



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

2021

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

Réf : D5170SCERAC22004_00

SOMMAIRE

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Chinon en 2021	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	6
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des évènements 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	11
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	29
III. Rejets thermiques	48
Partie V - Prévention du risque microbiologique	50
I. Bilan annuel des colonisations en circuit	50
II. Synthèse des traitements biocides et rejets associés	51
Partie VI - Surveillance de l'environnement	52
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	52
II. Physico-chimie des eaux souterraines	58
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	60
IV. Physico-chimie et Hydrobiologie	64
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 2021 _____ **83**

ANNEXE 2 : Accès au suivi radioécologique annuel du CNPE de Chinon Année 2020 _____ **86**

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

I. Contexte

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

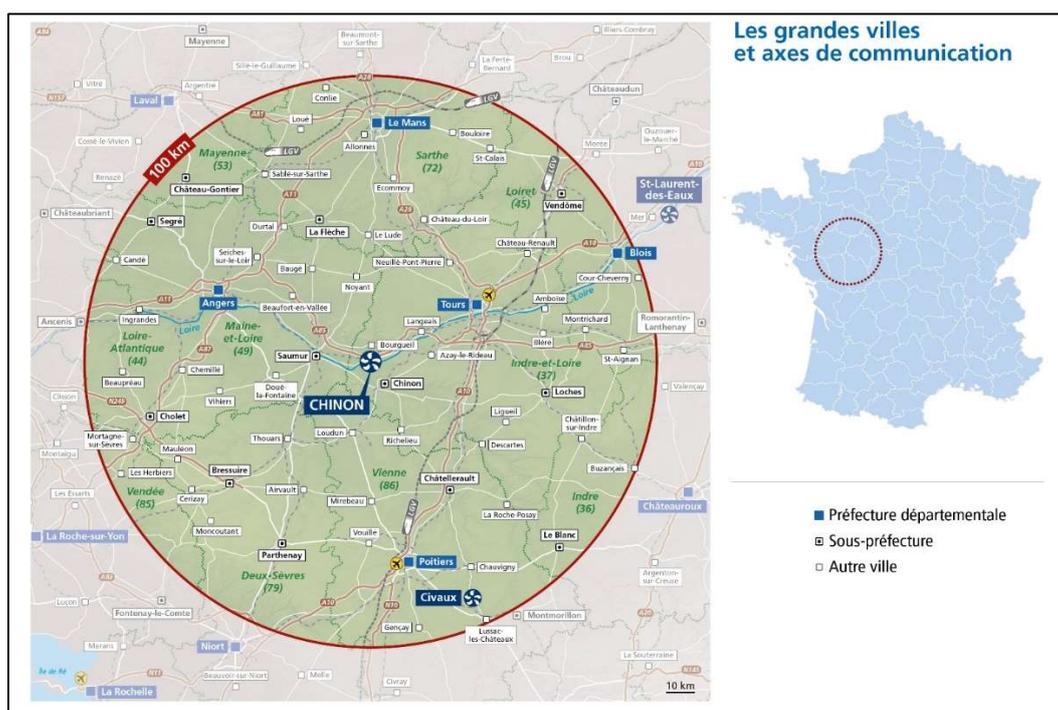
Dans ce cadre, tous les Centres Nucléaires de Production d'Electricité (CNPE) d'EDF disposent d'un système de management de l'environnement certifié « ISO14001 ».

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

En application de l'article 4.4.4 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, ce document présente le bilan de l'année 2021 du CNPE de Chinon en matière d'environnement.

II. Le CNPE de Chinon

Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité (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.



Le site de Chinon emploie 1 349 salariés EDF CNPE, 300 salariés EDF autres entités et 600 salariés entreprises extérieures, et fait appel, pour réaliser les travaux lors des arrêts programmés pour maintenance des unités de production de 600 à 1500 intervenants supplémentaires.

L'ensemble des installations regroupe :

- 4 unités de production d'électricité (Réacteur à Eau Pressurisée - REP) en fonctionnement
- 3 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 (MIR) de stockage de combustible neuf destiné aux réacteurs de la filière (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, 3 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 4 unités de 900 MW 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).

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 a pour mission d'appuyer la direction du parc nucléaire et d'apporter des aides 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.

Un nouveau 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. Le décret de démantèlement a été publié au JO le 02 mai 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.

Type d'installation	Nature de l'installation	N° INB
Atelier des matériaux irradiés AMI	Utilisation des substances radioactives	94
Magasin Interrégional de stockage du combustible MIR	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 2021, aucune modification notable au voisinage du CNPE de Chinon n'a été identifiée.

Certaines entreprises situées au voisinage du CNPE de Chinon ont vu leur statut par rapport à la réglementation ICPE évoluer, du fait d'une modification de cette réglementation. Cependant, aucun nouveau risque n'a été induit.

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 certification à 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 évènements significatifs pour l'environnement déclarés

Le tableau suivant récapitule les évènements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de Chinon en 2021 :

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives
ESE 2	18/02/21	Dépassement de la limite réglementaire en sortie du déshuileur 8SEH001ZE. Aucun impact sur l'environnement à l'extérieur du site, notamment grâce à la présence du barrage oléophile sur le canal de rejet.	- Modifications documentaires et organisationnelles - Formation et recyclage des agents de terrain - Mise en place d'un oléophile supplémentaire en sortie des déshuileurs
ESE 6	26/08/21	Cumul annuel d'émissions de fluide frigorigène supérieur à 100 kg sur les INB du site de Chinon Le cumul des émissions de fluides frigorigènes est égal à 219,7 tonnes équivalent CO2 pour l'ensemble de ces émissions.	- Rédaction de courrier au constructeur afin de lui remonter le défaut rencontré. - Vérifier l'étanchéité de la vis de réglage du détendeur des 4 groupes xDUV700GF - Effectuer un contrôle d'étanchéité sur l'ensemble des compresseurs équipés de raccord en « Té » sur les groupes DEB/DEG/DEL.
ESE 4	17/12/21	Prise en compte non exhaustive de la décision ASN n°2020-DC-0689 lors du chantier de forage des puits APU Cet évènement n'a pas eu de conséquence réelle sur l'environnement.	Modification organisationnelle locale (cadrage des contrôles, validation des métiers par une fiche d'accord lancement préalablement à la réalisation des modifications ayant un impact environnemental)

2. Bilan des incidents de fonctionnement

Le CNPE de Chinon a observé, durant l'année 2021, deux incidents de fonctionnement :

Le 21/05/2021, une dépressurisation fortuite du réservoir 9 TEG 002 BA vers la cheminée DVN suite à l'inétanchéité des vannes 9 TEG 120 et 123 VY lors d'une activité de balayage en azote. Ce rejet fortuit n'a jamais atteint le seuil d'alarme 1 de la chaîne de surveillance 1KRT017MA.

Le 14/12/2021, une inétanchéité d'un flexible lors d'un transfert temporaire d'effluents de la tranche 1 vers la tranche 2 lors du remplissage du circuit secondaire de la tranche 1. Le flexible a été remplacé le jour même.

Ces incidents ont fait l'objet d'une déclaration d'un évènement intéressant pour l'environnement (EIE).

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.

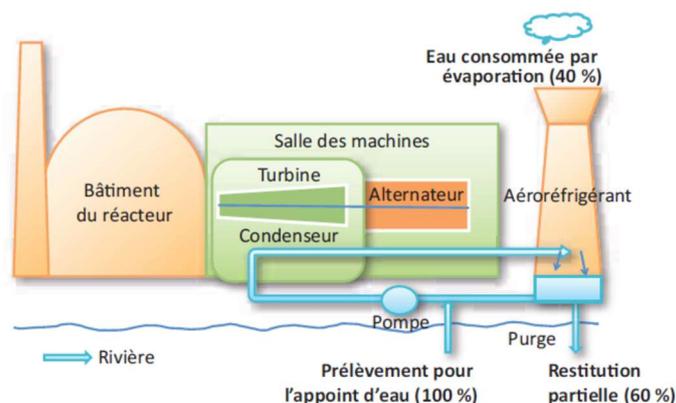


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement fermé

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% de l'eau prélevée est restituée au fleuve 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 2021.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	16,9
Février	12,9
Mars	14,1
Avril	15,1
Mai	15,3
Juin	14,1
Juillet	16,4
Août	16,8
Septembre	15,8
Octobre	14,0
Novembre	13,0
Décembre	15,0
TOTAL	179,4

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 2021.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	0,144
Février	0,110
Mars	0,122
Avril	0,130
Mai	0,131
Juin	0,122
Juillet	0,141
Août	0,143
Septembre	0,137
Octobre	0,137
Novembre	0,111
Décembre	0,128
TOTAL	1,555

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

Le cumul annuel des prélèvements d'eau potable destinée à usage domestique pour l'année 2021 est de 87,064* milliers de m³ (les données disponibles sont des relevés annuels).

*Valeur à consolider après étalonnage des compteurs

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

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

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

Année	Milieu	Volume (milliers de m ³)
2019	Eau douce superficielle (Loire)	176 548
2020		184 764
2021		180 936
Prévisionnel 2021		190 000
2019	Eau souterraine (Nappes phréatiques)	0,518
2020		0,288
2021		29,825
Prévisionnel 2021		54
2019	Eau douce de réseau (Eau potable de la Communauté de Communes Chinon Veron Loire)	52,9
2020		62,9
2021		87,1*

* Valeur à consolider après étalonnage des compteurs

Commentaires : Le volume annuel d'eau prélevée en Loire est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2021, compte tenu du temps effectif de fonctionnement des tranches. Les quantités d'eau prélevée dans les eaux souterraines sont en augmentation en 2021 compte tenu des travaux de création de puits d'appoint en eau d'ultime secours (98,5% de l'eau prélevée) 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 les décisions ASN n° 2015-DC-0528 et n° 2020-DC-0689.

Milieu	Limites de prélèvement		Prélèvement		Unité
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
Loire	Débit instantané	8,6	8,01	5,73	m ³ / s
	Volume journalier	7,40E+05	6,19E+05	4,95E+05	m ³
	Volume annuel	2,00E+08	1,81E+08		m ³
Nappe phréatique (eau industrielle et d'incendie)	Débit instantané	45	-	-	m ³ / h
	Volume journalier	1 000	-	-	m ³
	Volume annuel	80 000	-		m ³
Nappe phréatique (surveillance des réseaux de drainage des îlots nucléaires*)	Débit instantané	100	75	75	m ³ / h
	Volume journalier	800	183	25,7	m ³
	Volume annuel	9 600	446		m ³
APU (Appoint ultime en eau)	Débit instantané	300 ⁽¹⁾	164	54,6	m ³ / h
	Volume journalier	7 200 ⁽¹⁾	3 902	834	m ³
	Volume annuel	69 000 ⁽¹⁾	29 379		m ³

*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 2021 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 au CNPE 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. Le développement des puits a 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°2020-DC-0689.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

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

		Restitution d'eau			
		Eau de refroidissement	Rejets radioactifs	Rejets industriels	Unités
Restitution mensuelle	Janvier	11,8	0,003	0,013	millions de m ³
	Février	9,2	0,004	0,013	
	Mars	10,0	0,003	0,009	
	Avril	11,1	0,002	0,010	
	Mai	11,6	0,004	0,017	
	Juin	9,7	0,003	0,011	
	Juillet	12,1	0,004	0,020	
	Août	12,3	0,003	0,018	
	Septembre	10,6	0,003	0,014	
	Octobre	10,0	0,004	0,017	
	Novembre	9,0	0,003	0,012	
	Décembre	11,1	0,003	0,018	
TOTAL	Restitution au milieu aquatique	128,86			millions de m ³
	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	71,2			%

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 2021.

	Consommation d'eau (en milliers de m ³)
Janvier	5 140,6
Février	3 762,2
Mars	4 056,2
Avril	4 025,6
Mai	3 731,2
Juin	4 316,5
Juillet	4 243,5
Août	4 508,0
Septembre	5 173,0
Octobre	3 949,8
Novembre	3 952,1
Décembre	3 903,5
TOTAL	50 762,3

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

Partie IV - Rejets d'effluents

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

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

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

Les rejets d'effluents se présentent sous différentes formes :

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

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

I. Rejets d'effluents à l'atmosphère

1. Rejets d'effluents à l'atmosphère radioactifs

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

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

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

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

- Les principaux gaz rares issus de la réaction de fission sont le xénon 133, le xénon 135, le krypton 85 et le xénon 131. Ce sont des gaz inertes, ils ne sont donc pas retenus par les systèmes de filtration (filtres très haute efficacité THE et pièges à iodes).
- Le tritium est un isotope radioactif de l'hydrogène. C'est un émetteur bêta (électron) de faible énergie. Son rejet 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 métrologue puisse « décider » que cette activité est présente et donc mesurée. En dessous de cette valeur, l'activité de l'échantillon est donc trop faible pour être estimée. Ce seuil de décision dépend de la performance et du rayonnement ambiant autour des moyens métrologiques utilisés. »

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs à l'atmosphère 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 à l'atmosphère pour l'atelier des matériaux irradiés (AMI).

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

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 :

	Volumes rejetés (m ³)	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	4,09E+08	5,40E+01	4,71E+01	2,18E+02	2,48E-03	1,29E-04
Février	3,65E+08	4,05E+01	7,39E+01		7,95E-04	1,51E-04
Mars	4,22E+08	4,75E+01	5,39E+01		9,77E-04	1,20E-04
Avril	3,87E+08	4,41E+01	6,11E+01	2,22E+02	8,26E-04	1,29E-04
Mai	4,10E+08	5,34E+01	1,12E+02		1,53E-03	2,61E-04
Juin	4,07E+08	3,88E+01	1,63E+02		7,99E-04	1,71E-04
Juillet	4,14E+08	4,29E+01	1,48E+02	2,48E+02	1,65E-03	1,49E-04
Août	4,01E+08	3,98E+01	1,13E+02		1,47E-03	1,41E-04
Septembre	3,95E+08	4,79E+01	1,15E+02		8,60E-03	1,51E-04
Octobre	4,30E+08	4,13E+01	9,94E+01	1,44E+02	9,98E-04	2,05E-04
Novembre	4,11E+08	3,97E+01	7,58E+01		1,06E-03	1,58E-04
Décembre	4,15E+08	4,03E+01	5,07E+01		9,23E-04	1,38E-04
TOTAL ANNUEL	4,87E+09	5,30E+02	1,11E+03	8,32E+02	2,21E-02	1,90E-03

	⁴¹ Ar (GBq)	⁸⁵ Kr (GBq)	^{131m} Xe (GBq)	¹³³ Xe (GBq)	¹³⁵ Xe (GBq)	^{85m} Kr (GBq)	^{133m} Xe (GBq)	¹³¹ I (GBq)	¹³³ I (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)	¹⁹¹ Os (GBq)
Janvier	1,04E+01	6,09E-03	1,47E-03	2,97E+01	1,39E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,88E-03	5,96E-04	3,32E-05	3,33E-05	2,85E-05	3,38E-05	0,00E+00
Février	1,89E+00	1,51E-03	1,72E-04	2,58E+01	1,28E+01	5,33E-04	0,00E+00	1,39E-04	6,56E-04	3,52E-05	4,07E-05	3,43E-05	4,09E-05	0,00E+00
Mars	3,29E+00	1,38E-02	3,08E-03	3,01E+01	1,41E+01	0,00E+00	0,00E+00	2,10E-04	7,66E-04	3,37E-05	2,69E-05	2,81E-05	3,10E-05	0,00E+00
Avril	3,20E+00	3,69E-02	1,82E-04	2,77E+01	1,32E+01	0,00E+00	0,00E+00	2,39E-04	5,86E-04	3,49E-05	3,11E-05	2,71E-05	3,63E-05	0,00E+00
Mai	1,15E+01	3,48E-02	3,14E-03	2,81E+01	1,37E+01	0,00E+00	8,86E-04	8,24E-04	7,06E-04	3,77E-05	3,71E-05	3,69E-05	4,79E-05	1,02E-04
Juin	1,86E+00	3,52E-03	1,25E-03	2,39E+01	1,30E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,41E-04	6,58E-04	4,18E-05	4,20E-05	4,01E-05	4,75E-05	0,00E+00
Juillet	3,30E+00	3,51E-03	2,80E-03	2,53E+01	1,43E+01	0,00E+00	0,00E+00	8,34E-04	8,19E-04	3,87E-05	4,12E-05	3,23E-05	3,70E-05	0,00E+00
Août	2,62E+00	5,78E-03	8,30E-04	2,39E+01	1,33E+01	0,00E+00	0,00E+00	5,58E-04	9,12E-04	3,60E-05	3,46E-05	3,32E-05	3,68E-05	0,00E+00
Septembre	1,16E+01	3,61E-03	4,69E-04	2,33E+01	1,30E+01	0,00E+00	0,00E+00	7,70E-03	9,06E-04	3,68E-05	4,15E-05	3,28E-05	3,96E-05	0,00E+00
Octobre	2,75E+00	4,76E-03	6,15E-04	2,49E+01	1,36E+01	0,00E+00	0,00E+00	2,11E-04	7,86E-04	3,28E-05	3,00E-05	3,38E-05	3,41E-05	7,48E-05
Novembre	2,45E+00	5,13E-03	1,36E-03	2,37E+01	1,34E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,49E-04	9,15E-04	3,39E-05	4,23E-05	3,54E-05	4,69E-05	0,00E+00
Décembre	3,17E+00	4,31E-04	6,27E-05	2,39E+01	1,32E+01	0,00E+00	0,00E+00	1,38E-04	7,85E-04	3,67E-05	3,31E-05	3,03E-05	3,79E-05	0,00E+00
TOTAL ANNUEL	5,80E+01	1,20E-01	1,54E-02	3,10E+02	1,62E+02	5,33E-04	8,86E-04	1,30E-02	9,09E-03	4,31E-04	4,34E-04	3,93E-04	4,70E-04	1,76E-04

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 1.10^{-3} Bq/m³.

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

	Volumes rejetés (m ³)	Activités gaz rares (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	5,87E+07	2,23E+00	6,33E-05	2,51E-05
Février	6,39E+07	3,14E+00	4,16E-05	3,51E-05
Mars	6,93E+07	3,74E+00	4,68E-05	3,56E-05
Avril	6,71E+07	4,21E+00	5,48E-05	2,92E-05
Mai	7,44E+07	3,70E+00	4,64E-05	3,32E-05
Juin	6,74E+07	3,24E+00	4,42E-05	3,32E-05
Juillet	6,68E+07	3,18E+00	4,08E-05	2,98E-05
Août	7,24E+07	2,98E+00	3,63E-05	3,59E-05
Septembre	6,83E+07	3,15E+00	4,03E-05	2,52E-05
Octobre	6,24E+07	2,83E+00	1,47E-04	2,83E-05
Novembre	5,59E+07	2,80E+00	2,89E-05	2,42E-05
Décembre	3,95E+07	5,72E-01	6,05E-05	1,62E-05
TOTAL ANNUEL	7,66E+08	3,58E+01	6,51E-04	3,51E-04

	⁸⁵ Kr (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	0,00E+00	1,40E+00	8,29E-01	1,02E-05	5,31E-05	6,66E-06	6,03E-06	6,10E-06	6,34E-06
Février	1,47E-02	2,06E+00	1,07E+00	7,34E-06	3,42E-05	8,88E-06	7,97E-06	8,12E-06	1,01E-05
Mars	0,00E+00	2,51E+00	1,23E+00	7,13E-06	3,97E-05	9,02E-06	8,84E-06	7,64E-06	1,01E-05
Avril	0,00E+00	2,87E+00	1,34E+00	1,06E-05	4,42E-05	7,93E-06	7,40E-06	6,14E-06	7,68E-06
Mai	0,00E+00	2,44E+00	1,26E+00	8,43E-06	3,80E-05	8,46E-06	8,42E-06	7,32E-06	9,02E-06
Juin	0,00E+00	2,04E+00	1,20E+00	6,21E-06	3,80E-05	7,77E-06	9,05E-06	7,44E-06	8,92E-06
Juillet	0,00E+00	2,05E+00	1,13E+00	7,24E-06	3,35E-05	7,90E-06	7,26E-06	6,48E-06	8,13E-06
Août	0,00E+00	1,93E+00	1,06E+00	5,43E-06	3,08E-05	7,84E-06	9,32E-06	8,39E-06	1,03E-05
Septembre	0,00E+00	2,02E+00	1,13E+00	5,41E-06	3,49E-05	6,38E-06	5,97E-06	5,43E-06	7,38E-06
Octobre	0,00E+00	1,80E+00	1,04E+00	8,81E-06	1,38E-04	7,45E-06	7,51E-06	6,17E-06	7,22E-06
Novembre	0,00E+00	1,76E+00	1,04E+00	4,50E-06	2,44E-05	6,71E-06	5,59E-06	5,25E-06	6,64E-06
Décembre	0,00E+00	3,51E-01	2,20E-01	7,48E-06	5,30E-05	4,48E-06	3,86E-06	3,64E-06	4,18E-06
TOTAL ANNUEL	1,47E-02	2,32E+01	1,25E+01	8,88E-05	5,62E-04	8,95E-05	8,72E-05	7,81E-05	9,60E-05

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

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

	Volumes rejetés (m ³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	3,37E+07	2,51E-02	3,38E-02	5,81E-05
Février	2,94E+07	2,94E-02		6,62E-05
Mars	3,21E+07	1,32E-02		3,30E-05
Avril	3,00E+07	1,64E-02	3,27E-02	3,93E-05
Mai	3,29E+07	1,50E-02		3,80E-05
Juin	3,04E+07	1,24E-02		3,17E-05
Juillet	2,94E+07	9,65E-03	2,65E-02	2,76E-03
Août	3,36E+07	9,56E-03		4,15E-04
Septembre	3,07E+07	1,40E-02		3,45E-05
Octobre	2,90E+07	9,65E-03	7,15E-02	2,77E-05
Novembre	3,37E+07	1,79E-02		4,18E-05
Décembre	3,15E+07	1,61E-02		3,62E-03
TOTAL ANNUEL	3,76E+08	1,88E-01	1,64E-01	7,17E-03

	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)	³⁶ Cl (GBq)	⁵⁵ Fe (GBq)	⁶³ Ni (GBq)	⁹⁰ Sr (GBq)
Janvier	3,53E-06	4,29E-06	5,03E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Février	4,04E-06	3,39E-06	5,88E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Mars	3,10E-06	3,61E-06	2,63E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Avril	2,75E-06	3,77E-06	3,28E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Mai	3,96E-06	4,07E-06	2,99E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Juin	3,40E-06	3,47E-06	2,48E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Juillet	2,61E-06	3,16E-06	1,93E-05	4,12E-04	2,33E-03	0,00E+00
Août	2,71E-06	3,33E-06	1,91E-05	5,37E-05	3,36E-04	0,00E+00
Septembre	2,74E-06	3,73E-06	2,81E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Octobre	4,79E-06	3,65E-06	1,93E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Novembre	2,74E-06	3,23E-06	3,58E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Décembre	3,32E-06	3,56E-06	3,21E-05	1,20E-04	3,46E-03	0,00E+00
TOTAL ANNUEL	3,97E-05	4,33E-05	3,77E-04	5,86E-04	6,12E-03	0,00E+00

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

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021 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
2019	5,03E+02	1,27E+03	6,80E+02	1,64E-02	2,91E-03
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
Prévisionnel 2021	1,1E+03	1,4E+03	7,00E+02	2,1E-02	4,5E-03

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère en carbone 14 et en Iodes sont légèrement supérieurs au prévisionnel mais restent du même ordre de grandeur. Compte tenu de la variabilité des « Gaz rares » et « Autres produits de fission et d'activation », ces rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2021.

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

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)		
	Gaz rares	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2019	3,58E+01	7,11E-04	3,59E-04
2020	3,73E+01	8,37E-04	4,42E-04
2021	3,58E+01	6,51E-04	3,51E-04
Prévisionnel 2021	2,00E+01	3,30E-04	2,02E-02

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère en « Gaz rares » et « Iodes » sont légèrement supérieurs aux valeurs du prévisionnel 2021. En effet, ce dernier a été établi en tant qu'évolution des limites et modalités de surveillance. Or, ces limites et modalités de surveillance étant toujours applicables, ces rejets ont été comptabilisés sur l'ensemble de l'année 2021.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021 pour le démantèlement de Chinon A3 :

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)		
	Tritium	Carbone 14	Autres produits de fission et d'activation
2019	2,44E-01	3,74E-02	5,96E-04
2020	2,85E-01	9,71E-02	6,84E-04
2021	1,88E-01	1,64E-01	7,17E-03
Prévisionnel 2021	3,0E+00	1,5E+00	2,2E-03

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2021.

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour les tranches en fonctionnement de Chinon B :

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	4,80E+04	5,30E+02
	Cheminée n° 1 (CHB 1-2)	Débit d'activité (Bq/s)	4,95E+07	5,40E+05
	Cheminée n° 2 (CHB 3-4)	Débit d'activité (Bq/s)	4,95E+07	5,07E+05
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,20E+03	8,32E+02
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	8,00E+03	1,11E+03
	Cheminée n° 1 (CHB 1-2)	Débit d'activité (Bq/s)	4,95E+06	4,02E+04
	Cheminée n° 2 (CHB 3-4)	Débit d'activité (Bq/s)	4,95E+06	4,34E+04
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,20E+00	2,21E-02
	Cheminée n° 1 (CHB 1-2)	Débit d'activité (Bq/s)	5,00E+02	1,09E+01
	Cheminée n° 2 (CHB 3-4)	Débit d'activité (Bq/s)	5,00E+02	4,88E-01
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,80E-01	1,90E-03
	Cheminée n° 1 (CHB 1-2)	Débit d'activité (Bq/s)	3,10E+02	1,29E-01
	Cheminée n° 2 (CHB 3-4)	Débit d'activité (Bq/s)	3,10E+02	2,07E-01

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère pour les installations en fonctionnement 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 2021.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour les installations de l'AMI :

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E+02	3,58E+01
	Cheminée n° 5 (HA)	Débit d'activité (Bq/s)	1,00E+06	8,52E+03
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,00E-03	6,51E-04
	Cheminée n° 6 (MA)	Débit d'activité (Bq/s)	2,0E+00	1,89E-01
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	5,00E-03	3,51E-04
	Cheminée n° 5 (HA)	Débit d'activité (Bq/s)	8,0E+00	1,17E-02
	Cheminée n° 6 (MA)	Débit d'activité (Bq/s)	8,0E+00	4,76E-03
	Cheminée n° 7 (BA)	Débit d'activité (Bq/s)	8,0E+00	2,58E-03

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère pour les installations de l'AMI 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 2021.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 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	1,64E-01
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	9,35E+01	1,88E-01
	Cheminée n° 10 (ADVA A3)	Débit d'activité (Bq/s)	1,00E+05	1,85E+01
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E-01	7,17E-03
	Cheminée n° 10 (ADVA A3)	Débit d'activité (Bq/s)	1,40E+02	3,95E-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 2021.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 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+8	8,52E+05
Tritium			1,0E+7	6,59E+04
Iodes			1,0E+3	1,12E+01
Autres produits de fission et produits d'activation			1,0E+3	2,66E-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 2021.

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

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

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

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

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

	Volume (m ³)	Rejets de vapeur du circuit secondaire		Rejets au niveau des événements des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines et d'entreposage des effluents liquides		Autres rejets	
		Tritium (Bq)	Iodes (Bq)	Tritium (Bq)	Iodes (Bq)	Tritium (Bq)	Iodes (Bq)
Janvier	2,38E+04	0,00E+00	0,00E+00	7,36E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Février	9,91E+03	0,00E+00	0,00E+00	4,99E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Mars	8,87E+03	0,00E+00	0,00E+00	5,14E+07	0,00E+00	8,19E+01	0,00E+00
Avril	8,31E+03	0,00E+00	0,00E+00	2,72E+07	0,00E+00	2,07E+02	0,00E+00
Mai	2,66E+04	8,50E+08	0,00E+00	8,73E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Juin	1,40E+04	9,00E+09	0,00E+00	3,48E+07	0,00E+00	4,22E+01	0,00E+00
Juillet	2,78E+04	4,65E+09	0,00E+00	5,68E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Août	2,00E+04	7,50E+07	0,00E+00	2,81E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Septembre	2,38E+04	0,00E+00	0,00E+00	8,21E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Octobre	2,10E+04	0,00E+00	0,00E+00	5,16E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Novembre	1,13E+04	0,00E+00	0,00E+00	3,75E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Décembre	2,57E+04	6,15E+09	0,00E+00	4,03E+07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
TOTAL ANNUEL	2,21E+05	2,07E+10	0,00E+00	6,21E+08	0,00E+00	3,31E+02	0,00E+00

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

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

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

a. Rejets d'oxyde de soufre

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 pour 2021 est présentée dans le tableau suivant :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes
SO _x	kg	3,5

Commentaires : L'augmentation des rejets entre 2020 (2,9 kg) et 2021 (3,5 kg) est due aux nouveaux essais périodiques sur les diesels ultime secours (DUS).

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2021, 20 m³ de calorifuges dans les enceintes des bâtiments réacteurs des unités de production n°1, n°2 et n°3 ont été renouvelés.

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

Concentration calculée	Unité	Paramètres	EBA	ETY
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère	mg/m ³	Formaldéhyde	2,19E-03	5,19E-05
		Monoxyde de carbone	2,05E-03	4,84E-05

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	304
Ethanolamine		56

Commentaire : Les rejets d'ammoniac sont influencés par le nombre d'arrêts de tranche et leur durée. En 2021, il y a eu 3 conditionnements humides (contre 2 en 2020) et des teneurs en hydrazine plus élevées (contribuant à la formation de l'ammoniac).

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
Hydrogène-chloro-fluor-carbone (HCFC)	0,0	0,0
Hydrogène-fluoro-carbone (HFC)	108,9	219,8
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	11,6	263,3
Total des émissions de GES		483,1

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 2021, les émissions liées à cette activité représentent 556 tonnes équivalent CO₂.

L'équivalent CO₂ total des émissions de GES du CNPE constituées des pertes de fluides frigorigène et SF₆ et de la combustion des diesels de secours, représente 4,68.10⁻² gCO₂ / kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 22,23 TWh sur l'année 2021.

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

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

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, plancher, servitude), 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 décision¹ donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au SD.

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

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

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

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

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

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

Paramètres	Radionucléide
Tritium	^3H
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 Chinon A :

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

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 (m ³)	Activité Tritium (MBq)	Activité Carbone 14 (MBq)	Activités Iodes (MBq)	Activités Autres PF et PA (MBq) hors C14, Ni63 inclus
Janvier	1,24E+04	3,31E+06	3,25E+03	1,18E+00	5,50E+01
Février	9,90E+03	4,54E+06	5,14E+03	1,39E+00	4,79E+01
Mars	8,78E+03	4,73E+06	8,49E+03	1,05E+00	2,46E+01
Avril	8,26E+03	2,17E+06	1,62E+03	6,37E-01	1,49E+01
Mai	1,52E+04	4,44E+06	2,74E+03	1,73E+00	3,92E+01
Juin	8,91E+03	3,14E+06	1,98E+03	9,88E-01	1,98E+01
Juillet	1,79E+04	5,14E+06	4,32E+03	1,31E+00	2,65E+01
Août	1,49E+04	2,55E+06	3,38E+03	1,01E+00	2,61E+01
Septembre	1,24E+04	2,78E+06	8,83E+02	9,59E-01	2,16E+01
Octobre	1,60E+04	4,45E+06	2,35E+03	1,15E+00	2,78E+01
Novembre	1,13E+04	3,09E+06	1,38E+03	1,25E+00	3,39E+01
Décembre	1,58E+04	3,71E+06	2,36E+03	8,19E-01	1,54E+01
TOTAL ANNUEL	1,52E+05	4,41E+07	3,79E+04	1,35E+01	3,53E+02

	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	1,18E+00	1,22E+00	1,87E+00	2,09E+00	7,80E+00	3,34E+01	8,42E-01	1,24E+00	3,87E+00	1,18E+00	1,42E+00
Février	1,39E+00	1,60E+00	6,13E+00	1,85E+00	6,97E+00	2,15E+01	9,74E-01	1,47E+00	4,09E+00	1,46E+00	1,87E+00
Mars	1,05E+00	1,13E+00	2,94E+00	1,25E+00	3,92E+00	8,08E+00	8,88E-01	1,13E+00	2,88E+00	1,05E+00	1,29E+00
Avril	6,37E-01	6,34E-01	2,60E+00	8,15E-01	2,49E+00	4,25E+00	4,51E-01	6,20E-01	1,60E+00	6,21E-01	8,00E-01
Mai	1,73E+00	1,89E+00	2,04E+00	2,98E+00	7,86E+00	1,14E+01	1,41E+00	2,47E+00	5,33E+00	1,79E+00	1,98E+00
Juin	9,88E-01	9,36E-01	9,69E-01	1,74E+00	3,19E+00	6,42E+00	7,69E-01	9,44E-01	2,71E+00	9,84E-01	1,17E+00
Juillet	1,31E+00	1,43E+00	4,44E+00	1,60E+00	6,15E+00	3,74E+00	9,75E-01	1,38E+00	4,07E+00	1,25E+00	1,51E+00
Août	1,01E+00	1,07E+00	1,33E+00	1,18E+01	3,17E+00	1,98E+00	7,53E-01	1,06E+00	2,73E+00	1,00E+00	1,15E+00
Septembre	9,59E-01	1,03E+00	7,12E+00	2,10E+00	1,98E+00	2,88E+00	7,97E-01	8,88E-01	2,74E+00	9,13E-01	1,15E+00
Octobre	1,15E+00	1,37E+00	3,21E+00	1,60E+00	3,38E+00	9,51E+00	9,38E-01	1,29E+00	3,75E+00	1,26E+00	1,49E+00
Novembre	1,25E+00	1,34E+00	2,20E+00	6,06E+00	5,33E+00	1,01E+01	9,99E-01	1,21E+00	3,95E+00	1,23E+00	1,51E+00
Décembre	8,19E-01	7,59E-01	1,24E+00	1,17E+00	2,54E+00	4,09E+00	5,73E-01	8,45E-01	2,34E+00	8,46E-01	9,57E-01
TOTAL ANNUEL	1,35E+01	1,44E+01	3,61E+01	3,51E+01	5,48E+01	1,17E+02	1,04E+01	1,45E+01	4,01E+01	1,36E+01	1,63E+01

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 comprises entre 400 et 702 Bq/L dans les rejets en provenance des réservoirs Ex (SEK) ont été observés à 11 reprises en 2021. Dans la plupart des cas, ces activités résultent d'une production importante d'effluents lors d'un redémarrage de tranche consécutif à un arrêt pour maintenance combinée à une activité du circuit secondaire augmentée par de faibles suintements du circuit primaire vers le circuit secondaire.

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

	Volumes rejetés (m ³)	Activité Tritium (MBq)	Activités Autres PF et PA (MBq)
Janvier	/	/	/
Février	/	/	/
Mars	/	/	/
Avril	4,70E+01	4,06E+00	1,05E+01
Mai	/	/	/
Juin	/	/	/
Juillet	/	/	/
Août	/	/	/
Septembre	/	/	/
Octobre	/	/	/
Novembre	/	/	/
Décembre	/	/	/
TOTAL ANNUEL	4,70E+01	4,06E+00	1,05E+01

/ : Pas de rejet

	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)
Janvier	/	/
Février	/	/
Mars	/	/
Avril	6,87E+00	3,61E+00
Mai	/	/
Juin	/	/
Juillet	/	/
Août	/	/
Septembre	/	/
Octobre	/	/
Novembre	/	/
Décembre	/	/
TOTAL ANNUEL	6,87E+00	3,61E+00

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

	Volumes rejetés (m ³)	Activité Tritium (MBq)	Activité Carbone 14 (MBq)	Activités Autres PF et PA (MBq)
Janvier	/	/	/	/
Février	/	/	/	/
Mars	9,40E+01	7,60E+00	0,00E+00	0,00E+00
Avril	/	/	/	/
Mai	/	/	/	/
Juin	8,15E+01	3,62E+00	0,00E+00	0,00E+00
Juillet	/	/	/	/
Août	/	/	/	/
Septembre	/	/	/	/
Octobre	/	/	/	/
Novembre	/	/	/	/
Décembre	/	/	/	/
TOTAL ANNUEL	1,76E+02	1,12E+01	0,00E+00	0,00E+00

/ : Pas de rejet

	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)
Janvier	/	/
Février	/	/
Mars	0,00E+00	0,00E+00
Avril	/	/
Mai	/	/
Juin	0,00E+00	0,00E+00
Juillet	/	/
Août	/	/
Septembre	/	/
Octobre	/	/
Novembre	/	/
Décembre	/	/
TOTAL ANNUEL	0,00E+00	0,00E+00

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

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021 pour les tranches en fonctionnement de Chinon B :

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres PA et PF
2019	5,13E+04	3,01E+01	1,22E-02	3,10E-01
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
Prévisionnel 2021	6,0E+04	3,5E+01	1,6E-02	9,0E-01

Commentaires : Les rejets radioactifs liquides en « Autres PA et PF » sont inférieurs au prévisionnel compte tenu du bon fonctionnement des dispositifs de traitements des effluents pour l'année 2021. Ils représentent une faible proportion des activités rejetées. Les autres rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2021.

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

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)	
	Tritium	Autres PA et PF
2019	/	/
2020	3,70E-03	8,03E-03
2021	4,06E-03	1,05E-02
Prévisionnel 2021	0,00E+00	0,00E+00

Commentaires : Les rejets radioactifs liquides sont supérieurs au prévisionnel 2021. Il s'agit de reliquats de fond de réservoirs dont le rejet a été retardé en 2020.

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

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)		
	Tritium	Carbone 14	Autres PA et PF
2019	8,28E-03	7,55E-03	9,41E-05
2020	5,93E-02	8,04E-03	4,00E-04
2021	1,12E-02	0,00E+00	0,00E+00
Prévisionnel 2021	2,0E-02	6,0E-03	1,0E-03

Commentaires : Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2021.

e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision 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	4,41E+04
Carbone 14		2,60E+02	3,79E+01
Iodes		4,00E-01	1,35E-02
Autres PA et PF		3,60E+01	3,53E-01

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2015-DC-0527 pour les installations de l'AMI :

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur (GBq)	Valeur maximale (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	4,00E+00	4,06E-03
Autres PA et PF		3,00E+00	1,05E-02

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 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	1,12E-02
Carbone 14		3,10E-02	0,00E+00
Autres PA et PF		8,60E-01	0,00E+00

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 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 = 6,27E+07	8,42E+06	7,84E+05
Iodes		0,1 x D = 6,08E+04	2,42E+00	6,08E+05
Autres PA et PF		0,7 x D = 4,26E+05	1,80E+02	6,08E+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 2021 sont donnés dans le tableau suivant (valeurs moyennes et maximales) :

Paramètre analysé	Activité volumique horaire à mi-rejet			Activité volumique : moyenne journalière			
	Valeur moyenne mesurée en 2021	Valeur maximale mesurée en 2021	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2021	Valeur maximale mesurée en 2021	Limite réglementaire	
Eau filtrée	Activité bêta globale	0,23 Bq/L	0,98 Bq/L	2 Bq/L	-	-	-
	Tritium	14,5 Bq/L	56,2 Bq/L	280 Bq/L	14,2 Bq/L	59,5 Bq/L	140 ⁽¹⁾ / 100 ⁽²⁾ Bq/L
	Potassium	3,7 mg/L	4,8 mg/L	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	0,034 Bq/L	0,104 Bq/L	-	-	-	-

(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 2021 sont cohérentes avec les valeurs attendues du fait des rejets d'effluents autorisés du CNPE. Les mesures d'activité bêta globale et de l'activité en tritium dans l'eau sont 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.

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

Les autres rejets chimiques réglementés ont pour origine l'installation de production d'eau déminéralisée, le traitement des eaux vannes et usées, dans la station d'épuration, ainsi que le traitement des eaux potentiellement huileuses issues de la salle des machines, des transformateurs principaux. Les rejets des eaux pluviales 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'anti-tartre 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 organo-halogénés),
- des nitrites et nitrates liés à la décomposition de la monochloramine et à l'oxydation de l'azote réduit (ammonium).

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

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 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	4,50E+02	3,10E-01	3,10E-02	2,20E+02	1,79E+01	4,69E-01	2,63E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,06E+03	3,76E+02	1,58E+02
Février	7,12E+02	2,48E-01	2,76E-02	1,32E+02	5,15E+01	2,61E+00	2,87E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,40E+03	3,02E+02	5,04E+02
Mars	6,99E+02	2,19E-01	3,30E-02	1,61E+02	3,44E+01	8,88E+00	1,95E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,65E+03	3,59E+02	3,49E+02
Avril	4,10E+02	2,07E-01	2,94E-02	1,58E+02	1,47E+01	5,12E-01	1,08E+00	9,67E+01	4,28E+01	1,04E+04	1,24E+04	3,78E+02
Mai	6,95E+02	3,81E-01	7,27E-02	1,58E+02	2,68E+01	1,62E+00	2,24E+00	2,69E+02	1,15E+02	2,20E+04	2,81E+04	7,90E+02
Juin	5,06E+02	2,23E-01	2,83E-02	1,43E+02	5,70E+00	1,48E+00	1,55E+00	2,78E+02	1,46E+02	3,24E+04	4,54E+04	3,27E+02
Juillet	5,20E+02	4,47E-01	1,21E-01	2,00E+02	1,27E+01	3,04E+00	4,74E+00	3,24E+02	4,13E+02	3,62E+04	4,93E+04	1,03E+03
Août	6,77E+02	3,73E-01	4,24E-02	1,69E+02	4,92E+00	8,39E-01	2,50E+00	3,35E+02	1,88E+02	3,31E+04	4,37E+04	7,63E+02
Septembre	4,81E+02	3,11E-01	3,62E-02	2,18E+02	3,54E+00	3,94E-01	2,63E+00	2,31E+02	1,70E+02	3,38E+04	4,64E+04	3,47E+02
Octobre	4,55E+02	3,99E-01	5,53E-02	1,88E+02	2,66E+01	1,12E+00	3,83E+00	1,11E+02	1,45E+02	1,26E+04	1,55E+04	3,24E+02
Novembre	7,45E+02	2,82E-01	4,22E-02	1,66E+02	9,07E+00	1,21E+00	2,20E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,37E+03	2,32E+02	1,53E+02
Décembre	3,17E+02	1,34E+01	7,73E-02	2,92E+02	7,83E+00	1,00E+00	4,10E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,45E+03	5,52E+02	7,70E+02
TOTAL ANNUEL	6,67E+03	1,68E+01	5,96E-01	2,21E+03	2,16E+02	2,32E+01	3,23E+01	1,65E+03	1,22E+03	1,91E+05	2,43E+05	5,89E+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	1,49E+05	4,89E+01	4,30E-01	3,10E-03	5,41E-01	8,98E-01	9,29E-02	1,24E-02	4,96E-03	6,44E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Février	1,31E+05	3,84E+01	5,40E-01	6,57E-03	2,25E-01	1,28E+00	1,44E-01	1,72E-02	7,22E-03	6,48E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Mars	2,37E+05	5,81E+01	4,89E-01	6,52E-03	1,75E-01	6,21E-01	1,10E-01	1,10E-02	6,22E-03	5,33E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Avril	3,02E+05	4,33E+01	1,57E-01	3,09E-03	1,15E-01	3,96E-01	8,61E-02	1,40E-02	3,48E-03	3,06E-01	3,43E+02	1,24E+02	9,10E+03
Mai	1,60E+05	7,19E+01	2,13E-01	7,62E-03	4,66E-01	9,98E-01	1,57E-01	1,90E-02	8,95E-03	3,69E-01	3,42E+02	2,24E+02	2,36E+04
Juin	3,52E+05	6,05E+01	1,41E-01	1,69E-03	1,70E-01	7,46E-01	1,16E-01	1,43E-02	2,43E-03	3,55E-01	5,29E+02	1,63E+03	3,53E+04
Juillet	2,10E+05	7,99E+01	6,90E-01	2,01E-02	5,75E-01	2,20E+00	3,93E-01	2,68E-02	4,47E-03	8,33E-01	2,32E+02	1,47E+03	3,79E+04
Août	3,84E+05	5,73E+01	1,26E-01	1,49E-02	5,22E-01	1,45E+00	2,01E-01	1,15E-02	1,49E-02	1,68E-01	1,01E+02	4,41E+02	3,55E+04
Septembre	4,17E+05	7,71E+01	3,72E-01	1,24E-02	5,31E-01	1,37E+00	1,36E-01	1,24E-02	3,11E-03	1,86E-01	2,55E+02	8,16E+02	3,74E+04
Octobre	2,51E+05	1,55E+02	6,19E-01	1,60E-02	6,44E-01	1,91E+00	1,72E-01	2,39E-02	7,98E-03	4,38E-01	1,19E+02	1,83E+02	1,24E+04
Novembre	2,71E+05	4,34E+01	4,01E-01	1,13E-02	1,96E-01	1,04E+00	1,08E-01	1,73E-02	3,39E-03	4,22E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Décembre	2,20E+05	6,12E+01	3,70E-01	1,58E-02	4,15E-01	2,57E+00	1,52E-01	1,51E-02	4,73E-03	5,54E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
TOTAL ANNUEL	3,08E+06	7,96E+02	4,55E+00	1,19E-01	4,57E+00	1,55E+01	1,87E+00	1,95E-01	7,19E-02	5,46E+00	1,92E+03	4,89E+03	1,91E+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 2021 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2021 pour les tranches en fonctionnement :

Substances	Unité	2019	2020	2021	Prévisionnel 2021
Acide borique	kg	7,50E+03	5,07E+03	6,67E+03	9,00E+03
Ethanolamine	kg	8,98E+00	7,94E+00	1,68E+01	1,20E+01
Hydrazine	kg	7,66E-01	7,28E-01	5,96E-01	1,00E+00
Azote	kg	2,32E+03	1,72E+03	2,21E+03	2,50E+03
Phosphates	kg	2,30E+02	2,74E+02	2,16E+02	4,00E+02
Détergents	kg	2,05E+01	6,43E+01	2,32E+01	6,00E+01
Métaux totaux	kg	5,05E+01	3,62E+01	3,23E+01	5,00E+01
CRT	kg	1,20E+03	1,22E+03	1,65E+03	1,40E+03
AOX	kg	6,82E+02	4,18E+02	1,22E+03	9,00E+02
Sodium	kg	1,67E+05	1,43E+05	1,91E+05	1,70E+05
Chlorures	kg	2,08E+05	1,64E+05	2,43E+05	2,00E+05
DCO	kg	7,35E+03	5,10E+03	5,89E+03	9,00E+03
Sulfates	kg	4,10E+06	4,56E+06	3,08E+06	5,40E+06
MES	kg	7,28E+02	7,36E+02	7,96E+02	1,50E+03
Ammonium	kg	2,05E+03	2,11E+03	1,92E+03	2,50E+03
Nitrites	kg	3,31E+03	3,14E+03	4,89E+03	1,00E+04
Nitrates	kg	1,84E+05	1,41E+05	1,91E+05	2,10E+05

Commentaires : Les rejets en éthanolamine en 2021 sont supérieurs au prévisionnel du fait de l'augmentation des injections pour améliorer le conditionnement des circuits eau-vapeurs et des générateurs de vapeur à l'arrêt. Les rejets en AOX apparaissent comme supérieurs au prévisionnel. En effet, la formation des AOX pendant le traitement à la monochloramine est variable en fonction de la qualité d'eau de Loire. Les autres rejets chimiques sont cohérents avec le prévisionnel 2021.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2021 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision 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	1,59E+1	4,00E+2	1,76E+2	2,10E+3	6,67E+3	2,50E+4	6,26E-1	2,40E+1
Ethanolamine	Réservoirs T, S et Ex	/	/	5,04E+0	1,30E+1	1,68E+1	9,00E+2	5,41E-2	8,60E-1
	Réseau SEO								
Hydrazine	Réservoirs T, S et Ex	/	/	6,37E-2	2,00E+0	5,96E-1	2,00E+1	9,73E-4	5,00E-2
Azote (ammonium, nitrites, nitrates)	Réservoirs T, S et Ex	/	/	3,79E+1	7,60E+1	2,21E+3	1,21E+4	1,16E+0	3,00E+0
Ammonium	Traitement à la monochloramine	/	/	3,94E+1	2,00E+2	/	/		
Nitrates		/	/	1,75E+3	2,20E+3	/	/		
Nitrites		/	/	9,68E+1	3,50E+2	/	/		
Phosphates	Réservoirs T, S et Ex	7,59E+0	6,50E+1	1,63E+1	1,75E+2	2,16E+2	7,50E+2	2,73E-1	3,80E+0
	Réseau SEO								
Détergents	Réservoirs T, S	6,61E-1	6,00E+1	5,10E+0	1,30E+2	2,32E+1	4,00E+3	2,59E-2	3,50E+0
Métaux totaux	Réservoirs T, S et Ex	/	/	/	/	3,23E+1	1,40E+2	5,84E-3	3,80E-2
DCO	Réservoirs T, S et Ex	/	/	1,02E+2	4,00E+2	/	/	5,74E+0	9,20E+0
	Station de déminéralisation								
MES	Réservoirs T, S et Ex	/	/	4,50E+0	3,90E+1	/	/	3,68E-2	5,10E-1
Chlorures	Station de déminéralisation	/	/	2,30E+3	3,20E+3	/	/	6,26E+0	8,60E+0
	Traitement à la monochloramine								
	Chloration massive								
Sodium	Réservoirs T, S et Ex	/	/	1,89E+3	3,20E+3	/	/	5,16E+0	2,00E+1
	Station de déminéralisation								
	Traitement à la monochloramine								
	Chloration massive								
CRT	Traitement à la monochloramine	/	/	2,27E+1	5,50E+1	1,65E+3	1,15E+4	7,01E-2	1,60E-1
	Chloration massive								
CRL	Chloration massive	/	/	/	/	/	/	0,00E+0	1,00E-1
AOX	Traitement à la monochloramine	/	/	2,00E+1	2,50E+1	1,22E+3	2,43E+3	6,32E-2	7,40E-2
THM	Chloration massive	/	/	0,00E+0	8,00E+0	/	/	0,00E+0	1,10E-1
Sulfates	Station de déminéralisation	/	/	2,20E+4	4,24E+4	/	/	8,12E+1	1,32E+2
	Chloration massive								
	Traitement antitartre								

L'article 5.3.1 de la décision ASN n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2021, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Chinon est évaluée à 1,9 kg.

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

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 2021 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 A9	6,6	/	Entre 6 et 9
pH max	Egout A5	/	8.9	Entre 6 et 9
Hydrocarbures (mg/L)	0 SEO 004 DH	/	0,28	5
Hydrocarbures (mg/L)	8 SEH 001 ZE	/	17	10

Commentaires : Le dépassement de la limite réglementaire en aval du déshuileur 8 SEH 001 ZE a entraîné la déclaration d'un ESE 2 (cf. §. Partie I-V-1).

e. Surveillance des eaux usées

Pour l'année 2021, le site du CNPE de Chinon a fait retraiter 27 846 m³ d'eaux usées domestiques par la station de traitement de la Communauté de Commune Vienne et Loire 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 CCVL :

Caractéristiques des effluents	Rejet station du 18 au 19 octobre 2021 (24h)		Limite (convention de rejet)
Débit journalier (m ³ /j)	90		300
Débit de pointe (m ³ /h)	Pas de donnée		40
	Concentration (mg/l)	Flux (kg/j)	Flux maximale (Kg/j)
DCO	1366	123	300
DBO5	310	28	140
MES	608	55	140
Azote Kjeldahl (NK)	163	15	40
Phosphore total (PT)	18	1,6	5
Graisse (S.E.C)	65		150 mg/l
pH	8,3		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 liquide

L'année 2021 a permis de solder les travaux de réparation sur le réseau de collecte des eaux pluviales (SEO).

4. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

Le CNPE de Chinon n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2021.

III. Rejets thermiques

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

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

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

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

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

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

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

1. En conditions climatiques normales

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du CNPE de 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 températures en amont, au rejet et en aval du CNPE et un suivi des rejets thermiques conformément aux autorisations de rejet en vigueur. Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents paramètres pour l'année 2021 sont présentés 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	2,8	8,2	5,1	2,8	8,7	5,2	420	1330	854	4,05	5,08	4,40	0,051	0,166	0,092
Février	3,5	11,6	8,0	2,7	11,5	7,8	609	2360	1385	3,44	4,65	3,79	0,017	0,068	0,042
Mars	7,7	15,4	9,9	7,5	15,3	9,8	342	585	428	3,63	3,93	3,75	0,078	0,125	0,100
Avril	10,7	18,0	13,8	10,1	18,8	13,6	162	323	229	3,68	4,84	4,28	0,097	0,182	0,138
Mai	12,6	21,4	15,9	12,4	21,8	16,0	161	638	356	3,89	5,37	4,33	0,059	0,241	0,114
Juin	20,1	29,9	23,4	19,6	29,2	23,2	157	402	237	3,43	4,59	3,76	0,016	0,099	0,056
Juillet	19,5	25,5	21,8	19,2	25,3	21,7	279	722	442	3,88	5,33	4,53	0,026	0,089	0,052
Août	18,9	27,6	21,4	18,9	27,8	21,3	117	285	177	4,22	5,13	4,58	0,071	0,261	0,161
Septembre	16,5	25,2	20,8	15,9	25,1	20,6	102	460	204	3,64	4,86	4,11	0,061	0,261	0,144
Octobre	12,0	17,0	14,3	11,2	16,8	14,1	171	374	235	3,41	4,22	3,75	0,080	0,238	0,152
Novembre	4,6	12,8	8,8	4,5	12,7	8,6	173	306	228	2,69	4,10	3,48	0,134	0,274	0,198
Décembre	3,7	10,1	6,3	3,6	10,1	6,2	221	1000	591	2,91	5,63	4,16	0,043	0,216	0,109

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	0,274

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

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

Paramètre	Valeur maximale observée en 2021	Seuil d'action
<i>Legionella pneumophila</i>	500	10 000 UFC / L
<i>Naegleria fowleri</i>	14	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.

Bilan de dérives observées : aucune dérive observée au cours de l'année 2021.

Paramètre	Dépassements	Nombre	Cause	Actions curatives et correctives engagées	Efficacité des mesures mises en œuvre
Legionella pneumophila	0	/	/	/	/
Naegleria fowleri	0	/	/	/	/

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 2021 :

Paramètres	Unités de production			
	N°1	N°2	N°3	N°4
Date de démarrage et d'arrêt du traitement préventif	22/04/2021 – 17/09/2021	04/06/2021 – 21/10/2021	16/04/2021 – 01/05/2021	26/04/2021 – 19/10/2021
Date de démarrage et d'arrêt de traitements supplémentaires	/	/	15/09/2021 – 19/10/2021	/
Date d'arrêt de Tranche (début et fin)	17/09/2021 – 02/01/2022	29/01/2021 – 07/05/2021	02/05/2021 – 20/08/2021	-
Nombre de jour de traitement continu	149	139	49	176
Nombre de jour de traitement séquentiel	0	0	0	0
Date de mise en œuvre du traitement renforcé	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Nombre de jours de Chloration massive	0	0	0	0
CRT moyen sortie condenseur (mg/L)	0,26	0,25	0,25	0,25
Consommation réelle d'eau de Javel (m3)	1378,5			
Consommation réelle d'ammoniaque (m3)	245,6			

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 2021.

Partie VI - Surveillance de l'environnement

I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

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

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

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

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

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

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

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

Ainsi, le CNPE réalise annuellement, sous le contrôle de l'ASN, plusieurs milliers d'analyses dont les résultats sont transmis à l'administration et publiés par EDF sur le [site internet](#) du CNPE. Les résultats des mesures de radioactivité réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire de l'environnement sont également accessibles en ligne gratuitement sur le site internet du Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM - <http://www.mesure-radioactivite.fr>).

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

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

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

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

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

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

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	Varenes 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 états de fonctionnement) issues des balises sont envoyées en continu vers un centralisateur qui permet la visualisation et l'enregistrement des données. Les débits de dose moyens enregistrés par les différents réseaux de mesure pour l'année 2021 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives à l'année antérieure sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose moyen année 2021 (nSv/h)	Débit de dose max année 2021 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2020 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2019 (nSv/h)
Clôture	119,98	235,2	118,94	122,05
1 km	103,06	177,6	98,29	101,34
5 km	120,84	216	125,62	124,94
10 km	109,68	180	108,84	118,97

Commentaires : Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2021 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et cohérents avec les résultats des années antérieures.

2. Surveillance du compartiment atmosphérique

Quatre stations d'aspiration en continu des poussières atmosphériques (aérosols) sont implantées dans un rayon de 1 km autour du CNPE. Des analyses journalières de l'activité bêta globale à J+6 sont réalisées quotidiennement sur les filtres, ainsi qu'une analyse isotopique mensuelle par spectrométrie gamma sur regroupement des filtres quotidiens par station.

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

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

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment atmosphérique pour l'année 2021 sont donnés dans le tableau suivant :

Compartiment	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire	
Poussières atmosphériques	Alpha globale	Non mesurée	Non mesurée	-	
	Bêta globale	<5,22E-04 Bq/Nm ³	<2,15E-03 Bq/Nm ³	0,01 Bq/m ³	
	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	<6,16E-06 Bq/Nm ³	<8,30E-06 Bq/Nm ³	-
		⁶⁰ Co	<1,47E-05 Bq/Nm ³	<5,60E-05 Bq/Nm ³	-
		¹³⁴ Cs	<5,15E-06 Bq/Nm ³	<6,60E-06 Bq/Nm ³	-
		¹³⁷ Cs	<3,73E-06 Bq/Nm ³	<4,80E-06 Bq/Nm ³	-
		¹³¹ I	<6,50E-04 Bq/Nm ³	<3,40E-03 Bq/Nm ³	-
⁴⁰ K	<1,00E-04 Bq/Nm ³	<1,30E-04 Bq/Nm ³	-		
Tritium atmosphérique		<0,165 Bq/m ³	<0,2 Bq/Nm ³	50 Bq/m ³	
Eau de pluie	Alpha globale	Non mesurée	Non mesurée	-	
	Bêta globale	<9,77E-02 Bq/L	2,27E-01 Bq/L	-	
	Tritium	<4,94E+00 Bq/L	6,92E+00 Bq/L	-	

Commentaires : Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2021 sont cohérentes en moyenne avec les valeurs du bruit de fond. Les mesures de l'activité bêta globale et de l'activité en tritium atmosphérique sont très inférieures aux limites réglementaires.

3. Surveillance du milieu terrestre

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

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Végétaux	Spectrométrie gamma	Mensuelle	¹³⁷ Cs	<3,50E-01 Bq/kg
			⁴⁰ K	5,92E+02 Bq/kg
Lait	Spectrométrie gamma	Mensuelle	¹³⁷ Cs	<3,79E-01 Bq/L
			⁴⁰ K	4,60E+01 Bq/L

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

Pour l'année 2021, la synthèse n'est pas encore disponible à l'édition de ce rapport.

4. Surveillance du milieu aquatique

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

Pour l'année 2021, la synthèse n'est pas encore disponible à l'édition de ce rapport.

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	29,2
Bêta global	Bq/l	< 1
Bêta global MES	Bq/L	1,56

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 38 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	8,7
Conductivité	μS / cm	1,12E+3
Hydrocarbures totaux	mg / l	1,4E+1
NTK	mg / l	3,2E+0
Métaux totaux	mg / l	1,98E+0
Phosphates	mg / l	3,20E-1
Nitrates	mg / l	3,50E+1
Chlorures	mg / l	6,10E+1
Sulfates	mg / l	9,50E+1
Sodium	mg / l	6,1E+1

Commentaires : Dans le cadre de la modification post-Fukushima relative à la création d'une source d'eau ultime, un dépassement de la valeur de 1 mg/L en hydrocarbures totaux a été observé sur le prélèvement du 13 octobre 2021 sur les eaux de pompages issues du puit de l'unité de production n°1. Suite à cet événement cité au paragraphe des Evènements significatifs pour l'environnement, les deux prélèvements complémentaires réalisés n'ont pas confirmé la valeur observée. Les résultats de cette surveillance complémentaire sont présentés dans le tableau suivant :

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
Hydrocarbures totaux	mg / l	< 0,1

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 2019		Valeur mesurée en 2020		Valeur mesurée en 2021	
		Moyenne	Maximale	Moyenne	Maximale	Moyenne	Maximale
Indice Hydrocarbure (C10-C40)	mg/L	<1,01E-01	1,50E-01	<1,02E-01	1,70E-01	<1,00E-01	<1,00E-01
Hydrocarbures Volatils C5-C11 (Indice)	mg/L	<8,37E-02	9,85E-01	<3,00E-02	<5,00E-02	<2,99E-02	5,00E-02
Hydrocarbures totaux (C10-C40 + C5-C11)	mg/L	<1,26E-01	9,85E-01	<1,02E-01	1,70E-01	<9,86E-02	<1,00E-01

Paramètres	Unité	Valeur mesurée en 2019		Valeur mesurée en 2020		Valeur mesurée en 2021	
		Moyenne	Maximale	Moyenne	Maximale	Moyenne	Maximale
<u>Métaux réglementaires (éléments dissous)</u>							
Chrome	mg/L	<3,40E-03	5,00E-03	<2,16E-04	3,40E-04	<2,11E-04	3,20E-04
Cuivre	mg/L	<6,77E-03	1,00E-02	<5,73E-04	<5,00E-03	4,58E-04	2,90E-03
Manganèse	mg/L	<1,40E-02	4,70E-02	<9,32E-03	5,20E-02	<8,44E-03	2,80E-02
Nickel	mg/L	<3,81E-03	5,00E-03	<1,51E-03	<5,00E-03	1,41E-03	2,90E-03
Plomb	mg/L	<1,40E-03	<2,00E-03	<2,51E-04	<2,00E-03	<2,04E-04	3,40E-04
Zinc	mg/L	<7,36E-03	<1,00E-02	<2,92E-03	1,10E-02	<2,60E-03	6,40E-03
<u>Métaux complément</u>							
Antimoine	mg/L	<7,34E-04	<1,00E-03	<2,50E-04	<2,00E-03	<2,04E-04	2,70E-04
Arsenic	mg/L	<1,47E-03	<2,00E-03	<5,99E-04	<5,00E-03	<2,61E-04	7,50E-04
Baryum	mg/L	3,19E-02	4,10E-02	2,76E-02	4,20E-02	2,76E-02	3,60E-02
Cadmium	mg/L	<6,70E-04	<1,00E-03	<4,00E-05	<1,00E-03	<1,06E-05	3,00E-05
Chrome hexavalent	mg/L	<1,08E-02	<1,00E-01	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
Mercure	µg/L	<1,39E-02	7,00E-02	<1,50E-02	<1,50E-02	<1,50E-02	<1,50E-02
Molybdène	mg/L	<3,68E-03	<5,00E-03	1,18E-03	1,60E-03	1,13E-03	1,40E-03
Sélénium	mg/L	<1,53E-03	<2,00E-03	<6,61E-04	<1,00E-02	<5,48E-04	1,50E-03
<u>BTEX</u>							
Benzène	µg/L	<3,40E-01	<5,00E-01	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02
Ethylbenzène	µg/L	<3,40E-01	<5,00E-01	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02
(m+p) Xylène	µg/L	<9,07E-02	<1,00E-01	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02
o-Xylène	µg/L	<4,00E-02	<5,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02
Toluène	µg/L	<3,40E-01	<5,00E-01	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02
Xylènes (o + m + p)	µg/L	<7,50E-02	<1,00E-01	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02	<2,00E-02
<u>HAP</u>							
Acénaphène	µg/L	<7,20E-03	<1,00E-02	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03
Acénaphthylène	µg/L	<3,67E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03
Anthracène	µg/L	<3,81E-03	<5,00E-03	<1,26E-03	<5,00E-03	<2,04E-03	<5,00E-03
Benzo(a)anthracène	µg/L	<3,67E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03
Benzo(a)pyrène	µg/L	<3,67E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03
Benzo(b)fluoranthène	µg/L	<3,67E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-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	<3,67E-03	<5,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03
Chrysène	µg/L	<3,67E-03	<5,00E-03	<1,11E-03	<5,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-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	<3,67E-03	<5,00E-03	<1,53E-03	<2,00E-02	<1,33E-03	<5,00E-03
Fluorène	µg/L	<4,24E-03	<5,00E-03	<2,06E-03	<5,00E-03	<1,69E-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	<2,35E-02	<5,00E-02	<5,00E-02	<5,00E-02	<5,00E-02	<5,00E-02
Phénanthrène	µg/L	<8,33E-03	<1,00E-02	<5,02E-03	5,80E-03	<8,36E-03	2,10E-02
Pyrène	µg/L	<3,67E-03	<5,00E-03	<1,11E-03	5,10E-03	<1,35E-03	<5,00E-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	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,42E-03	<2,00E-02	<5,00E-03	<5,00E-03
<u>P.C.B</u>							
PCB 101	µg/L	<4,67E-04	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03
PCB 118	µg/L	<4,67E-04	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03
PCB 138	µg/L	<4,67E-04	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03
PCB 153	µg/L	<4,67E-04	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,33E-03	<5,00E-03
PCB 180	µg/L	<1,80E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03	<5,00E-03
PCB 28	µg/L	<5,78E-04	<5,00E-03	<1,23E-03	<5,00E-03	<1,44E-03	<5,00E-03
PCB 52	µg/L	<4,67E-04	<1,00E-03	<1,00E-03	<1,10E-03	<1,86E-03	2,00E-02

Commentaires : Dans le cadre de la surveillance réalisée au titre de l'année 2021 :

- 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'aménée 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 2021 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)	11,2	10,4	10,6	9,8	9,6	9,4	8,5	8,9	8,6	9,9	11,4	11,5
Conductivité (µS/cm)	254	250	294	323	273	265	245	300	317	314	313	269
pH	7,8	7,8	8,0	8,3	8,2	8,4	7,8	8,1	7,8	7,9	7,9	7,8
Température	5,1	8	9,9	13,8	15,9	23,4	21,8	21,4	20,8	14,3	8,8	6,3

Station rejet	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	8,8	8,7	8,7	8,5	8,0	6,9	7,5	7,5	7,6	8,3	8,6	8,9
Conductivité (µS/cm)	335	325	376	423	359	429	355	444	498	439	443	369
pH	8,1	8,0	8,1	8,1	8,3	8,1	8,2	8,3	8,2	8,3	8,3	8,1
Température	20,8	21	21,2	21,3	23,9	26,9	26,8	27,4	26,8	23,7	21,7	19,7

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,3	10,3	11	10,7	9,6	8,9	7,9	9,1	8,5	9,7	11,2	11,4
Conductivité (µS/cm)	335	324	409	395	342	324	299	341	350	355	379	350
pH	7,9	7,7	8,1	8,2	8,2	8,3	7,8	8,2	8,0	8,2	8,3	8,2
Température	5,2	7,8	9,8	13,6	16	23,2	21,7	21,3	20,6	14,1	8,6	6,2

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

2. Physico-chimie des eaux de surface

Le CNPE fait réaliser par le laboratoire IANESCO, 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)	18/06	09/07	06/08	03/09	20/09	15/10
Température (°C)	25	21	19	21	19	13
pH	8,1	7,9	8,1	8,1	7,9	8,0
Conductivité (µS/cm)	310	258	319	343	324	332
O ₂ (mg/L)	6,8	8,9	9,0	8,0	8,1	10,0
Hydrogénocarbonates (mg/L)	137	115	135	154	131	144
DCO (mg/L)	14	17	14	<10	16	<10
DBO5 (mg/L)	<0,5	0,7	<0,5	1	<0,5	<0,5
MES (mg/L)	7	12	7	<2	19	5
TH (°f)	13	10	13	14	12	14
Turbidité (FNU)	3,1	8,1	4,0	1,1	12	4,2
Silice (mg/L)	9,1	15	11	5,7	11	13
Sulfates (mg/L)	17	14	17	19	19	18
Chlorures (mg/L)	18	14	17	21	21	19
Sodium (mg/L)	13	11	11	14	14	12
Nitrates (mg/L)	7,2	8,4	10	9,0	8,6	12
Nitrites (mg/L)	0,05	0,03	0,01	0,03	0,03	0,05
Phosphates (mg/L)	0,03	0,15	0,12	<0,02	0,12	0,14
Phosphore total (mg/L)	0,04	0,1	0,06	0,02	0,09	0,07
Ammonium (mg/L)	0,04	<0,01	0,01	0,03	0,03	<0,01
Azote Kjeldahl (mg/L)	<0,5	0,7	<0,5	0,9	0,6	0,5
COD (mg/L)	3,6	6,1	4,0	3,0	3,5	4,4

Station 52 (aval)	18/06	09/07	06/08	03/09	20/09	15/10
Température (°C)	24	21	19	20	18	12
pH	8,3	8,1	8,2	7,9	7,9	8,1
Conductivité (µS/cm)	349	292	349	390	348	361
O ₂ (mg/L)	7,9	9,4	9,3	8,4	8,0	10,5
Hydrogénocarbonates (mg/L)	150	127	162	172	138	150
DCO (mg/L)	12	17	14	10	11	11
DBO5 (mg/L)	1	1,0	<0,5	0,8	2	<0,5
MES (mg/L)	9	11	7	<2	12	3
TH (°f)	14	12	15	15	13	14
Turbidité (FNU)	5,4	8,6	3,5	0,92	6,5	3,2
Silice (mg/L)	10	15	11	4,9	11	13
Sulfates (mg/L)	18	16	18	21	19	19
Chlorures (mg/L)	19	15	18	23	22	21
Sodium (mg/L)	14	11	11	14	14	13
Nitrates (mg/L)	7,7	9,0	11	9,0	9,4	12
Nitrites (mg/L)	0,06	0,03	0,02	0,06	0,03	0,01
Phosphates (mg/L)	0,03	0,11	0,13	<0,02	0,11	0,14
Phosphore total (mg/L)	0,05	0,08	0,06	0,02	0,07	0,08
Ammonium (mg/L)	0,03	0,02	0,01	0,07	0,02	0,01
Azote Kjeldahl (mg/L)	<0,5	0,6	<0,5	0,6	0,5	0,6
COD (mg/L)	3,6	5,5	3,8	3,1	3,5	4,4

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 2021.

Paramètres Station amont		Unité	22/01/2021	23/04/2021	09/07/2021	15/10/2021
Bore			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Métaux totaux	Fraction brute		5,823	0,244	1,042	0,598
	Fraction dissoute		0,103	0,028	0,048	0,040
Aluminium total			3,3	0,1	0,47	0,26
Chrome total			0,0048	0,0006	0,0012	0,001
Cuivre total			0,0056	0,0038	0,005	0,0043
Fer total			2,4	0,120	0,52	0,310
Manganèse total			0,09	0,0093	0,034	0,016
Nickel total			0,0036	0,001	0,0018	0,0013
Plomb total			0,0035	0,0002	0,001	0,0006
Zinc total			0,015	0,009	0,009	0,005
Aluminium dissous		mg/L	0,025	0,004	0,007	0,006
Chrome dissous			0,0007	<0,0002	0,0005	0,0004
Cuivre dissous			0,0025	0,003	0,004	0,0035
Fer dissous			0,07	0,014	0,030	0,022
Manganèse dissous			0,0017	0,0028	0,0025	0,0022
Nickel dissous			0,0011	0,0008	0,0013	0,001
Plomb dissous			<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Zinc dissous			0,002	0,003	0,003	0,005
Hydrazine			<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Ethanolamine			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Détergents			<2	<2	<2	<2
Hydrocarbures			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
AOX			0,014	<0,010	0,010	0,012
Acides chloroacétiques			<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chlore résiduel total		<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
Chloroforme		<0,00015	<0,00015	<0,00015	<0,00015	

Paramètres Station aval		Unité	22/01/2021	23/04/2021	09/07/2021	15/10/2021
Bore			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Métaux totaux	Fraction brute		4,7	0,179	1,403	0,386
	Fraction dissoute		0,080	0,037	0,072	0,054
Aluminium total			2,6	0,06	0,63	0,16
Chrome total			0,004	0,0005	0,0015	0,0005
Cuivre total			0,0046	0,0038	0,0049	0,0037
Fer total			2	0,090	0,7	0,2
Manganèse total		mg/L	0,073	0,017	0,051	0,015
Nickel total			0,0033	0,0012	0,0021	0,0013
Plomb total			0,003	<0,0002	0,0012	0,0004
Zinc total			0,012	0,007	0,012	0,005
Aluminium dissous			0,017	0,003	0,006	0,008
Chrome dissous			0,0008	0,0002	<0,0004	0,0004
Cuivre dissous			0,0021	0,002	0,0027	0,0033
Fer dissous			0,054	0,018	0,05	0,030

Paramètres Station aval	Unité	22/01/2021	23/04/2021	09/07/2021	15/10/2021
Manganèse dissous		0,0025	0,012	0,0099	0,0068
Nickel dissous		0,0012	0,0009	0,0013	0,0011
Plomb dissous		<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Zinc dissous		0,002	0,001	0,002	0,004
Hydrazine		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Ethanolamine		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Détergents		<2	<2	<2	<2
Hydrocarbures		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
AOX		0,017	<0,010	0,019	0,012
Acides chloroacétiques		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chlore résiduel total		<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Chloroforme		<0,00015	<0,00015	<0,00015	<0,00015

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 et hydrobiologique à IANESCO et AQUASCOP, et le suivi ichtyologique à FISH-PASS. 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 déceler une évolution anormale de l'écosystème, sur le long terme, qui pourrait être attribuable au fonctionnement du CNPE. Au contraire, les surveillances en conditions climatiques exceptionnelles et situations exceptionnelles ont plutôt pour objectif d'étudier la réponse à court terme de l'écosystème sous conditions de débits contraints et températures ambiantes élevées, le CNPE étant en fonctionnement.

1. Surveillance pérenne

Surveillance physico-chimique, chimique et hydrobiologique

La synthèse du rapport de surveillance, réalisée par IANESCO et AQUASCOP est présentée ci-dessous :

L'objectif de cette surveillance est de suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur et déceler 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 macroinvertébrés), phytoplanctoniques, macrophytes observés à l'amont et à l'aval du CNPE.

Le suivi hydrobiologique 2021 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 2021 en amont et en aval de l'aménagement électronucléaire. La différence la plus importante est observée pour la conductivité, qui augmente en moyenne de 34 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de l'amont vers l'aval. Globalement, les caractéristiques physico-chimiques sont équivalentes aux deux stations pour cette année 2021. Les moyennes obtenues en 2021 sont du même ordre de grandeur que celles obtenues entre 2020 et 2018, pour les paramètres analysés dans le cadre de ce suivi 2021. 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 2021. Les valeurs moyennes obtenues pour ces paramètres sont du même ordre de grandeur.

Ces valeurs moyennes sont également équivalentes à celles obtenues entre 2020 et en 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 du phytoplancton confirme la similitude des cortèges algaux entre les 2 stations de suivi. Les espèces sont diversifiées et correspondent au peuplement typique de ce type de grands cours d'eau.

En 2021, la succession saisonnière et la composition taxonomique habituellement observée dans des grands cours d'eau de plutôt bonne qualité sont respectées. Les *Bacillariophyta* sont très présents en automne, en hiver et au printemps, tandis que les *Chlorophyta* prennent le relais en période estivale.

D'autre part, lors de ce suivi, la dynamique de cette communauté algale ne permet pas l'implantation excessive des cyanobactéries, malgré des conditions environnementales très favorables, notamment en début et fin d'été (température élevée, débit faible, ensoleillement important, nutriments suffisants).

La qualité biologique de la Loire, estimée au travers du phytoplancton, est en corrélation avec les teneurs en pigments chlorophylliens. Cette année, elle peut encore être considérée comme bonne, tant à l'amont qu'à l'aval du CNPE de Chinon. Ainsi aucune influence de celui-ci n'a pu être mise en évidence dans le cadre du suivi annuel de la communauté phytoplanctonique.

► Les échantillonnages des algues diatomées réalisés aux stations amont (51) et aval (52) montrent des communautés bien diversifiées et équilibrées. Ces cortèges diffèrent toutefois entre les 2 stations, avec le développement plus important d'un taxon invasif à la station aval : *Achnanthydium delmontii*.

Néanmoins, ces divergences restent secondaires puisque les indices diatomiques pointent une qualité biologique modérée sur l'ensemble du secteur d'étude.

L'expertise IBD ne révèle aucune incidence qui serait imputable au fonctionnement du CNPE de Chinon.

► La bio-indication de la végétation aquatique révèle un niveau trophique élevé à très élevé et un bon état écologique de la Loire dans le secteur du CNPE de Chinon pour l'élément de qualité macrophytes. Les indicateurs IBMR et EQR sont très proches entre les 2 stations du suivi.

Les peuplements, typiques de la Loire moyenne, présentent peu de différences entre l'amont et l'aval du CNPE.

La confrontation des résultats de 2021 avec ceux des précédentes campagnes de suivi montre la stabilité interannuelle du peuplement végétal ligérien tant sur le plan qualitatif (richesse spécifique, taxons présents) que quantitatif (taux de recouvrement du lit), notamment depuis 2019. De plus, les indicateurs IBMR et EQR restent très stables au cours des 5 dernières années.

Ces résultats permettent de conclure à l'absence d'influence du fonctionnement du CNPE de Chinon sur la dynamique végétale et le niveau trophique de la Loire.

► 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 C.N.P.E. lors de 4 campagnes (avril, juin, août et octobre).

Les peuplements invertébrés apparaissent diversifiés et intègrent des taxons dotés d'une très grande sensibilité à la pollution (*Chloroperlidae*). Par conséquent, la bio-indication de la faune invertébrée pointe une très bonne qualité biologique de part et d'autre de ce CNPE sur l'ensemble du suivi 2021.

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 2021 ne met en évidence une quelconque évolution anormale de l'hydrosystème ligérien qui puisse être associée au fonctionnement du CNPE de Chinon.

Suivi ichthyologique

Débuté en 2001, le suivi ichthyologique porte sur l'analyse comparative des peuplements piscicoles de la Loire dans le secteur d'implantation du Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Chinon. Les échantillonnages sont effectués à l'amont et à l'aval du site par pêche électrique en bateau et à pied (protocole mixte d'échantillonnage).

Pour la campagne 2021, 14 espèces comprenant 234 individus ont été échantillonnées à l'amont et 18 espèces comprenant 779 individus à l'aval. Bien que des divergences soient constatées entre les peuplements des deux stations, notamment sur le plan de la richesse spécifique et de la densité numérique, en termes structurels (guildes trophiques et guildes de reproduction) et de manière générale, les peuplements des stations amont et aval du CNPE de Chinon ne présentent pas de différences significatives. Ils sont principalement organisés autour des mêmes espèces de cyprinidés : la bouvière, l'ablette, le goujon, le pseudorasbora, le chevaine et le barbeau fluviatile, poissons appartenant principalement à la guildes trophique des « omnivores » et à la guildes de reproduction des « phytolithophiles » ou « lithophiles ». Les indices de diversité et d'équitabilité montrent un certain déséquilibre des peuplements en place sur la station amont, résultant de la surreprésentation de quelques espèces et plus particulièrement de l'ablette qui affiche des effectifs élevés. Sur la station aval, le peuplement est plus équilibré avec des effectifs répartis entre de nombreuses espèces (bouvière, goujon, gardon, pseudorasbora, anguille...). Bien qu'ils présentent des biomasses relatives très importantes (sur l'amont principalement), les prédateurs sont peu représentés, ce qui coïncide avec leur position apicale dans la chaîne trophique. L'analyse structurelle des populations les plus présentes dans l'échantillonnage affiche des structures relativement différentes entre les deux stations et met en évidence plusieurs cohortes successives soulignant des populations plutôt fonctionnelles avec souvent une reproduction locale. En 2021, 8 individus présentaient une pathologie externe en amont et 2 en aval, essentiellement des anguilles. Les principales pathologies identifiées ont été : de la maigreur (AM), des absences d'organes (AO), des érosions cutanées (ER) et des tumeurs, kystes, nodules et autres grosseurs (TG).

La comparaison interannuelle basée sur les 14 années de suivi a permis d'inventorier, toutes années confondues, 32 espèces sur le secteur du CNPE. L'analyse diachronique ne révèle pas de différences particulières entre les stations amont et aval. Ces deux stations affichent une richesse spécifique et des indices de diversités en constante fluctuation mais globalement stable comme en témoigne le maintien du bon état selon l'indice IPR sur l'ensemble de la période.

Les analyses stationnelles synchroniques réalisées en 2021 pour l'élément de qualité biologique « poissons » en amont et en aval du CNPE EDF de Chinon, sur la base de l'IPR, indiquent des peuplements piscicoles de bonne qualité à l'aval et de qualité médiocre à l'amont (comme en 2020). Le peuplement piscicole est relativement proche du peuplement théorique attendu sur ce secteur. Le système de calcul de l'IPR et le protocole d'échantillonnage induisent une variabilité interannuelle de la note indicielle par la présence ou l'absence de quelques espèces représentées par de faibles effectifs telles que le hotu ou la vandoise rostrée.

Globalement, ces analyses synchroniques et diachroniques permettent de suivre, de manière longitudinale et spatio-temporelle, la trajectoire évolutive du milieu récepteur et de sa biocénose. Bien que des divergences soient observables, notamment en termes de richesse spécifique et de densité numérique, les différences constatées dans la structure des peuplements piscicoles entre l'amont et l'aval du CNPE de Chinon ne sont pas significatifs et résultent majoritairement de la disparité des caractéristiques stationnelles, notamment de la composante habitationnelle, et du caractère aléatoire associé aux modalités d'échantillonnage.

À l'image des notes IPR obtenues depuis 2001, la qualité globale des peuplements piscicoles en place sur le secteur d'implantation du CNPE est « bonne ». Ainsi, le fonctionnement du CNPE ne semble pas avoir d'influence sur la structure des peuplements piscicoles. Toutefois, une attention particulière sera portée à la station située en amont du CNPE, dont le peuplement piscicole voit sa richesse spécifique diminuer

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

2. Surveillance en conditions climatiques exceptionnelles

En 2021, 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 dans un rayon de 2 km lors de la réalisation d'opérations pouvant générer du bruit, comme par exemple lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation.

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.irsn.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 du site 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 :

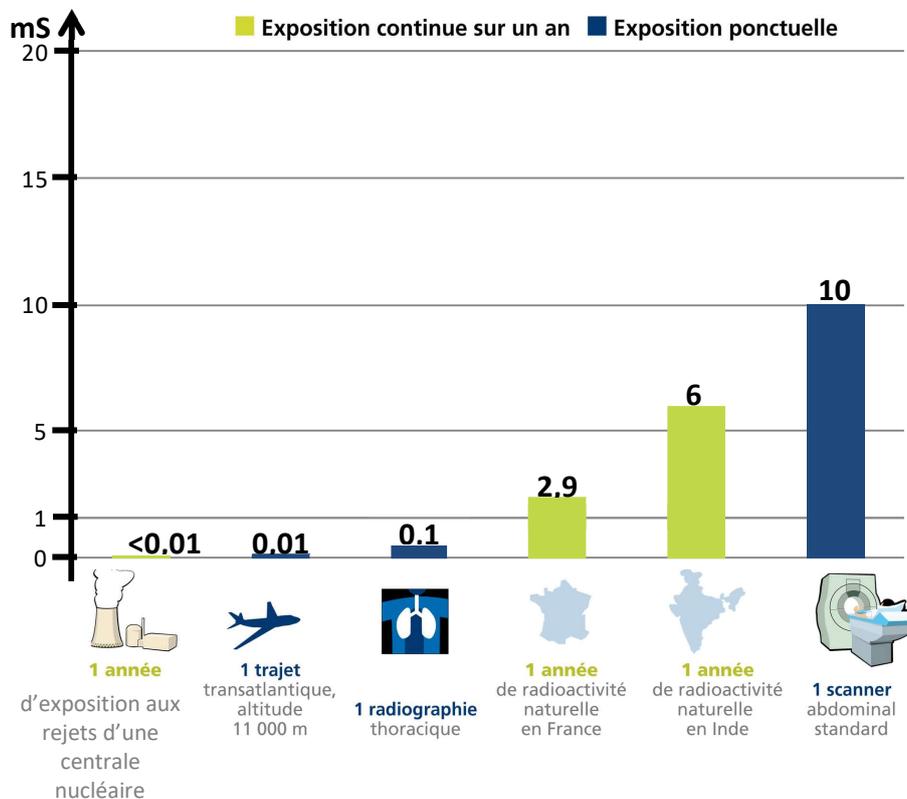


Figure 2 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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.

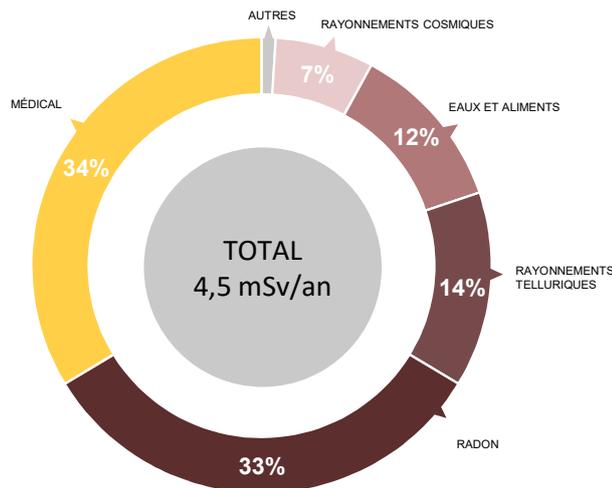


Figure 3 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2021 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	9,1E-06	4,9E-05	5,8E-05
Rejets d'effluents liquides	1,7E-06	1,3E-04	1,3E-04
Total	1,1E-05	1,8E-04	1,9E-04

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	9,4E-06	3,5E-05	4,4E-05
Rejets d'effluents liquides	Sans objet	1,1E-04	1,1E-04
Total	9,4E-06	1,5E-04	1,6E-04

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	9,4E-06	5,1E-05	6,0E-05
Rejets liquides	Sans objet	1,5E-04	1,5E-04
Total	9,4E-06	2,0E-04	2,1E-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 2021 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 Soulaines (déchets de faible à moyenne activité à vie courte, FMAVC).

Ces déchets proviennent essentiellement :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Déchets graphite	Faible	Longue	FA-VL (faible activité à vie longue)	Entreposage sur site
Pièces métalliques et autres déchets actives	Moyenne		MA-VL (moyenne activité à vie longue)	Entreposage sur site (en piscine de refroidissement pour les grappes et autres déchets actives REP)

2. Le transport des déchets

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

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

DE LA CENTRALE AUX CENTRES DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE

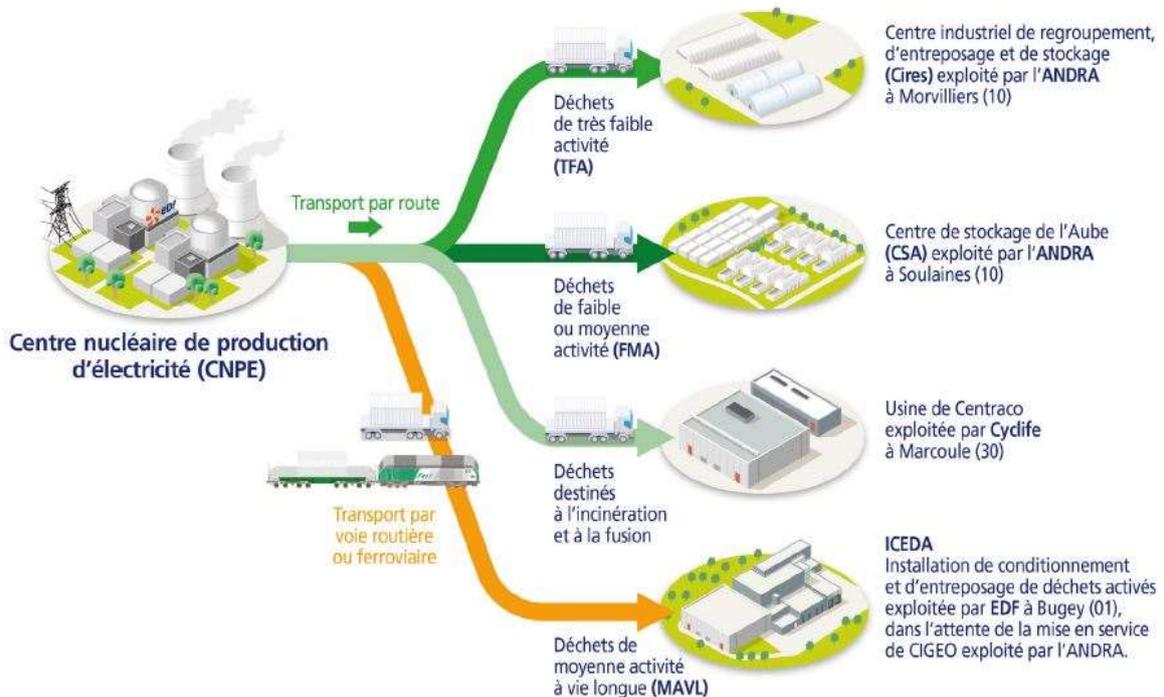


Figure 4 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

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

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2021 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Chinon :

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2021	Commentaires
TFA	333,434 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA, dans le Bâtiment Auxiliaire de Conditionnement et bâtiment EDA
FMAVC (Liquides)	31,413 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants...
FMAVC (Solides)	364,428 tonnes	Localisation Bâtiment des Auxiliaires Nucléaire et Bâtiment Auxiliaire de Conditionnement (BAC)
FAVL	0 tonnes	
MAVL	300 objets	Concerne les grappes et les étuis dans les piscines de désactivation (déchets technologiques, galette inox, bloc béton et chemise graphite)

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2021 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Chinon :

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2021	Type d'emballage
TFA	157 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC (coques)	67 colis	Coques béton
FMAVC (fûts)	556 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
FMAVC (autres conditionnement)	46 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2021 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Chinon :

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	86
CSA à Soulaines	441
Centraco à Marcoule	2 450

En 2021, 2 977 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 2021 pour les 3 réacteurs en déconstruction du CNPE de Chinon :

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2021
TFA	4 510,68 tonnes
FMAVC (Liquides)	0 tonne
FMAVC (Solides)	224,38 tonnes
FAVL	0 tonne
MAVL	7 objets

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2021 pour les 3 réacteurs en déconstruction du CNPE de Chinon :

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2021	Type d'emballage
TFA	30 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC (coques)	0 colis	Coques béton
FMAVC (fûts)	98 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
FMAVC (autres conditionnement)	6 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2021 pour les 3 réacteurs en déconstruction du CNPE de Chinon :

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	68
CSA à Soulaines	2
Centraco à Marcoule	185

En 2021, 255 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 2021 pour l'Atelier des Matériaux Irradiés (AMI) :

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2021
TFA	118,51 tonnes
FMAVC (Liquides)	0 tonne
FMAVC (Solides)	215,88 tonnes
FAVL	0 tonne
MAVL	9 objets

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2021 pour l'Atelier des Matériaux Irradiés (AMI) :

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2021	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)	96 colis	Autres dont caissons, pièces massives, ...

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2021 pour l'Atelier des Matériaux Irradiés (AMI) :

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	10
CSA à Soulaines	3
Centraco à Marcoule	170

En 2021, 183 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra).

II. Les déchets non radioactifs

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

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

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

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

Le tableau ci-dessous présente les quantités de déchets conventionnels produites en 2021 par les INB d'EDF :

Quantités 2021 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Sites en exploitation	11 316	9 782	41 512	34 966	124 577	124 502	177 404	169 250
Sites en déconstruction	135	44	964	878	1 618	1 618	2 717	2 540

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

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

La production de déchets inertes a été historiquement conséquente en 2021 du fait d'importants chantiers, en particulier les chantiers de modifications post Fukushima et l'aménagement de parkings ou bâtiments tertiaires. Les productions de déchets dangereux et de déchets non dangereux non 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 2021, les 4 unités de production du CNPE de Chinon ont produit 8 525 tonnes de déchets conventionnels : 92,2 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés,

Concernant les unités en déconstruction du CNPE de Chinon, 11,9 tonnes de déchets conventionnels ont été produites en 2021, 86,0% de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

ASN - Autorité Sûreté Nucléaire

CNPE - Centre Nucléaire de Production d'Électricité

COT - Carbone Organique Total

DBO5 - Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours

DCO - Demande Chimique en Oxygène

DUS – Diesel d'Ultime Secours

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

ESE - Évènement Significatif Environnement

FMA - Faible Moyenne Activité

ICPE - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

INB - Installation Nucléaire de Base

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

ISO - International Standard Organization

KRT – Chaîne de mesure de radioactivité

MES - Matières En Suspension

PA – Produit d'Activation

PF – Produit de Fission

REX - Retour d'Expérience

SME - Système de Management de l'Environnement

SMP - Station Multi Paramètres

TAC – Turbine à Combustion

TEU - Traitement des Effluents Usés

TFA - Très Faible Activité

THE – Très Haute Efficacité

UFC - Unité Formant Colonie

ANNEXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de Chinon Année 2021

Suivi *Naegleria fowleri* aval calculé :

Rappel du mode de calcul des concentrations aval site :

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

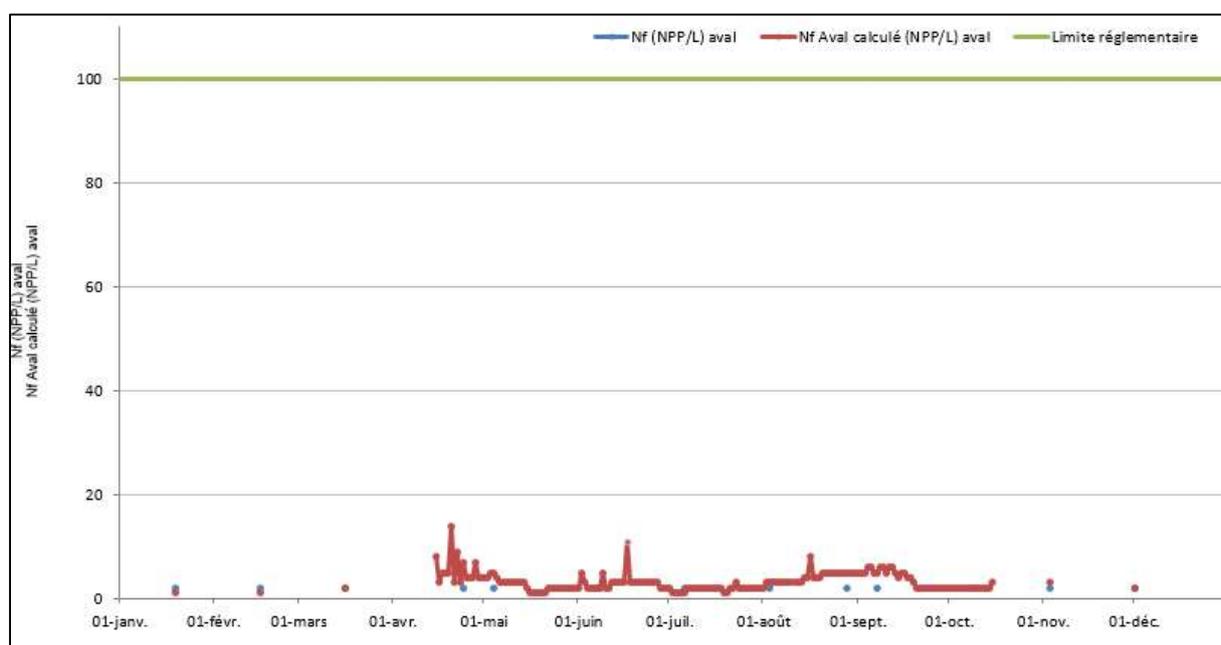
Où :

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)

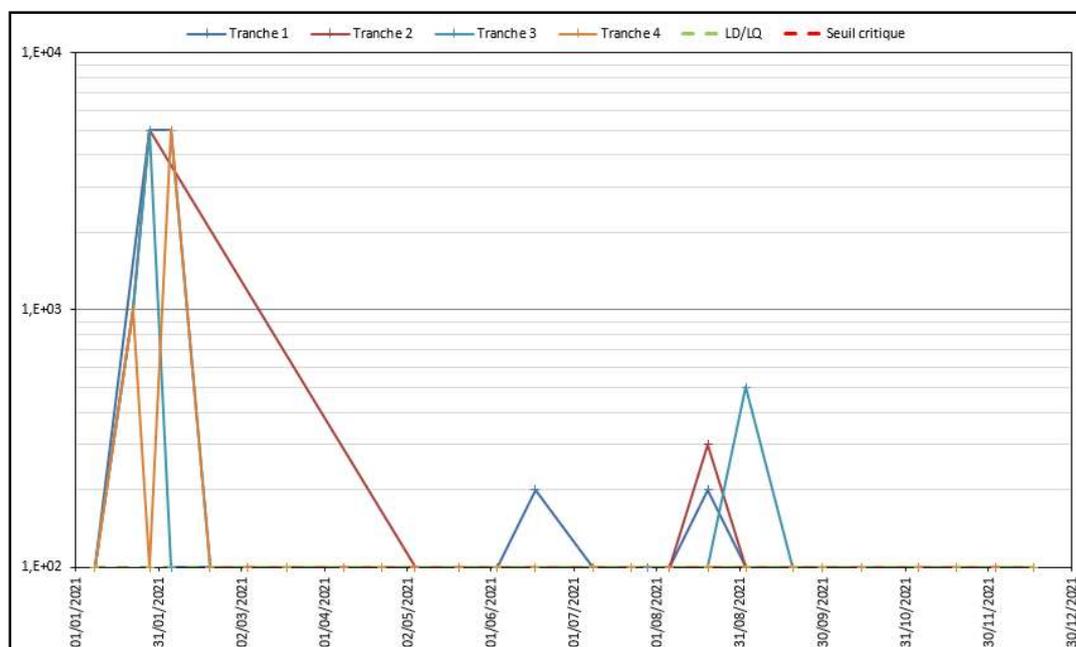
K : facteur d'hétérogénéité du mélange des eaux du rejet et du fleuve = 1,3 pour le CNPE de Chinon



Commentaires : En 2021, la concentration maximale calculée en amibes *Naegleria fowleri* à l'aval du CNPE est relevée le 20 avril avec une valeur de 14 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 2021.

Résultats des dénombrements en Légionelles :

Date prélèvement	Legionella pneumophila (Lp) UFC/L			
	Tranche 1	Tranche 2	Tranche 3	Tranche 4
08/01/2021	100	< 100	< 100	< 100
22/01/2021	< 50 000	< 50 000	< 50 000	< 50 000
28/01/2021	< 5 000	< 5 000	< 5 000	< 100
05/02/2021	< 5 000	Arrêt	< 100	< 5 000
19/02/2021	< 100	Arrêt	< 100	< 100
05/03/2021	100	Arrêt	< 100	< 100
19/03/2021	< 100	Arrêt	< 100	< 100
09/04/2021	< 100	Arrêt	< 100	< 100
23/04/2021	< 100	Arrêt	< 100	< 100
05/05/2021	100	< 100	Arrêt	< 100
21/05/2021	< 100	< 100	Arrêt	< 100
04/06/2021	< 100	< 100	Arrêt	< 100
18/06/2021	200	< 100	Arrêt	< 100
09/07/2021	< 100	< 100	Arrêt	< 100
23/07/2021	< 100	< 100	Arrêt	< 100
29/07/2021			< 100	
06/08/2021	< 100	< 100	< 100	< 100
20/08/2021	200	300	< 100	< 100
03/09/2021	< 100	< 100	500	< 100
20/09/2021	Arrêt	Arrêt	< 100	< 100
01/10/2021	Arrêt	< 100	< 100	< 100
15/10/2021	Arrêt	< 100	< 100	< 100
05/11/2021	Arrêt	< 100	100	100
19/11/2021	Arrêt	< 100	< 100	< 100
03/12/2021	Arrêt	< 100	< 100	< 100
17/12/2021	< 100	< 100	< 100	< 100



Avec :

- Seuils critiques fixées par la décision n°2016-DC-0578 à 10 000 UFC/L (seuil d'alerte) et 100 000 UFC/L (seuil d'action),
- LD/LQ : limite de détection/limite de quantification soit < 100 UFC/L en l'absence de flore interférente.

	TOTAL		TRANCHES	
	Nb Ech.	Pourcentage	Nb Ech.	Pourcentage
$L_p < 10^3$	74	85%	73	85%
$10^3 \leq L_p < 10^4$	8	9%	8	9%
$10^4 \leq L_p < 10^5$	4	5%	4	5%
$10^5 \leq L_p < 5 \cdot 10^5$	0	0%	0	0%
$5 \cdot 10^5 \leq L_p < 10^6$	0	0%	0	0%
$10^6 \leq L_p < 5 \cdot 10^6$	0	0%	0	0%
$L_p \geq 5 \cdot 10^6$	0	0%	0	0%
Ininterprétable	1	1%	1	1%

Commentaires : Au cours de l'année 2021, 85% des résultats de mesures de Legionella pneumophila sont restées inférieures au seuil de 1 000 UFC/L. Le nombre d'échantillons se situant entre 1 000 UFC/L et 10 000 UFC/L est égal à huit, et 4 échantillons se situent entre 10 000 UFC/L et 100 000 UFC/L (dépassement du seuil d'action). Le 22 janvier, un résultat normé de < 50 000 UFC/L est obtenu sur les 4 tranches. Conformément à la réglementation :

- La lecture de la boîte supplémentaire est nécessaire, la limite décelable obtenue est de 1 000 UFC/L pour B2, B3 et B4. L'unique échantillon ininterprétable est celui du 22 janvier en tranche 1 avec la boîte supplémentaire,
- Un prélèvement supplémentaire a été réalisée au plus tôt (le 28 janvier 2021). Pour ce prélèvement complémentaire, la concentration en légionelles est < 5 000 UFC/L pour B1, B2 et B3 et < 100 UFC/L pour B4.

Le 22 janvier 2021 coïncide avec une période de crue de la Loire et d'élévation significative de la turbidité pouvant conduire au charriage notamment de la flore interférente.

Le développement des légionelles (y compris pneumophila) a été maîtrisé durant toute l'année 2021. Il n'y a pas eu de dépassement du seuil d'arrêt.

ANNEXE 2 : Accès au suivi radioécologique annuel du CNPE de Chinon Année 2020

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