E-02	1,27E-02	7,84E-01	4,34E+02	7,02E+02	3,13E+04
Septembre	3,56E+05	3,31E+01	1,13E-01	2,21E-02	1,78E-01	5,92E-01	9,08E-02	2,21E-02	8,83E-03	4,53E-01	1,54E+02	4,70E+02	3,00E+04
Octobre	3,10E+05	5,42E+01	1,62E-01	3,62E-02	4,16E-01	8,73E-01	1,45E-01	3,62E-02	1,45E-02	3,31E-01	1,08E+02	3,71E+01	1,38E+04
Novembre	4,52E+05	5,30E+01	3,35E-01	3,28E-02	3,60E-01	6,54E-01	4,79E-02	3,28E-02	1,31E-02	2,79E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Décembre	3,31E+05	4,00E+01	3,09E-01	2,84E-02	3,25E-01	1,18E+00	8,08E-02	2,84E-02	1,14E-02	2,77E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
TOTAL ANNUEL	3,46E+06	5,16E+02	3,38E+00	3,86E-01	3,32E+00	1,14E+01	1,50E+00	3,70E-01	1,30E-01	4,15E+00	2,07E+03	4,06E+03	1,59E+05

(1) La valeur donnée correspond à la somme des rejets azote issus des réservoirs SEK/KER.

(2) La valeur donnée correspond à la somme des rejets sodium issus des réservoirs SEK/KER, du traitement biocide et des rejets de la station de déminéralisation.

(3) La valeur donnée correspond à la somme des rejets chlorures issus du traitement biocide et des rejets de la station de déminéralisation.

(4) La valeur donnée correspond à la somme des rejets DCO issus des réservoirs SEK/KER et des rejets de la station de déminéralisation.

(5) La valeur donnée correspond à la somme des rejets sulfates issus des rejets de la station de déminéralisation et du traitement antitartre.

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 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022 pour les tranches en fonctionnement.

Substances	Unité	2020	2021	2022	Prévisionnel 2022
Acide borique	kg	5,07E+03	6,67E+03	8,26E+03	9,00E+03
Ethanolamine	kg	7,94E+00	1,68E+01	7,12E+00	1,20E+01
Hydrazine	kg	7,28E-01	5,96E-01	5,90E-01	1,00E+00
Azote	kg	1,72E+03	2,21E+03	2,03E+03	2,50E+03
Phosphates	kg	2,74E+02	2,16E+02	1,48E+02	4,00E+02
Détergents	kg	6,43E+01	2,32E+01	1,09E+01	6,00E+01
Métaux totaux	kg	3,62E+01	3,23E+01	2,47E+01	5,00E+01
CRT	kg	1,22E+03	1,65E+03	2,10E+03	1,50E+03
AOX	kg	4,18E+02	1,22E+03	9,60E+02	1,00E+03
Sodium	kg	1,43E+05	1,91E+05	1,67E+05	1,80E+05
Chlorures	kg	1,64E+05	2,43E+05	2,04E+05	2,10E+05
DCO	kg	5,10E+03	5,89E+03	4,14E+03	8,00E+03
Sulfates	kg	4,56E+06	3,08E+06	3,46E+06	4,50E+06
MES	kg	7,36E+02	7,96E+02	5,16E+02	1,50E+03
Ammonium	kg	2,11E+03	1,92E+03	2,07E+03	2,50E+03
Nitrites	kg	3,14E+03	4,89E+03	4,06E+03	8,00E+03
Nitrates	kg	1,41E+05	1,91E+05	1,59E+05	2,10E+05

Commentaires : Les rejets en DCO apparaissent comme inférieurs au prévisionnel. En effet, les rejets de DCO sont liés au nombre de nettoyages des échangeurs SEN et SEC. Or, le nombre de nettoyage est fonction des cinétiques d'encrassement de ces échangeurs, qui dépendent des conditions climatiques et des qualités d'eau. Ainsi, en 2022, les cinétiques d'encrassement ont été plus faibles et le nombre de nettoyages moins important que prévu. Les autres rejets chimiques sont cohérents avec le prévisionnel 2022.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour les tranches en fonctionnement de Chinon B.

Substances	Principales origines	Flux 2 h		Flux 24 h		Flux annuel ajouté (kg)		Concentration maximale ajoutée dans l'ouvrage de rejet principal (mg/L)	
		Max	Limite	Max	Limite	Total	Limite	Max	Limite
Acide borique	Réservoirs T, S	2,12E+1	4,00E+2	2,55E+2	2,10E+3	8,26E+3	2,50E+4	6,78E-1	2,40E+1
Ethanolamine	Réservoirs T, S et Ex	/	/	2,94E+0	1,30E+1	7,12E+0	9,00E+2	3,44E-2	8,60E-1
	Réseau SEO								
Hydrazine	Réservoirs T, S et Ex	/	/	5,97E-2	2,00E+0	5,90E-1	2,00E+1	4,68E-4	5,00E-2

Substances	Principales origines	Flux 2 h		Flux 24 h		Flux annuel ajouté (kg)		Concentration maximale ajoutée dans l'ouvrage de rejet principal (mg/L)	
		Max	Limite	Max	Limite	Total	Limite	Max	Limite
Azote (ammonium, nitrites, nitrates)	Réservoirs T, S et Ex	/	/	4,82E+1	7,60E+1	2,03E+3	1,21E+4	1,04E+0	3,00E+0
Ammonium	Traitement à la monochloramine	/	/	4,16E+1	2,00E+2	/	/		
Nitrates		/	/	1,30E+3	2,20E+3	/	/		
Nitrites		/	/	1,02E+2	3,50E+2	/	/		
Phosphates	Réservoirs T, S et Ex	4,73E+0	6,50E+1	1,39E+1	1,75E+2	1,48E+2	7,50E+2	1,75E-1	3,80E+0
	Réseau SEO								
Détergents	Réservoirs T, S	1,80E-1	6,00E+1	2,16E+0	1,30E+2	1,09E+1	4,00E+3	5,48E-3	3,50E+0
Métaux totaux	Réservoirs T, S et Ex	/	/	/	/	2,47E+1	1,40E+2	4,20E-3	3,80E-2
DCO	Réservoirs T, S et Ex	/	/	1,30E+2	4,00E+2	/	/	5,77E+0	9,20E+0
	Station de déminéralisation								
MES	Réservoirs T, S et Ex	/	/	3,17E+0	3,90E+1	/	/	2,59E-2	5,10E-1
Chlorures ⁽¹⁾	Station de déminéralisation	/	/	1,65E+3	3,20E+3	/	/	9,25E+0	8,60E+0
	Traitement à la monochloramine								
	Chloration massive								
Sodium	Réservoirs T, S et Ex	/	/	1,40E+3	3,20E+3	/	/	1,48E+1	2,00E+1
	Station de déminéralisation								
	Traitement à la monochloramine								
	Chloration massive								
CRT	Traitement à la monochloramine	/	/	3,08E+1	5,50E+1	2,10E+3	1,15E+4	6,88E-2	1,60E-1
	Chloration massive								
CRL	Chloration massive	/	/	/	/	/	/	/	1,00E-1
AOX	Traitement à la monochloramine	/	/	9,06E+0	2,50E+1	9,60E+2	2,43E+3	2,12E-2	7,40E-2
THM	Chloration massive	/	/	/	8,00E+0	/	/	/	1,10E-1
Sulfates	Station de déminéralisation	/	/	2,61E+4	4,24E+4	/	/	6,95E+1	1,32E+2
	Chloration massive								
	Traitement antitartre								

(1) Les limites du flux 24 h et de la concentration ajoutée dans l'ouvrage de rejet sont portées respectivement à :
- 4 346 kg et 14 mg/L en cas de traitement à la monochloramine renforcé,
- 4 420 kg et 24 mg/L en cas de chloration massive.

L'article 5.3.1 de la décision ASN n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2022, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Chinon est évaluée à 0,6 kg.

Commentaires : Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de la décision ASN n° 2015-DC-0527. Pour le paramètre chlorures, la limite correspondant à la mise en œuvre d'un traitement renforcé a été atteinte le 17 juin 2022.

d. Rejets d'effluents liquides chimiques via « les émissaires Ai »

Le tableau ci-dessous présente les mesures ainsi que les fréquences de réalisation concernant les émissaires « Ai » :

Paramètres	Point de contrôle	Modalités de contrôle
pH	Chaque émissaire de rejet Ai	Mesure trimestrielle sur un échantillon instantané
Hydrocarbures	Chaque émissaire de rejet Ai	
	Sortie du déshuileur de l'aire de transit des déchets conventionnels	
	Sortie des déshuileurs du réseau SEH	

La synthèse annuelle 2022 des rejets comprenant les valeurs minimales et maximales des paramètres à analyser est présentée dans le tableau suivant :

Paramètres	Milieux analysés présentant la valeur maximale	Valeur minimale	Valeur maximale	Limite
pH min	Egout A2	6,9	/	Entre 6 et 9
pH max	Egout A9	/	8,9	Entre 6 et 9
Hydrocarbures (mg/L)	0 SEO 004 DH	/	0,31	5
Hydrocarbures (mg/L)	9 SEH 001 ZE	/	7,2	10

Commentaires : Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites de rejet de la décision ASN n° 2015-DC-0527.

e. Surveillance des eaux usées

Pour l'année 2022, le site du CNPE de Chinon a fait retraiter 22 748 m³ d'eaux usées domestiques par la station de traitement de la Communauté de Commune Chinon Vienne et Loire (CCCVL) évitant ainsi les rejets associés dans l'environnement.

Les résultats d'analyses effectuées sur les eaux usées par le SATESE 37 avant leur évacuation vers le réseau communal sont présentés ci-dessous et respectent les valeurs limites mentionnées dans la convention entre le CNPE et la CCCVL :

Caractéristiques des effluents	Rejet station du 20 au 21 juin 2022		Limite (convention de rejet)
Débit journalier (m³/j)	93		300
Débit de pointe (m³/h)	27,2		40
	Concentration (mg/l)	Flux (kg/j)	Flux maximale (Kg/j)
DCO	970	90	300
DBO5	330	31	140
MES	460	43	140
Azote Kjeldahl (NK)	146	14	40
Phosphore total (PT)	15,9	1,5	5
Graisse (S.E.C)	68		150 mg/l
pH	8,1		5,5 – 8,5

Commentaires : Les rejets respectent les valeurs limites fixées par la convention de rejet.

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

Commentaires : Dans le cadre des visites périodiques par inspection télévisuelle des réseaux d'eaux pluviales, d'eaux usées et d'effluents hydrocarburés, divers travaux de réparation ont été réalisés au cours de l'année 2022 sur ces réseaux :

- Hydrocurage
- Chemisage
- Remplacement de tronçon

Ce programme de réparation se poursuit sur l'année 2023.

L'année 2022 n'a pas été concernée par d'autres actions de maintenance (hors maintenance programmée) ni d'autres interventions ou opérations de maintenance anticipées.

4. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

Commentaires : Le CNPE de Chinon n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2022.

III. Rejets thermiques

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

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

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

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

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

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

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

1. En conditions climatiques normales

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du CNPE de Chinon et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans la décision ASN n° 2015-DC-0527.

Le CNPE de Chinon réalise en continu des mesures de température en amont, au rejet et en aval du CNPE et un suivi des rejets thermiques conformément aux autorisations de rejet en vigueur. Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents paramètres pour l'année 2022 est présenté dans les tableaux suivants :

	Température amont (°C)			Température aval (°C)			Débits Loire Amont rejets (m3/s)			Débits rejets CVF Site (m3/s)			Echauffement calculé (°C)		
	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
Janvier	3,7	9,7	5,9	3,8	9,8	6,0	411	1690	843	4,41	5,23	4,67	0,040	0,187	0,097
Février	5,9	10,5	8,1	5,6	10,1	7,9	367	574	434	3,84	5,00	4,44	0,060	0,187	0,126
Mars	8,2	15,4	10,9	7,8	15,5	10,7	237	468	343	4,43	5,21	4,71	0,070	0,159	0,090
Avril	7,8	18,9	14,5	7,8	19,3	14,3	199	362	257	3,81	5,60	4,33	0,052	0,155	0,109
Mai	16,7	26,7	21,2	16,2	26,8	21,1	100	213	141	3,44	4,72	4,06	0,052	0,184	0,103
Juin	19,7	30,3	23,7	19,2	31,6	23,6	84	141	106	3,01	4,11	3,67	-0,010	0,180	0,093
Juillet	20,3	29,2	25,1	19,3	30,4	25,0	62	428	140	3,49	5,51	4,18	-0,136	0,060	-0,019
Août	21,6	30,3	24,8	21,0	31,6	24,9	53	79	59	4,20	5,06	4,59	-0,058	0,325	0,177
Septembre	13,9	25,7	20,0	13,8	27,3	20,3	58	85	68	4,38	5,44	4,70	0,258	0,633	0,419
Octobre	14,8	19,2	17,2	14,4	19,8	17,4	80	124	100	4,58	6,00	5,17	0,253	0,665	0,405
Novembre	8,0	16,4	11,2	8,3	16,4	11,7	91	166	120	4,02	5,62	4,78	0,300	0,691	0,502
Décembre	1,3	10,7	6,5	3,1	10,7	7,1	164	556	238	4,01	5,38	4,35	0,097	0,466	0,303

2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites fixées à l'article EDF-CHI-180 de la décision ASN n° 2015-DC-0527.

Paramètres	Unité	Limite en vigueur	Valeurs maximales
Echauffement calculé	°C	1,0	0,691

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

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

L'année 2022 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

Partie V - Prévention du risque microbiologique

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

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

Afin de limiter ces proliférations, le CNPE de Chinon applique un traitement biocide à l'eau des circuits de refroidissement depuis l'année 2005. Dans l'objectif de limiter l'impact sur l'environnement de ce traitement par injection de monochloramine, le CNPE de Chinon réalise un traitement ciblé sur la période estivale et non plus en continu sur l'ensemble de l'année. Cette méthode permet de maîtriser le risque microbiologique tout en diminuant de façon notable les quantités de produits chimiques rejetés.

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

I. Bilan annuel des colonisations en circuit

Les valeurs maximales observées en 2022 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 2022	Seuil d'action
Legionella pneumophila	1 500	10 000 UFC / L
Naegleria fowleri	32	100 <i>N.fowleri</i> / L

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

II. Synthèse des traitements biocides et rejets associés

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

La stratégie de traitement préventif estival communiquée en début d'année consistait en un traitement continu durant la période estivale avec un démarrage sur critère de colonisation. Le traitement des circuits de refroidissement a démarré respectivement aux dates mentionnées ci-dessous :

Données d'ensemble de la campagne de traitement 2022 :

Paramètres	Unités de production			
	N°1	N°2	N°3	N°4
Date de démarrage et d'arrêt du traitement préventif	29/04/2022 – 14/10/2022	19/04/2022 – 13/05/2022	/	27/04/2022 – 16/10/2022
Date de démarrage et d'arrêt de traitements supplémentaires	/	11/08/2022 – 16/10/2022	/	/
Date d'arrêt de Tranche (début et fin)	/	13/05/2022 – 11/08/2022	18/02/2022 – 14/11/2022	/
Nombre de jours de traitement continu	169	92	0	172
Nombre de jours de traitement séquentiel	0	0	0	0
Date de mise en œuvre du traitement renforcé	17/06/2022 : Atteinte du seuil 1 en chlorures			
Nombre de jours de Chloration massive	0	0	0	0
CRT moyen sortie condenseur (mg/L)	0,25	0,25	/	0,27
Consommation réelle d'eau de Javel (m³)	1 149			
Consommation réelle d'ammoniaque (m³)	207			

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

Cas de chloration massive :

Aucune chloration massive n'a été réalisée au cours de l'année 2022.

Partie VI - Surveillance de l'environnement

I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

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

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

- Une fonction d'alerte assurée au moyen de mesures en continu. Elle permet la détection précoce de toute évolution atypique d'un ou plusieurs paramètres environnementaux en lien avec l'exploitation des installations afin de déclencher les investigations et, si nécessaire, des actions de prévention (arrêt du rejet...) ;
- Une fonction de contrôle du bon fonctionnement global des installations au travers des paramètres que la réglementation demande de suivre à différentes fréquences. Les résultats des analyses sont comparés, soit aux limites autorisées, soit à des valeurs repères (seuil de détection des appareils de mesure, bruit de fond naturel...) ;
- Une fonction de suivi et d'étude visant à s'assurer de l'absence d'impact à long terme des prélèvements et des rejets sur les écosystèmes terrestre et aquatique. C'est l'objet des campagnes de mesures saisonnières de radioécologie.

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

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

Ainsi, le CNPE réalise annuellement, sous le contrôle de l'ASN, plusieurs milliers d'analyses dont les résultats sont transmis à l'administration et publiés par EDF sur le [site internet](#) du CNPE. Les résultats des mesures de radioactivité réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire de l'environnement sont également accessibles en ligne

gratuitement sur le site internet du Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM - <http://www.mesure-radioactivite.fr>).

Ces mesures réalisées en routine sont complétées depuis 1992 par un suivi radioécologique annuel des écosystèmes terrestre et aquatique auquel est venu s'ajouter des mesures réglementaires réalisées à maille trimestrielle et annuelle et nécessitant le recours à des techniques analytiques d'expertise non compatibles avec les activités d'un laboratoire environnement d'un industriel. Tous les 10 ans, un bilan radioécologique décennal plus poussé est également réalisé. L'ensemble de ces prélèvements et analyses permettent de suivre à travers une grande variété d'analyses des paramètres environnementaux pertinents (i.e. : bio indicateurs) afin d'évaluer finement et dans la durée l'impact du fonctionnement du CNPE sur l'environnement et répondre ainsi à la fonction de suivi et d'étude. Ces études nécessitent des connaissances scientifiques approfondies de la biologie et des comportements des écosystèmes vis-à-vis des substances radioactives. Elles font aussi appel à des techniques de prélèvement d'échantillons et d'analyse complexes différentes de celles utilisées pour la surveillance de routine. Ces études sont donc confiées à des laboratoires externes qualifiés, agréés et reconnus pour leurs compétences spécifiques.

Ces études radioécologiques assurent un suivi long terme essentiel à la compréhension des mécanismes de transfert des radionucléides dans l'environnement et pour déterminer l'influence potentielle des rejets de l'installation au regard des autres sources de radioactivité naturelle et/ou artificielle.

La nature des échantillons et les lieux de prélèvement sont sélectionnés afin de mettre en évidence une éventuelle contribution des rejets d'effluents liquides et/ou atmosphériques des installations à l'ajout de radioactivité dans l'environnement.

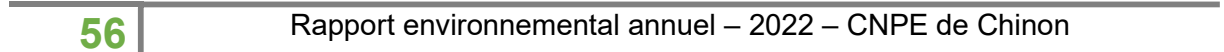
En règle générale, le plan d'échantillonnage contient des échantillons biologiques, qui constituent des voies de transfert possibles, directes ou indirectes, de la radioactivité vers l'homme (prélèvements de légumes, fruits, poissons, lait, eaux, herbes...) et des échantillons, appelés bioindicateurs, qui sont connus pour leur aptitude à fixer spécifiquement certains polluants (lichens, mousses, bryophytes...). Le plan d'échantillonnage prévoit également des prélèvements dans des matrices dites « d'accumulation » (sols, sédiments), dans lesquels certains composants radiologiques peuvent rester piégés.

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

Ces études radioécologiques ont permis de caractériser finement les niveaux de radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les différents compartiments de l'environnement autour du CNPE, et de préciser l'influence des rejets d'effluents liquides et à l'atmosphère. Les données collectées depuis plusieurs décennies ont montré que la radioactivité naturelle constitue la principale composante de la radioactivité dans l'environnement, et que la radioactivité artificielle provient majoritairement d'une rémanence

1. Surveillance de la radioactivité ambiante

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



Concernant les balises KRS 10 km, leurs coordonnées sont précisées dans le tableau ci-dessous :

Balises 10 km	Lieux	Adresses	Compléments
0KRS931MA	Coteaux-sur-Loire	9 places de l'église	Poteau place de la salle des fêtes proche de l'église
0KRS932MA	Huismes	1 rue des Ruettes	Poteau à droite en rentrant sur la place de sable
0KRS933MA	Chinon	Intersection boulevard Hucherolles et rue du Bouqueteau	Poteau électrique de l'intersection
0KRS934MA	Beaumont en Véron	7 rue du 8 mai 1945	Façade arrière salle des fêtes
0KRS935MA	Thizay	2 rue des marais	Façade de l'école
0KRS936MA	Fontevraud	15 rue de la cité la Lizandière	Candélabre
0KRS937MA	Varennes sur Loire	3 rue de Chavigny	Candélabre à l'entrée du parking
0KRS938MA	St Nicolas de Bourgueil	Cité des vignes	Salle des fêtes
0KRS939MA	Port Boulet	/	Pignon de l'église
0KRS940MA	Benais	Face au 8 rue du petit clocher	Poteau télécom

Les informations (débits de dose et état de fonctionnement) issues des balises sont envoyées en continu vers un centralisateur qui permet la visualisation et l'enregistrement des données. Les débits de dose moyens enregistrés par les différents réseaux de mesure pour l'année 2022 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives aux années antérieures sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose moyen année 2022 (nSv/h)	Débit de dose max année 2022 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2021 (nSv/h)	Débit de dose max année 2021 (nSv/h)
Clôture	121,2	360	119,98	235,2
1 km	102,6	274	103,06	177,6
5 km	118,8	194	120,84	216
10 km	110,3	180	109,68	180

Commentaires : Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2022 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et cohérentes avec les résultats des années antérieures.

2. Surveillance du compartiment atmosphérique

Quatre stations d'aspiration en continu des poussières atmosphériques (aérosols) sont implantées dans un rayon de 1 km autour du CNPE. Des analyses journalières de l'activité bêta globale à J+6 sont réalisées quotidiennement sur les filtres, ainsi qu'une analyse isotopique mensuelle par spectrométrie gamma sur regroupement des filtres quotidiens par station. Depuis la mise en application de la décision ASN n°2022-DC-0733, des analyses journalières de l'activité alpha globale sont également réalisées quotidiennement sur les filtres

de chaque station, ainsi qu'une analyse isotopique mensuelle par spectrométrie alpha sur regroupement des filtres quotidiens de la station située sous les vents dominants (station AS1).

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

Un dispositif de prélèvement des eaux de pluie par un collecteur de précipitations est implanté sous les vents dominants à la station AS1. Des analyses bimensuelles des activités bêta globale et tritium sont réalisées. Depuis la mise en application de la décision ASN n°2022-DC-0733, des analyses bimensuelles des activités alpha globale sont également réalisées.

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

Compartiment	Paramètres		Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire
Poussières atmosphériques	Alpha globale		3,78E-05	1,47E-04	-
	Bêta globale		5,59E-04	1,89E-03	0,01 Bq/m³
	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	<6,38E-06	<5,20E-05	-
		⁶⁰ Co	<4,25E-06	<6,00E-06	-
		¹³⁴ Cs	<4,61E-06	<6,50E-06	-
		¹³⁷ Cs	<3,24E-06	<4,00E-06	-
		¹³¹ I	<7,44E-04	<2,20E-03	-
		⁴⁰ K	<1,04E-04	<1,20E-04	-
	Spectrométrie alpha	²³⁸ Pu	<2,10E-06	<4,90E-06	-
		²³⁹ Pu	<1,35E-06	<3,10E-06	-
		²⁴¹ Am	<1,59E-06	<3,60E-06	-
Tritium atmosphérique			<1,67E-01	<2,16E-01	50 Bq/m³
Eau de pluie	Alpha globale		<1,88E-02	<3,00E-02	-
	Bêta globale		1,32E-01	4,45E-01	-
	Tritium		<4,76E+00	<5,46E+00	-

Commentaires : Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2022 sont cohérentes en moyenne avec les valeurs du bruit de fond. Les mesures de l'activité bêta globale et de l'activité en tritium atmosphérique sont très inférieures aux limites réglementaires.

3. Surveillance du milieu terrestre

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment terrestre pour l'année 2022 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seules les activités relatives aux radionucléides d'origine artificielle et supérieures aux seuils de décision sont présentées.

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Végétaux	⁴⁰ K	Mensuelle	5,42E+02	1,10E+03
	⁵⁸ Co		<3,75E-01	<7,00E-01
	⁶⁰ Co		<3,96E-01	<7,00E-01
	¹³⁴ Cs		<3,33E-01	<6,00E-01
	¹³⁷ Cs		<3,58E-01	<5,00E-01
Lait	⁴⁰ K	Mensuelle	5,15E+01	7,00E+01
	⁵⁴ Mn		<4,08E-01	<6,00E-01
	⁵⁸ Co		<4,13E-01	<6,00E-01
	⁶⁰ Co		<4,08E-01	<5,00E-01
	^{110m} Ag		<4,17E-01	<6,00E-01
	¹³⁴ Cs		<3,88E-01	<5,00E-01
	¹³⁷ Cs		<4,38E-01	<5,00E-01

Commentaires : Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment terrestre ainsi que leur interprétation pour l'année 2021 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en **annexe 2**.

4. Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment aquatique ainsi que leur interprétation pour l'année 2021 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en **annexe 2**.

5. Surveillance des eaux souterraines

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

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
Tritium	Bq/l	4,36E+01
Bêta global	Bq/l	<1,00E+00
Alpha global	Bq/l	9,00E-02
Bêta global MES	Bq/l	<1,40E+00
40K	Bq/l	4,84E-01

II. Physico-chimie des eaux souterraines

1. Surveillance au titre de la décision ASN n° 2015-DC-0528

Une surveillance physico-chimique des eaux souterraines est effectuée sur les paramètres physicochimiques par le biais de prélèvements sur 36 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	8,80E+00
Conductivité	μS / cm	1,37E+03
Azote total réduit (NTK)	mg / l	2,60E+00
Nitrates	mg / l	<2,50E+01
Phosphates	mg / l	<3,00E-01
Sodium	mg / l	<1,00E+02
Chlorures	mg / l	<1,00E+02
Sulfates	mg / l	<1,25E+02
Hydrocarbures totaux (C10-C40)	mg / l	<1,00E-01
Métaux totaux dissous	mg / l	6,80E+01
Aluminium dissous	mg / l	3,20E-02
Cuivre dissous	mg / l	<1,00E+00
Chrome dissous	mg / l	<3,00E-02
Fer dissous	mg / l	1,26E+00
Manganèse dissous	mg / l	1,07E+00
Nickel dissous	mg / l	<1,00E-02
Plomb dissous	mg / l	<5,00E-03
Zinc dissous	mg / l	<2,50E+00
Demande Chimique en Oxygène (DCO) ⁽¹⁾	mg / l	1,58E+01
Carbone Organique Total (COT) ⁽¹⁾	mg / l	4,40E+00
AOX ⁽¹⁾	mg / l	2,10E-02
Hydrocarbures totaux (C5-C10) ⁽¹⁾	mg / l	<5,00E-02

* Paramètres suivis au titre de la décision ASN n°2020-DC-0689

2. Surveillance au titre de la décision ASN n° 2021-DC-0710

Une surveillance physico-chimique complémentaire des eaux souterraines est effectuée au titre de la décision ASN n°2021-DC-0710 par le biais de prélèvements sur les piézomètres 0 SEZ 101 PZ (piézomètre amont), 0 SEZ 134 PZ et 0 SEZ 135 PZ (piézomètres aval). La synthèse pluriannuelle des résultats est donnée dans le tableau ci-dessous :

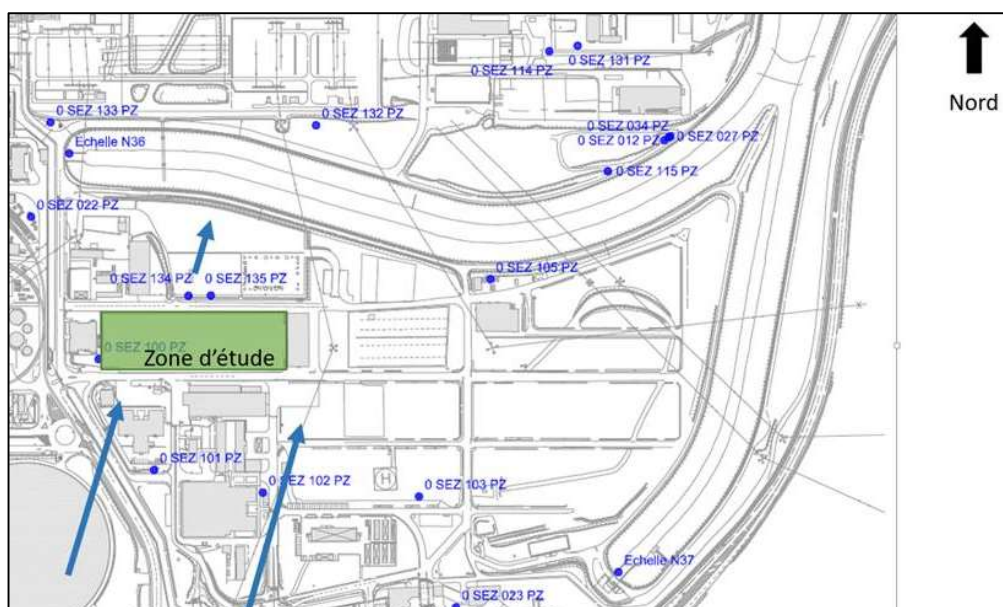
Paramètres	Unité	Valeur mesurée en 2020		Valeur mesurée en 2021		Valeur mesurée en 2022	
		Moyenne	Maximale	Moyenne	Maximale	Moyenne	Maximale
Indice Hydrocarbure (C10-C40)	mg/L	<1,02E-01	1,70E-01	<1,00E-01	<1,00E-01	<1,00E-01	<1,00E-01
Hydrocarbures Volatils C5-C11 (Indice)	mg/L	<3,00E-02	<5,00E-02	<2,99E-02	5,00E-02	<2,50E-02	<2,50E-02

Paramètres	Unité	Valeur mesurée en 2020		Valeur mesurée en 2021		Valeur mesurée en 2022	
		Moyenne	Maximale	Moyenne	Maximale	Moyenne	Maximale
Hydrocarbures totaux (C10-C40 + C5-C11)	mg/L	<1,02E-01	1,70E-01	<9,86E-02	<1,00E-01	<1,00E-01	<1,00E-01
Métaux réglementaires (éléments dissous)							
Chrome	mg/L	<2,16E-04	3,40E-04	<2,11E-04	3,20E-04	<2,00E-04	2,00E-04
Cuivre	mg/L	<5,73E-04	<5,00E-03	4,58E-04	2,90E-03	<3,27E-04	1,40E-03
Manganèse	mg/L	<9,32E-03	5,20E-02	<8,44E-03	2,80E-02	<9,97E-03	3,00E-02
Nickel	mg/L	<1,51E-03	<5,00E-03	1,41E-03	2,90E-03	<1,38E-03	2,80E-03
Plomb	mg/L	<2,51E-04	<2,00E-03	<2,04E-04	3,40E-04	<2,00E-04	<2,00E-04
Zinc	mg/L	<2,92E-03	1,10E-02	<2,60E-03	6,40E-03	<2,17E-03	5,30E-03
Métaux complément							
Antimoine	mg/L	<2,50E-04	<2,00E-03	<2,04E-04	2,70E-04	<2,00E-04	2,00E-04
Arsenic	mg/L	<5,99E-04	<5,00E-03	<2,61E-04	7,50E-04	<3,52E-04	2,70E-03
Baryum	mg/L	2,76E-02	4,20E-02	2,76E-02	3,60E-02	<2,93E-02	3,90E-02
Cadmium	mg/L	<4,00E-05	<1,00E-03	<1,06E-05	3,00E-05	<1,59E-05	1,00E-04
Chrome hexavalent	mg/L	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Mercure	µg/L	<1,50E-02	<1,50E-02	<1,50E-02	<1,50E-02	<1,50E-02	<1,50E-02
Molybdène	mg/L	1,18E-03	1,60E-03	1,13E-03	1,40E-03	<1,16E-03	<1,50E-03
Sélénium	mg/L	<6,61E-04	<1,00E-02	<5,48E-04	1,50E-03	<5,77E-04	3,20E-03
BTEX							
Benzène	µg/L	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02
Ethylbenzène	µg/L	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02
(m+p) Xylène	µg/L	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02
o-Xylène	µg/L	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02
Toluène	µg/L	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	2,20E-02
Xylènes (o + m + p)	µg/L	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02
HAP							
Acénaphthène	µg/L	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
Acénaphthylène	µg/L	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
Anthracène	µg/L	<1,26E-03	<5,00E-03	<2,04E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
Benzo(a)anthracène	µg/L	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
Benzo(a)pyrène	µg/L	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
Benzo(g,h,i)peryène	µg/L	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Benzo(k)fluoranthène	µg/L	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
Chrysène	µg/L	<1,11E-03	<5,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/L	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Fluoranthène	µg/L	<1,53E-03	<2,00E-02	<1,33E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
Fluorène	µg/L	<2,06E-03	<5,00E-03	<1,69E-03	<5,00E-03	<1,22E-03	<5,00E-03
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/L	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Naphtalène	µg/L	<5,00E-02	<5,00E-02	<5,00E-02	<5,00E-02	<3,18E-02	<5,00E-02
Phénanthrène	µg/L	<5,02E-03	5,80E-03	<8,36E-03	2,10E-02	<6,08E-03	<2,00E-02
Pyrène	µg/L	<1,11E-03	5,10E-03	<1,35E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
Total des 4 HPA quantifiés	µg/L	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Total des 6 HPA quantifiés	µg/L	<5,42E-03	<2,00E-02	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
PCB							
PCB 101	µg/L	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
PCB 118	µg/L	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
PCB 138	µg/L	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
PCB 153	µg/L	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
PCB 180	µg/L	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<3,00E-03	<5,00E-03
PCB 28	µg/L	<1,23E-03	<5,00E-03	<1,44E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03
PCB 52	µg/L	<1,00E-03	<1,10E-03	<1,86E-03	2,00E-02	<1,00E-03	<1,00E-03

Commentaires : Dans le cadre de la surveillance réalisée au titre de l'année 2022 :

- Aucune phase flottante n'a été observée ;
- Les teneurs rencontrées sont toutes inférieures aux critères de production d'eau potable ;
- L'exploitation des résultats ne met pas en évidence d'évolution de la qualité des eaux souterraines au droit de la zone d'étude.

Par ailleurs, l'écoulement des eaux souterraines au droit de la zone d'étude s'effectue globalement le plus souvent vers le canal d'amenée de Chinon B.



Le piézomètre 0SEZ101PZ est implanté en amont de la zone d'étude, dans une zone où la nappe n'est alimentée par la Loire qu'en période de hautes-eaux, période consistant en une succession de crues de la Loire. En période de moyennes-eaux et de basses-eaux, le niveau est supérieur au niveau du canal, la nappe restitue l'eau emmagasinée.

III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface

1. Physico-chimie en continu

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

Les tableaux suivants présentent les résultats du suivi sur l'année 2022 pour les stations amont, rejet et aval.

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,8	11,4	10,7	10,4	9	8,9	9	8,4	8,9	9,1	10,6	11,7
Conductivité (µS/cm)	258	289	289	304	326	322	292	337	359	371	381	320
pH	7,7	7,9	8	8,6	8,5	8,3	8,3	8,2	8,2	8,1	8,2	8,1
Température	5,9	8,1	10,9	14,5	21,2	23,7	25,1	24,8	20,0	17,2	11,2	6,5

Station rejet	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	8,9	9,0	9,3	8,7	8,0	7,8	7,9	7,7	7,9	8,3	8,5	8,9
Conductivité (µS/cm)	357	384	352	383	446	446	400	486	500	454	506	457
pH	8,1	8,1	8,0	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,2
Température	20,6	19,9	17,4	20,9	24,9	26,3	25,2	27,3	26,4	25,3	23,9	21,2

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,5	11,3	11,0	10,3	9,0	9,1	8,9	8,6	9,2	8,9	10,3	11,5
Conductivité (µS/cm)	353	398	382	382	372	357	328	356	385	414	447	422
pH	8,2	8,3	8,4	8,3	8,3	8,1	8,1	8,1	8,1	8	8,1	8,1
Température	6,0	7,9	10,7	14,3	21,1	23,6	25	24,9	20,3	17,4	11,7	7,1

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

2. Physico-chimie des eaux de surface

Le CNPE fait réaliser par un laboratoire accrédité, en amont et en aval, des mesures de certains paramètres physico-chimiques soutenant la vie biologique selon 6 campagnes entre juin et octobre. Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Station 51 (amont)	10/06	13/07	05/08	02/09	16/09	20/10
Température (°C)	2,10E+01	2,50E+01	2,60E+01	2,40E+01	2,00E+01	1,80E+01
pH	8,30E+00	8,10E+00	8,30E+00	8,30E+00	8,20E+00	7,80E+00
Conductivité (µS/cm)	3,30E+02	3,14E+02	3,37E+02	3,60E+02	3,76E+02	3,87E+02
O ₂ (mg/L)	8,40E+00	7,10E+00	7,80E+00	7,50E+00	8,40E+00	8,30E+00
Hydrogénocarbonates (mg/L)	1,39E+02	1,26E+02	1,23E+02	1,38E+02	1,48E+02	1,54E+02
DCO (mg/L)	1,00E+01	1,40E+01	< 1,00E+01	< 1,00E+01	< 1,00E+01	1,00E+01
DBO ₅ (mg/L)	7,00E-01	< 5,00E-01	< 5,00E-01	< 5,00E-01	< 5,00E-01	6,00E-01
MES (mg/L)	5,00E+00	5,00E+00	< 2,00E+00	4,00E+00	2,00E+00	4,00E+00
TH (°f)	1,30E+01	1,20E+01	1,20E+01	1,30E+01	1,40E+01	1,50E+01
Turbidité (FNU)	3,50E+00	2,90E+00	7,20E-01	2,30E+00	4,30E+00	2,30E+00
Silice (mg/L)	8,30E+00	1,20E+01	6,40E+00	1,10E+01	9,60E+00	8,20E+00
Sulfates (mg/L)	1,80E+01	1,90E+01	2,00E+01	1,90E+01	2,00E+01	2,10E+01
Chlorures (mg/L)	2,20E+01	2,00E+01	2,80E+01	2,80E+01	2,80E+01	2,40E+01
Sodium (mg/L)	1,40E+01	1,50E+01	1,60E+01	1,90E+01	1,90E+01	1,60E+01
Nitrates (mg/L)	7,00E+00	6,50E+00	3,00E+00	4,70E+00	5,30E+00	9,00E+00
Nitrites (mg/L)	5,00E-02	2,00E-02	4,00E-02	4,00E-02	3,00E-02	4,00E-02
Phosphates (mg/L)	< 2,00E-02	2,00E-02	< 2,00E-02	2,00E-02	< 2,00E-02	5,00E-02
Phosphore total (mg/L)	3,00E-02	4,00E-02	2,00E-02	2,00E-02	2,00E-02	3,00E-02
Ammonium (mg/L)	2,00E-02	3,00E-02	2,00E-02	3,00E-02	3,00E-02	3,00E-02
Azote Kjeldahl (mg/L)	8,00E-01	8,00E-01	< 5,00E-01	< 5,00E-01	5,00E-01	< 5,00E-01
COD (mg/L)	2,70E+00	4,00E+00	2,70E+00	2,60E+00	2,50E+00	3,20E+00

Station 52 (aval)	10/06	13/07	05/08	02/09	16/09	20/10
Température (°C)	2,00E+01	2,40E+01	2,60E+01	2,40E+01	1,90E+01	1,80E+01
pH	8,40E+00	8,10E+00	8,10E+00	8,40E+00	8,40E+00	8,20E+00
Conductivité (µS/cm)	3,66E+02	3,42E+02	3,32E+02	3,78E+02	3,96E+02	4,39E+02
O ₂ (mg/L)	9,40E+00	8,10E+00	1,29E+01	8,90E+00	9,70E+00	8,80E+00
Hydrogénocarbonates (mg/L)	1,57E+02	1,39E+02	1,17E+02	1,53E+02	1,52E+02	1,87E+02
DCO (mg/L)	1,20E+01	1,40E+01	1,10E+01	< 1,00E+01	< 1,00E+01	< 1,00E+01
DBO5 (mg/L)	1,00E+00	< 5,00E-01	< 5,00E-01	< 5,00E-01	< 5,00E-01	7,00E-01
MES (mg/L)	5,00E+00	4,00E+00	3,00E+00	6,00E+00	< 2,00E+00	1,40E+01
TH (°f)	1,50E+01	1,30E+01	1,20E+01	1,30E+01	1,40E+01	1,80E+01
Turbidité (FNU)	2,20E+00	3,30E+00	1,50E+00	3,60E+00	1,50E+00	2,50E+00
Silice (mg/L)	8,80E+00	1,20E+01	6,70E+00	1,10E+01	1,00E+01	1,00E+01
Sulfates (mg/L)	2,00E+01	2,00E+01	2,40E+01	2,40E+01	2,40E+01	2,50E+01
Chlorures (mg/L)	2,40E+01	2,20E+01	3,00E+01	2,90E+01	3,00E+01	2,80E+01
Sodium (mg/L)	1,50E+01	1,50E+01	1,80E+01	2,00E+01	2,00E+01	1,70E+01
Nitrates (mg/L)	7,30E+00	5,90E+00	1,90E+00	4,20E+00	4,90E+00	9,00E+00
Nitrites (mg/L)	6,00E-02	6,00E-02	5,00E-02	6,00E-02	4,00E-02	5,00E-02
Phosphates (mg/L)	< 2,00E-02	3,00E-02	< 2,00E-02	3,00E-02	< 2,00E-02	4,00E-02
Phosphore total (mg/L)	3,00E-02	4,00E-02	2,00E-02	2,00E-02	1,00E-02	4,00E-02
Ammonium (mg/L)	3,00E-02	4,00E-02	2,00E-02	2,00E-02	2,00E-02	3,00E-02
Azote Kjeldahl (mg/L)	8,00E-01	5,00E-01	< 5,00E-01	< 5,00E-01	5,00E-01	5,00E-01
COD (mg/L)	2,80E+00	3,90E+00	2,90E+00	2,70E+00	2,70E+00	3,10E+00

Commentaires : Les conclusions de la surveillance sont notifiées dans le paragraphe IV.

3. Chimie des eaux de surface

Les rejets chimiques résultant du fonctionnement du CNPE sont issus :

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

Ces rejets font l'objet d'une surveillance des concentrations présentes dans le milieu récepteur. A cet effet, des mesures de substances chimiques sont effectuées trimestriellement dans le fleuve en amont et en aval du CNPE, Les tableaux suivants présentent les valeurs mesurées aux deux stations amont et aval sur l'année 2022.

Paramètres Station amont		Unité	21/01	15/04	13/07	20/10
Bore		mg/L	< 5,00E-02	< 5,00E-02	< 5,00E-02	< 5,00E-02
Métaux totaux	Fraction brute		1,42E+00	5,55E-01	5,38E-01	2,90E-01
	Fraction dissoute		4,72E-02	3,46E-02	2,76E-02	2,03E-02
Aluminium total			6,90E-01	2,40E-01	2,60E-01	1,10E-01
Chrome total			1,50E-03	7,00E-04	7,00E-04	4,00E-04
Cuivre total			3,20E-03	3,10E-03	4,20E-03	3,30E-03
Fer total			6,90E-01	2,90E-01	2,40E-01	1,50E-01
Manganèse total			2,60E-02	1,60E-02	2,60E-02	2,10E-02
Nickel total			1,60E-03	1,10E-03	1,40E-03	1,10E-03
Plomb total			1,30E-03	5,00E-04	5,00E-04	< 2,00E-04
Zinc total			5,00E-03	4,00E-03	5,00E-03	4,00E-03
Aluminium dissous			1,10E-02	5,00E-03	5,00E-03	2,00E-03
Chrome dissous			3,00E-04	5,00E-04	3,00E-04	4,00E-04
Cuivre dissous			2,10E-03	2,50E-03	3,20E-03	2,20E-03
Fer dissous			2,90E-02	2,20E-02	1,10E-02	8,00E-03
Manganèse dissous			3,00E-03	1,80E-03	5,10E-03	2,70E-03
Nickel dissous			8,00E-04	8,00E-04	1,00E-03	8,00E-04
Plomb dissous			< 2,00E-04	< 2,00E-04	< 2,00E-04	2,00E-04
Zinc dissous			1,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	4,00E-03
Hydrazine			< 2,00E-01	< 2,00E-01	< 2,00E-01	< 2,00E-01
Ethanoline			< 1,00E-02	< 1,00E-02	< 1,00E-02	< 1,00E-02
Détergents			< 2,00E+00	< 2,00E+00	< 2,00E+00	< 2,00E+00
Hydrocarbures			< 5,00E-02	< 5,00E-02	< 8,40E-02	< 5,00E-02
AOX			1,40E-02	1,20E-02	1,70E-02	1,30E-02
Acides chloroacétiques			< 4,50E-03	< 4,50E-03	< 4,50E-03	< 4,50E-03
Chlore résiduel total			< 4,00E-02	< 4,00E-02	< 4,00E-02	< 4,00E-02
Chloroforme			< 1,50E-04	< 1,50E-04	< 1,50E-04	< 1,50E-04

Paramètres Station aval		Unité	21/01	15/04	13/07	20/10
Bore		mg/L	< 5,00E-02	< 5,00E-02	< 5,00E-02	5,00E-02
Métaux totaux	Fraction brute		1,24E+00	5,79E-01	2,12E-01	2,01E-01
	Fraction dissoute		1,01E-01	5,41E-02	4,66E-02	2,78E-02
Aluminium total			6,10E-01	2,50E-01	6,00E-02	8,00E-02
Chrome total			1,20E-03	7,00E-04	5,00E-04	4,00E-04
Cuivre total			2,40E-03	2,30E-03	2,90E-03	2,20E-03
Fer total			5,90E-01	3,00E-01	1,10E-01	9,00E-02
Manganèse total			2,60E-02	2,00E-02	3,50E-02	2,10E-02
Nickel total			1,60E-03	1,30E-03	1,30E-03	1,10E-03
Plomb total			9,00E-04	5,00E-04	2,00E-04	< 2,00E-04
Zinc total			5,00E-03	4,00E-03	2,00E-03	6,00E-03
Aluminium dissous			3,80E-02	7,00E-03	3,00E-03	< 2,00E-03
Chrome dissous			< 2,00E-04	6,00E-04	2,00E-04	4,00E-04
Cuivre dissous			2,10E-03	1,90E-03	2,30E-03	1,60E-03
Fer dissous			4,70E-02	3,40E-02	1,90E-02	1,10E-02
Manganèse dissous			9,10E-03	6,50E-03	1,90E-02	9,90E-03
Nickel dissous			1,10E-03	1,10E-03	1,10E-03	9,00E-04
Plomb dissous			< 2,00E-04	< 2,00E-04	< 2,00E-04	< 2,00E-04
Zinc dissous			4,00E-03	3,00E-03	2,00E-03	4,00E-03
Hydrazine			< 2,00E-01	< 2,00E-01	< 2,00E-01	< 2,00E-01

Paramètres Station aval	Unité	21/01	15/04	13/07	20/10
Ethanolamine		< 1,00E-02	< 1,00E-02	< 1,00E-02	< 1,00E-02
Détergents		< 2,00E+00	< 2,00E+00	< 2,00E+00	< 2,00E+00
Hydrocarbures		< 5,00E-02	< 5,00E-02	< 8,50E-02	< 5,00E-02
AOX		1,10E-02	1,40E-02	1,40E-02	1,20E-02
Acides chloroacétiques		< 4,50E-03	< 4,50E-03	< 4,50E-03	< 4,50E-03
Chlore résiduel total		< 4,00E-02	< 4,00E-02	< 4,00E-02	< 4,00E-02
Chloroforme		< 1,50E-04	< 1,50E-04	< 1,50E-04	< 1,50E-04

Commentaires : Il n'y a pas de différence significative des mesures entre les stations amont et aval du CNPE.

IV. Physico-chimie et Hydrobiologie

Chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance physico-chimique, hydrobiologique et le suivi ichtyologique à des organismes reconnus. Sont distinguées la surveillance pérenne, réalisée annuellement, des surveillances en conditions climatiques exceptionnelles (CCE) ou en situation exceptionnelle (SE).

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

1. Surveillance pérenne

La synthèse du rapport de surveillance est présentée ci-dessous :

L'objectif de cette surveillance est de suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur et détecter une évolution anormale qui proviendrait des activités du site (surveillances physico-chimique et biologique) et connaître la concentration dans l'eau des substances chimiques rejetées par le site (surveillance chimique).

La surveillance du milieu récepteur du CNPE de CHINON comprend :

- Une surveillance chimique au niveau de 2 stations de mesures : stations SMP amont et 52 (station aval) qui intègre une comparaison de certains paramètres chimiques déterminés à l'amont et à l'aval du CNPE.
- Une surveillance hydro-écologique au niveau de 2 stations de mesures : stations 51 amont et 52 aval.

Cette surveillance intègre une comparaison des principaux paramètres physico-chimiques, utilisés pour évaluer la qualité des eaux de surface, déterminés à l'amont et à l'aval du CNPE et une comparaison des peuplements benthiques (diatomées et macro-invertébrés), phytoplanctoniques, macrophytes observés à l'amont et à l'aval du CNPE.

Le suivi hydrobiologique 2022 s'est inscrit dans un contexte hydrologique annuel globalement déficitaire, les débits journaliers étant souvent inférieurs aux références interannuelles, notamment au cours du printemps (mars à mi-mai). Cela n'exclut cependant pas des périodes de crues ponctuelles intervenant tant en hiver (février), qu'au printemps (mai), et même au cours de l'été (juillet).

► Après une caractérisation des principaux paramètres physico-chimiques, utilisés pour évaluer la qualité des eaux de surface, l'analyse détaille les disparités spatio-temporelles pointées par ces indicateurs physico-chimiques déterminés à l'amont et à l'aval du CNPE de CHINON. Très peu de différences de la qualité physico-chimique de l'eau de la Loire sont constatées en 2022 en amont et en aval de l'aménagement électronucléaire. La différence la plus importante est observée pour la conductivité, qui augmente en moyenne de 25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de l'amont vers l'aval. Globalement, les caractéristiques physico-chimiques sont équivalentes aux deux stations pour cette année 2022. Les moyennes obtenues en 2022 sont du même ordre de grandeur que celles obtenues entre 2021 et 2018, pour les paramètres analysés dans le cadre de ce suivi 2022. Ce suivi met en évidence l'absence d'influence du CNPE de CHINON sur les paramètres physico-chimiques de La Loire.

► Le même constat est fait pour la qualité chimique de l'eau de la Loire au niveau des stations situées en amont et en aval du CNPE de CHINON. En effet, la qualité de la Loire est voisine à hauteur des deux stations étudiées pour la période de janvier à octobre 2022. Les valeurs moyennes obtenues pour ces paramètres sont du même ordre de grandeur.

Ces valeurs moyennes sont également équivalentes à celles obtenues entre 2021 et 2018, à l'exception des 4 substances métalliques suivantes dont les moyennes sont plus élevées au niveau des 2 stations en 2021 et en 2018 : l'Aluminium total, le Fer total, le Manganèse total et le Plomb total.

Ce suivi met en évidence l'absence d'influence du CNPE de CHINON sur les paramètres chimiques de La Loire.

► L'échantillonnage et l'analyse du phytoplancton ont été réalisés selon les méthodologies proposées par l'IRSTEA. Son dénombrement est conforme à la « méthode Utermöhl » (1958).

Le suivi de ce compartiment écologique révèle une similitude des cortèges algaux entre les deux stations de suivi. Les peuplements sont diversifiés et sont caractéristiques de ce type de grands cours d'eau.

La succession des grands groupes, déjà constatée lors des précédents suivis, est de nouveau observée cette année : les *Bacillariophyta* dominent les peuplements en hiver et au printemps, puis les *Chlorophyta* prennent le relai en période estivale.

Malgré des conditions environnementales très favorables, notamment en début d'été (température élevée, débit faible, ensoleillement important, nutriments suffisants), le développement des cyanobactéries reste très modéré. La nature des espèces inventoriées, tout comme leur biomasse, n'induisent pas de risque sanitaire notable.

Ces résultats ne mettent en évidence aucune disparité biologique entre l'amont et l'aval du CNPE de Chinon, et permettent donc de conclure à l'absence d'impact du fonctionnement de cette installation sur la communauté phytoplanctonique.

► Les algues diatomées sont expertisées selon la norme NF T90-354, dite de l'Indice Biologique Diatomées ; leur prélèvement a été réalisé au cours de l'étiage estival (août).

Les échantillonnages réalisés aux stations amont (51) et aval (52) montrent des communautés peu diversifiées mais présentant une bonne répartition des effectifs dans les populations.

Les espèces recensées témoignent d'une bonne oxygénation de l'eau, d'une faible minéralisation, d'une charge organique faible à très faible et d'une faible présence d'azote organique dans le milieu. En revanche, les nutriments semblent disponibles avec un degré de trophie des deux peuplements plutôt élevé.

Les indices diatomiques caractérisent un bon état biologique à la station amont et un très bon état biologique à la station aval, lié à une valeur plus forte de l'Indice Biologique Diatomées (IBD) à la station aval.

Ainsi, l'expertise des communautés diatomiques ne révèle aucun impact négatif du fonctionnement du CNPE de Chinon-Avoine sur la qualité du milieu.

► Les macrophytes sont expertisés selon la norme NF T90-395 (Indice Biologique Macrophytique en Rivière - IBMR). L'échantillonnage a eu lieu en condition d'étiage estival, le 13 septembre 2022.

Les résultats obtenus révèlent un niveau trophique élevé à très élevé et un bon état écologique de la Loire dans le secteur du CNPE pour l'élément de qualité macrophytes.

Les peuplements sont typiques de la Loire moyenne et ne présentent pas de différences notables entre les deux stations du suivi, ce qui permet de conclure à l'absence d'influence avérée du CNPE sur la communauté floristique.

► Le suivi des macro-invertébrés benthiques met en œuvre le protocole MGCE qui s'appuie sur les normes de prélèvements (XP T90-337 ; mars 2019) et d'analyses (NF T90-388 ; décembre 2020). Les prélèvements ont été réalisés de part et d'autre du CNPE lors de 4 campagnes (avril, juin, août et octobre).

Les peuplements invertébrés des deux stations du suivi apparaissent diversifiés ; certains taxons sont dotés d'une très grande sensibilité à la pollution (*Chloroperlidae*). La bio-indication qui en découle détermine une très bonne qualité biologique de part et d'autre du CNPE de Chinon sur l'ensemble du suivi 2022.

Aucune des métriques prises en compte pour analyser ces communautés benthiques ne met en évidence d'influence du fonctionnement de ce CNPE sur les peuplements des macro-invertébrés de ce secteur de la Loire.

Aucune des expertises biologiques et physico-chimiques de l'eau de la Loire mises en œuvre dans le cadre de ce suivi 2022 ne met en évidence une quelconque évolution anormale de l'hydrosystème ligérien qui puisse être associée au fonctionnement du CNPE de Chinon.

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

2. Surveillance en conditions climatiques exceptionnelles

En 2022, le CNPE de Chinon n'a pas recouru à cette surveillance.

V. Acoustique environnementale

L'arrêté du 7 février 2012 fixe les règles générales applicables à toutes les phases du cycle de vie des installations nucléaires de base visant à garantir la protection des intérêts contre l'ensemble des inconvénients ou des risques que peuvent présenter les INB. Le titre IV sur la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement fixe deux critères visant à limiter l'impact du bruit des installations nucléaires de base.

Le premier critère, appelé « émergence sonore » et s'exprimant en Décibel A - dB (A) est la différence de niveau sonore entre le niveau de bruit ambiant et le bruit résiduel. L'émergence sonore se calcule à partir de mesures réalisées aux premières habitations, en Zone à Émergence Réglementée (ZER).

Le deuxième critère, en vigueur depuis le 1^{er} juillet 2013, concerne le niveau sonore mesuré en dB (A) en limite d'établissement de l'installation.

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

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

La Mission Communication du CNPE de Chinon réalise des informations, en s'adressant directement aux mairies de proximité lors de la réalisation d'opérations pouvant générer du bruit, comme par exemple lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation.

Toute l'actualité du CNPE de Chinon est accessible, 24 heures sur 24, sur le site internet : <https://www.edf.fr/centrale-nucleaire-chinon>.

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

Une surveillance des niveaux de radioactivité est effectuée dans l'environnement du site de Chinon dans le cadre du programme de surveillance réglementaire et du suivi radioécologique du site (cf. Partie VI Surveillance de l'environnement, I- Surveillance de la radioactivité dans l'environnement).

Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent que la radioactivité mesurée dans l'environnement du site est principalement d'origine naturelle. Les niveaux de radioactivité artificielle mesurés dans l'environnement du site sont faibles et trouvent pour partie leur origine dans d'autres sources (retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl, ...). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique 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.irs.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/environnement/IRSN-ENV_Bilan-Radiologique-France-2018-2020.pdf

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

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

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

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

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

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

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

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

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

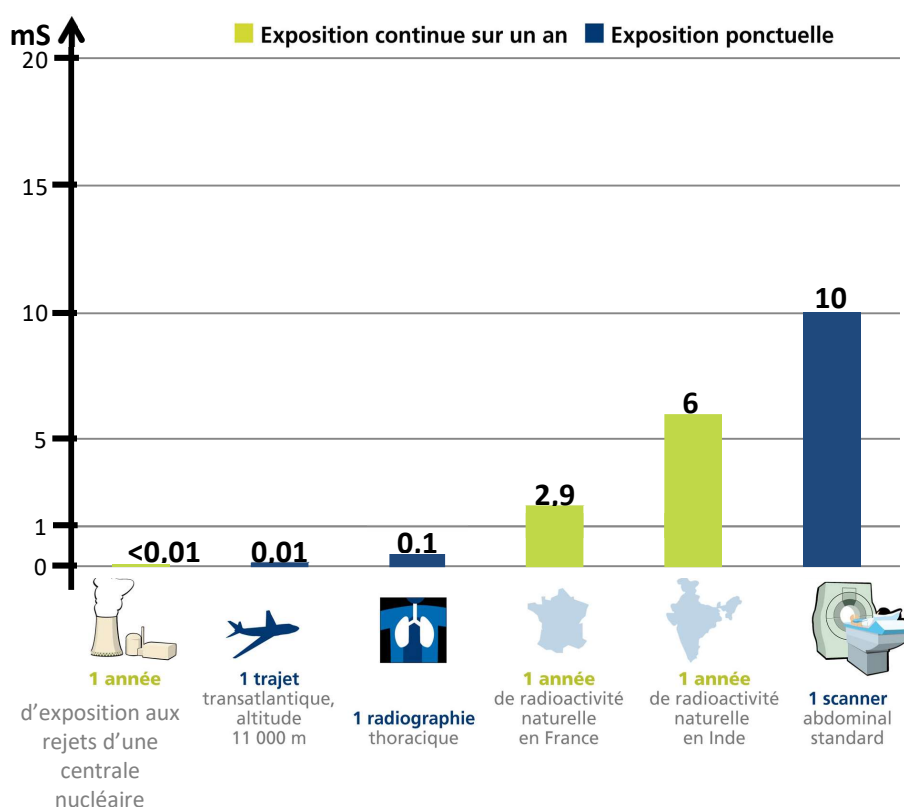


Figure 2 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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

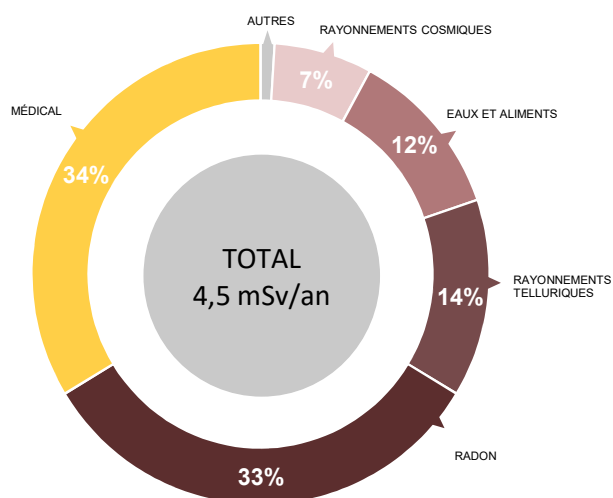


Figure 3 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2022 effectués par le site de Chinon, pour la personne représentative. Cette personne représente les individus pouvant recevoir la dose efficace annuelle maximale induite par les rejets d'effluents radioactifs autorisés du site.

ADULTE	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,6E-06	6,1E-05	6,3E-05
Rejets d'effluents liquides	2,8E-06	9,9E-05	1,0E-04
Total	4,4E-06	1,6E-04	1,7E-04

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,6E-06	5,7E-05	5,8E-05
Rejets d'effluents liquides	Sans objet	8,6E-05	8,6E-05
Total	1,6E-06	1,4E-04	1,4E-04

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,6E-06	7,2E-05	7,4E-05
Rejets liquides	Sans objet	1,1E-04	1,1E-04
Total	1,6E-06	1,8E-04	1,8E-04

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

Les valeurs de doses calculées pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, attribuables aux rejets d'effluents radioactifs de l'année 2022 sont plus de 1 000 fois inférieures à la limite d'exposition fixée à 1 mSv par an pour la population, par l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique. L'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du site est exposé à une dose efficace inférieure ou égale à la dose calculée pour la personne représentative, présentée ci-dessus.

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

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

I. Les déchets radioactifs

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

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

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

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

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

1. Les catégories de déchets radioactifs

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

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

Ces déchets proviennent essentiellement :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. Le transport des déchets

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

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

DE LA CENTRALE AUX CENTRES DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE

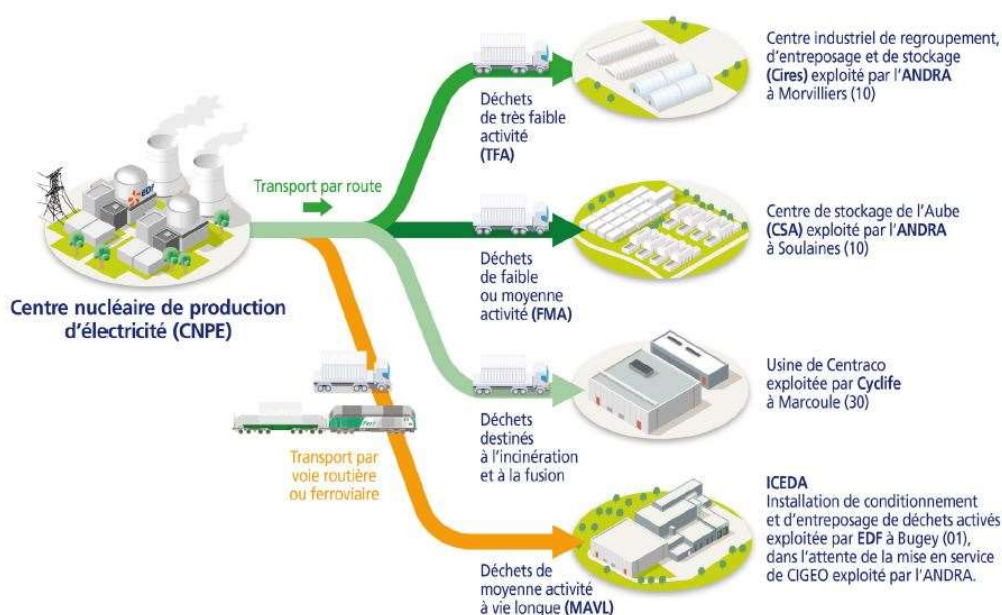


Figure 4 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

3. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2022

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2022 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Chinon.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2022	Commentaires
TFA	347,4 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA et autres aires d'entreposage
FMAVC (Liquides)	36,8 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants...
FMAVC (Solides)	366,8 tonnes	Localisation Bâtiment des Auxiliaires Nucléaire et Bâtiment Auxiliaire de Conditionnement (BAC)
MAVL	316 objets	Concerne les grappes et les étuis dans les piscines de désactivation (déchets technologiques, galette inox, bloc béton et chemise graphite)

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2022 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Chinon.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2022	Type d'emballage
TFA	144 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC (coques)	55 colis	Coques béton
FMAVC (fûts)	575 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
FMAVC (autres conditionnement)	48 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2022 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Chinon.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	228
CSA à Soulaines	502
Centraco à Marcoule	2395

En 2022, 3125 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra).

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2022 pour les 3 réacteurs en déconstruction du CNPE de Chinon :

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2022
TFA	4592,78 tonnes
FMAVC (Liquides)	0 tonnes
FMAVC (Solides)	236,99 tonnes
FAVL	0 tonnes
MAVL	9 objets

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2022 pour les 3 réacteurs en déconstruction du CNPE de Chinon :

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2022	Type d'emballage
TFA	23 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC (coques)	0 colis	Coques béton
FMAVC (fûts)	229 colis	Fûts métalliques, fûts PEHD
FMAVC (autres conditionnement)	5 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2022 pour les 3 réacteurs en déconstruction du CNPE de Chinon :

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	155
CSA à Soulaines	0
Centraco à Marcoule	13

En 2022, 168 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra).

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2022 pour l'Atelier des Matériaux Irradiés (AMI) :

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2022
TFA	118,15 tonnes
FMAVC (Liquides)	0 tonne
FMAVC (Solides)	214,95 tonnes
FAVL	0 tonne
MAVL	7 objets

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2022 pour l'Atelier des Matériaux Irradiés (AMI) :

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2022	Type d'emballage
TFA	235 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC (coques)	0 colis	Coques béton
FMAVC (fûts)	56 colis	Fûts métalliques, PEHD
FMAVC (autres conditionnement)	107 colis	Autres dont caissons, pièces massives, ...

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2022 pour l'Atelier des Matériaux Irradiés (AMI) :

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	0
CSA à Soulaines	2
Centraco à Marcoule	0

En 2022, 2 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra).

II. Les déchets non radioactifs

Conformément à l'arrêté INB et à la décision ASN 2015-DC-0508, les INB établissent et gèrent un plan de zonage déchets, qui vise à distinguer :

- les zones à déchets conventionnels (ZDC) d'une part, à l'intérieur desquelles les déchets produits ne sont ni contaminés ou activés ni susceptibles de l'être ;
- les zones à production possible de déchets nucléaires (ZPPDN) d'autre part, à l'intérieur desquelles les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être.

Les déchets conventionnels produits par les INB sont ceux issus de ZDC et sont classés en 3 catégories :

- les déchets inertes (DI), qui ne contiennent aucune trace de substances toxiques ou dangereuses, et ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante pour l'environnement (déchets minéraux, verre, déblais, terres et gravats, ...)
- les déchets non dangereux non inertes, qui ne présentent aucune des propriétés qui rendent un déchet dangereux (gants, plastiques, déchets métalliques, papier/carton, caoutchouc, bois, câbles électriques, ...)
- les déchets dangereux (DD) qui contiennent des substances dangereuses ou toxiques, ou sont souillés par de telles substances (accumulateurs au plomb, boues/terres marquées aux hydrocarbures, résines, peintures, piles, néons, déchets inertes et industriels banals souillés, déchets amiantifères, bombes aérosols, ...).

Le tableau ci-dessous présente les quantités de déchets conventionnels produites en 2022 par le CNPE.

Quantités 2022 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Exploitation	934	390	3 391	3 253	8 174	8 174	12 499	11 817
Déconstruction	56	14	114	114	89	89	259	217

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 conséquente en 2022 du fait notamment d'importants chantiers liés à la visite décennale de l'unité de production Chinon B1. Les productions de déchets dangereux et de déchets non dangereux non inertes 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 2022, les 4 unités de production de la centrale de Chinon ont produit 12 499 tonnes de déchets conventionnels : 94,5 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

Concernant les unités en déconstruction, 259 tonnes de déchets conventionnels ont été produites en 2022 : 84% de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

AOX – Composés organiques halogénés absorbables sur charbon actif

ASN - Autorité Sûreté Nucléaire

BTEX – Groupe de composés organiques volatiles incluant le benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes

CNPE - Centre Nucléaire de Production d'Électricité

COT - Carbone Organique Total

CRL – Chlore Résiduel Libre

CRT – Chlore Résiduel 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

HAP – Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

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

PCB – Polychlorobiphényles

PF – Produit de Fission

REX - Retour d'Expérience

SME - Système de Management de l'Environnement

SMP - Station Multi Paramètres

TAC – Turbine à Combustion

TEU - Traitement des Effluents Usés

TFA - Très Faible Activité

THE – Très Haute Efficacité

UFC - Unité Formant Colonie

ANNEXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de Chinon Année 2022

Suivi *Naegleria fowleri* aval calculé :

Rappel du mode de calcul des concentrations aval site :

$$\text{Concentration calculée en Loire} = [C \text{ rejet} \times Q \text{ rejet} \times K] / Q \text{ Loire}$$

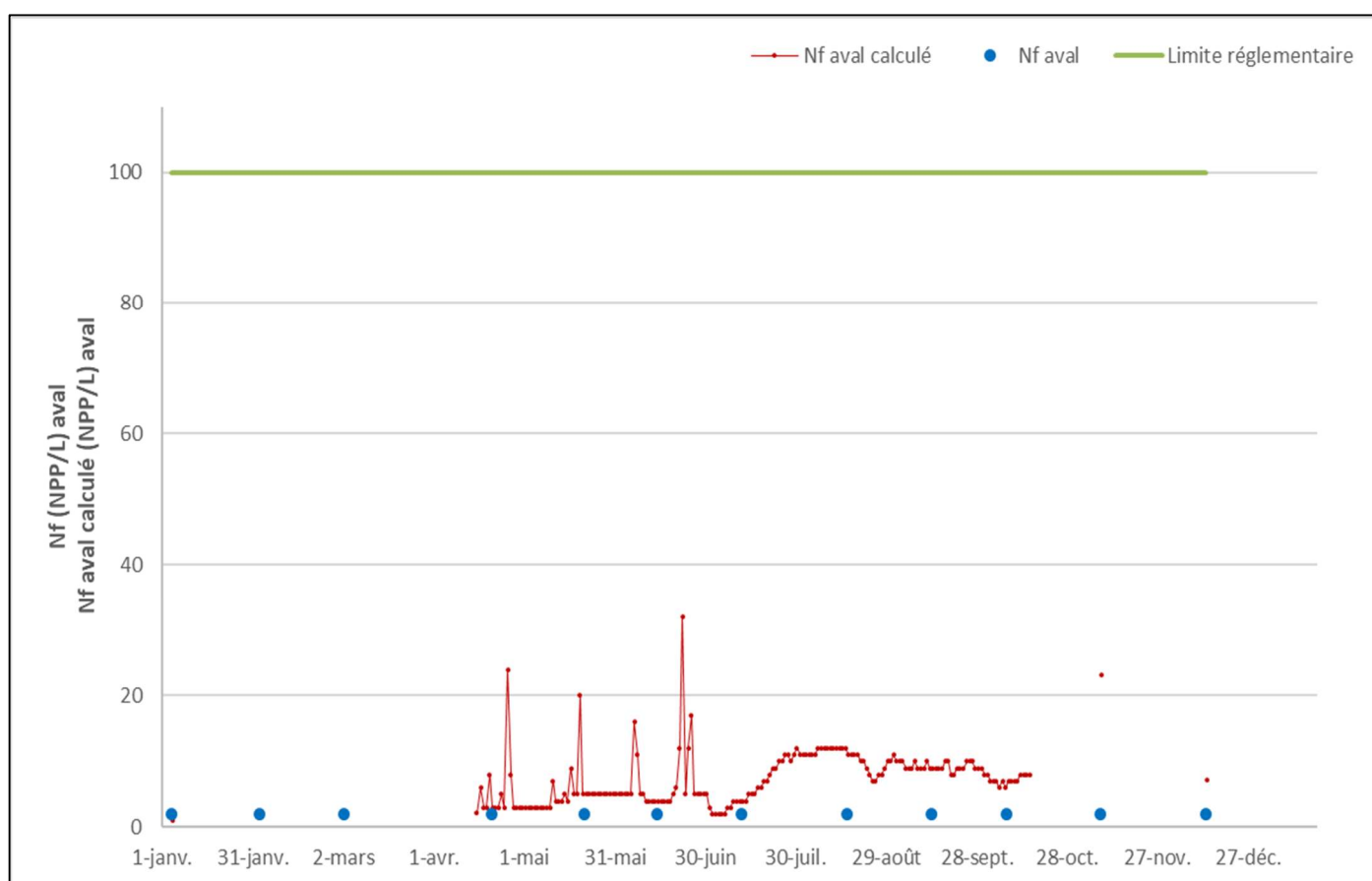
Où :

C rejet : concentration mesurée en *Naegleria* au point rejet (Nt ou Nf/L)

Q rejet : débit moyen journalier du rejet (m³/s)

Q Loire : débit moyen journalier de la Loire (m³/s)

K : facteur d'hétérogénéité du mélange des eaux du rejet et du fleuve = 1,3 pour le CNPE de Chinon



Commentaires : En 2022, la concentration maximale calculée en amibes *Naegleria fowleri* à l'aval du CNPE est relevée le 22 juin avec une valeur de 32 Nf/L. La valeur mesurée mensuellement n'a pas excédé les 2 Nf/L. Les seuils réglementaires de 80 et 100 Nf/L en Loire ont toujours été respectés en 2022.

Résultats des dénombrements en Légionelles :

Date	LEGIONELLA PNEUMOPHILA (UFC/L)			
	TRANCHE 1	TRANCHE 2	TRANCHE 3	TRANCHE 4
13/01/2022	100	<100	<100	200
21/01/2022	<100	100	300	<100
04/02/2022	<100	<100	<100	200
18/02/2022	<100	<100	200	
04/03/2022	<100	100		
18/03/2022	<100	100		
01/04/2022	<100	<100		
05/04/2022				200
15/04/2022	<100	200		<100
05/05/2022	<100	<100		<100
19/05/2022	<100			<100
10/06/2022	<100			<100
24/06/2022	<100			<100
01/07/2022	<100			<100
13/07/2022	<100			100
05/08/2022	200	<100		100
19/08/2022	300	<100		<100
02/09/2022	200	<100		<100
16/09/2022	500	<100		<100
07/10/2022	<100	<100		<100
20/10/2022		400		200
27/10/2022			<100	
02/11/2022	200	900	<100	800
18/11/2022	800	1400	<100	1500
02/12/2022	600	1000	<100	1000
16/12/2022	<100	600	300	600

ANNEXE 2 : Suivi radioécologique annuel du CNPE de Chinon Année 2021

Disponible sur demande à chinon-communication@edf.fr.



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

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

CNPE de Chinon
BP 80
37420 Avoine
02.47.98.60.60