

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

Dampierre-en-Burly

2022

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

SOMMAIRE

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Dampierre-en-Burly en 2022	4
I. Contexte	4
II. Le CNPE de Dampierre-en-Burly	4
III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Dampierre-en-Burly	5
IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	5
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des événements significatifs pour l'environnement	6
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	15
Partie IV - Rejets d'effluents	16
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	17
II. Rejets d'effluents liquides	26
III. Rejets thermiques	43
Partie V - Prévention du risque microbiologique	45
I. Bilan annuel des colonisations en circuit	46
II. Synthèse des traitements biocides et rejets associés	48
Partie VI - Surveillance de l'environnement	49
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	49
II. Physico-chimie des eaux souterraines	56
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	57
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 _____ **74**

I. Les déchets radioactifs _____ 74

II. Les déchets non radioactifs _____ 79

ABREVIATIONS _____ **81**

ANNEXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de Dampierre-en-Burly Année 2022 _____ **82**

ANNEXE 2 : Suivi radioécologique annuel du CNPE de Dampierre-en-Burly Année 2021 __ **84**

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

I. Contexte

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

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

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

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

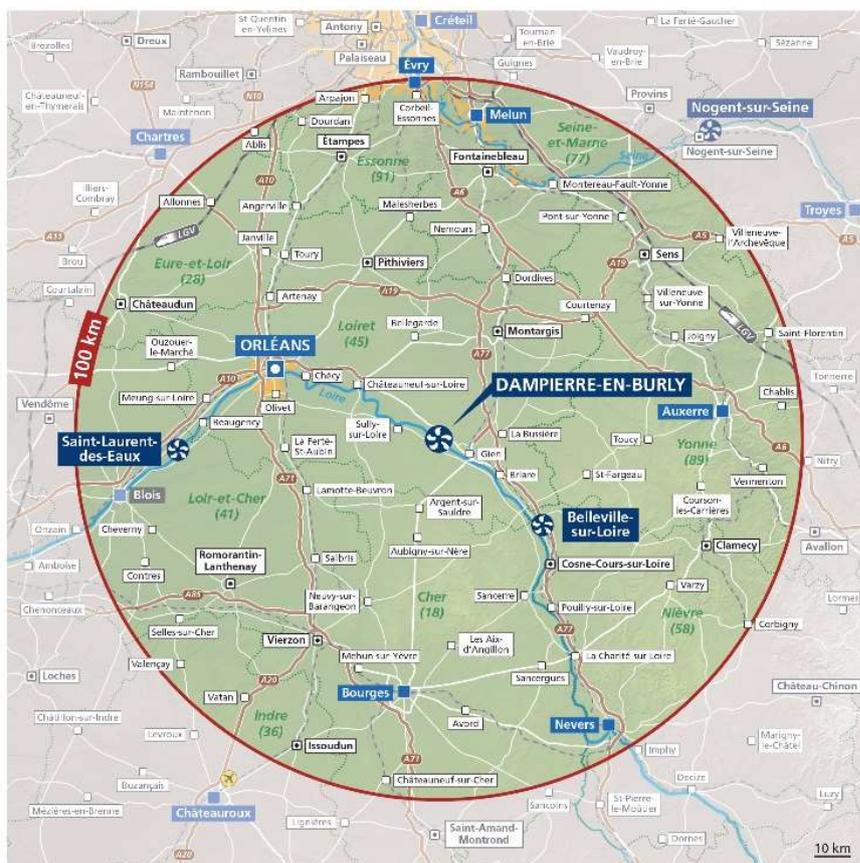
II. Le CNPE de Dampierre-en-Burly

Les installations nucléaires de base du site de Dampierre-en-Burly sont situées sur la commune du même nom (département du Loiret) à environ 60 km au sud-est d'Orléans et environ 10 km à l'ouest de Gien. Elles occupent une superficie de 180 hectares, sur la rive droite de la Loire. Les premiers travaux de construction ont débuté en 1974 sur une zone choisie pour sa proximité avec la région parisienne, grosse consommatrice d'énergie, et pour l'existence de lignes de transport à haute tension en provenance du Massif central.

Les installations de Dampierre-en-Burly regroupent quatre unités de production d'électricité d'une puissance de 910 mégawatts, refroidies chacune par une tour aéroréfrigérante. Elles appartiennent à la filière à eau sous pression (REP). Les unités n°1 et 2 ont été mises en service en 1980. Ces deux réacteurs constituent l'installation nucléaire de base (INB) n°84. Les unités n°3 et 4 ont été mises en service en 1981. Ces deux réacteurs constituent l'installation nucléaire de base (INB) n° 85.

Le CNPE de Dampierre-en-Burly emploie 1400 salariés d'EDF et 600 des entreprises extérieures, et fait appel, pour réaliser les travaux lors de chacun des arrêts pour maintenance des unités en fonctionnement, de 600 à 1 500 intervenants supplémentaires.

CENTRALE NUCLEAIRE DE DAMPIERRE-EN-BURLY (LOIRET)



Les grandes villes et axes de communication



- Préfecture de région
- Préfecture départementale
- Sous-préfecture
- Autre ville

III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Dampierre-en-Burly

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

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

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

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

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

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

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

En 2004, le CNPE de Dampierre-en-Burly a été certifié, pour la première fois, ISO 14001. L'obtention de la norme ISO 14001 est une reconnaissance internationale de la prise en compte de l'environnement dans l'ensemble des activités de l'entreprise. Elle est l'assurance d'une démarche d'amélioration continue et de la mise en place d'une organisation spécifique au domaine de l'environnement.

La protection de l'environnement, sur le terrain comme en laboratoire, a toujours été une priorité pour les CNPE d'EDF. Comme pour tous les sites industriels, les exigences environnementales fixées par le CNPE de Dampierre-en-Burly 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 Dampierre-en-Burly. 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 Dampierre-en-Burly 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 évènements 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 Dampierre-en-Burly en 2022.

Typologie	Date	Description de l'évènement	Principales actions correctives
ESE3	12/09/22	<p>Dépassement du seuil de 100 000 UFC/L en légionelles à plusieurs reprises en tranche 4</p> <p>Le 12 et le 15/09/2022, des prélèvements "Légionelles" sont effectués en tranche 4 afin de réaliser l'analyse bi-hebdomadaire de la concentration en <i>Legionella pneumophila</i>, puis envoyés pour analyses au laboratoire.</p> <p>Le 21/09/2022, le CNPE réceptionne les résultats d'analyse provisoires des prélèvements réalisés les 12 et 15/09/2022. Ces derniers montrent des concentrations en légionelles de 190 000 UFC/litre et 120 000 UFC/litre.</p> <p>Des actions immédiates ont été mises en place afin de stopper la prolifération des légionelles, à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none">- la mise en place de prélèvements quotidiens pour analyse des légionelles,- la mise en place d'actions de mitigation : augmentation du nombre de pompes SEN en service, changement des boules permettant le nettoyage des tubes du condenseur en continu, démarrage de la station de traitement biocide de l'unité de production n°4.	<p>Traiter les dernières réserves pour la mise en exploitation définitive de la station de traitement biocide de l'unité de production n°4.</p>

2. Bilan des incidents de fonctionnement

Durant l'année 2022, le CNPE de Dampierre-en-Burly a rencontré des indisponibilités sur des dispositifs de traitement des effluents. Ces indisponibilités ont concerné les évaporateurs 8TEU001EV et 9TEU001EV. Ces indisponibilités n'ont pas eu d'incidence sur le respect des limites de rejets compte tenu de la redondance des matériels. Des remises en état rapides des matériels ont permis de limiter au maximum l'indisponibilité du matériel.

Au cours de l'année 2022 le CNPE de Dampierre-en-Burly a observé des défauts d'étanchéité de :

- L'échangeur 4SRI002RF. Ces défauts d'étanchéité ont généré des rejets de phosphates. Toutefois, ces rejets restent dans les limites applicables au CNPE de Dampierre-en-Burly ;

- La tuyauterie de transfert des effluents du laboratoire photo du bâtiment CEIDRE. Ces défauts d'étanchéité n'ont cependant pas généré de rejet car les effluents ont été collectés dans une rétention.

Partie II - Prélèvements d'eau

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

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

Dans un CNPE, l'eau est nécessaire pour :

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

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

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

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

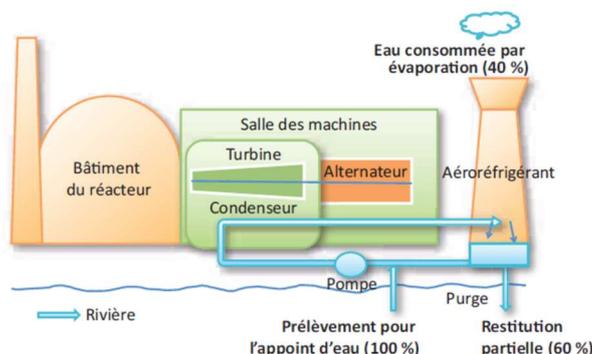


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement fermé (Source : EDF)

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

Que les CNPE soient en fonctionnement ou à l'arrêt, la grande majorité de l'eau prélevée est restituée à sa source, c'est-à-dire au milieu naturel à proximité du point de prélèvement. Plus précisément, quasiment 76 % de l'eau prélevée est restituée au fleuve pour les installations en circuit fermé, les 24 % 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 ils sont implantés.

I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement

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

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	15,26
Février	15,27
Mars	17,41
Avril	16,18
Mai	12,77
Juin	13,94
Juillet	15,91
Août	15,72
Septembre	13,49
Octobre	13,45
Novembre	13,39
Décembre	15,14
TOTAL	177,9

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

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

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	0,001610
Février	0,001547
Mars	0,002193
Avril	0,002503
Mai	0,002266
Juin	0,000829
Juillet	0,002150
Août	0,003191
Septembre	0,001992
Octobre	0,001596
Novembre	0,001484
Décembre	0,001858
TOTAL	0,023219

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

Le cumul annuel des prélèvements d'eau potable destinée à usage domestique pour l'année 2022 est de 0,055141 millions de m³ (les données disponibles sont des relevés annuels).

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

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

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

Année	Milieu	Volume (milliers de m ³)
2020	Eau douce superficielle	182 753
2021		180 767
2022		177 934
Prévisionnel 2022		190 000
2020	Eau douce souterraine	29,801
2021		26,535
2022		23,219
Prévisionnel 2022		30,000
2020	Eau douce de réseau	40,741
2021		59,877
2022		55,141

Commentaires : Le volume annuel d'eau douce superficielle prélevé est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2022, compte tenu du temps effectif de fonctionnement des tranches. Concernant l'eau douce souterraine, le suivi renforcé des consommations a été poursuivi permettant ainsi de limiter la consommation.

2. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des débits instantanés et des volumes d'eau prélevés en 2022 avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASN n° 2011-DC-0211 et par la décision ASN n° 2022-DC-0731 modifiant la décision n° 2011-DC-0211.

Milieu	Limites de prélèvement		Prélèvement		Unité
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
Eau douce superficielle	Débit instantané	12,3	7,46	5,64	m ³ / s
	Volume journalier	1 063 000	644 544	487 490	m ³
	Volume annuel	245 000 000			m ³
Eau douce souterraine	Débit instantané	48	40,5	2,65	m ³ / h
	Volume journalier	576	972	63,61	m ³
	Volume annuel	56 000			m ³

Commentaires : La limite journalière de prélèvement d'eau douce souterraine a été dépassée sur une journée à la suite d'une fuite sur un circuit alimenté par de l'eau douce souterraine. La fuite a été réparée réactivement dans les 24 h suivant sa découverte permettant ainsi de retrouver un volume journalier prélevé inférieur à la limite.

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

Pour l'année 2022, à l'image de ce qui a débuté en 2021, l'une des principales opérations de maintenance réalisée sur les équipements et ouvrages de prélèvements d'eau en Loire concerne l'amélioration de la robustesse de l'instrumentation de filtration d'eau brute. Cette modification s'est poursuivie sur la tranche 2 du CNPE de Dampierre-en-Burly, elle sera déployée sur les tranches restantes du CNPE d'ici à 2024.

Aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires pour garantir la fiabilité des équipements et ouvrages de prélèvements d'eau en Loire.

A noter que dans le cadre du retour d'expérience de l'événement survenu à la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi, il a été décidé de mettre en place, sur l'ensemble des CNPE, un moyen complémentaire de pompage en eau d'ultime secours pour les matériels de l'îlot nucléaire (bâches d'alimentation en eau de secours des générateurs de vapeur et piscines du bâtiment combustible et du bâtiment réacteur). Sur le CNPE de Dampierre-en-Burly, la solution retenue est la réalisation de puits de pompage en nappe phréatique (1 puits par tranche). Les travaux de création des puits définitifs ont débuté en 2023.

4. Opérations exceptionnelles de prélèvements

Le CNPE de Dampierre-en-Burly n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans le milieu en 2022.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE de Dampierre-en-Burly pour l'année 2022 est présentée dans le tableau ci-dessous.

		Restitution d'eau			Unités
		Eau de refroidissement	Rejets radioactifs	Rejets industriels	
Restitution mensuelle	Janvier	11,249280	0,003461	0,028690	millions de m ³
	Février	10,292832	0,004434	0,021634	
	Mars	13,016160	0,005599	0,028987	
	Avril	12,643776	0,005314	0,037805	
	Mai	10,538208	0,003222	0,028954	
	Juin	10,776672	0,002805	0,018357	
	Juillet	13,265856	0,003109	0,038669	
	Août	12,368160	0,003619	0,026347	
	Septembre	9,964512	0,003393	0,020536	
	Octobre	9,155808	0,002829	0,019731	
	Novembre	10,638432	0,002395	0,016019	
Décembre	11,499840	0,003972	0,032613		
TOTAL	Restitution au milieu aquatique	135,772			
	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	76,30			%

II. Consommation d'eau

1. Cumul mensuel

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

	Consommation d'eau (en millions de m ³)
Janvier	4,01
Février	4,98
Mars	4,40
Avril	3,53
Mai	2,23
Juin	3,16
Juillet	2,65
Août	3,35
Septembre	3,52
Octobre	4,30
Novembre	2,76
Décembre	3,64
TOTAL	42,53

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

Partie IV - Rejets d'effluents

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

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

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

Les rejets d'effluents se présentent sous différentes formes :

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

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

I. Rejets d'effluents à l'atmosphère

1. Rejets d'effluents à l'atmosphère radioactifs

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

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

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

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

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

a. Règles spécifiques de comptabilisation

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

radionucléides comme l'iode, peu présent dans les rejets, figurent également dans cette liste, mais pour des raisons historiques.

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

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

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

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

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

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

Paramètres	Radionucléide
Gaz rares	⁴¹ Ar
	⁸⁵ Kr
	^{131m} Xe
	¹³³ Xe
	¹³⁵ Xe
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. »

c. Cumul mensuel

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

	¹³¹ I (GBq)	¹³² I (GBq)	¹³³ I (GBq)	^{131m} Xe (GBq)	¹³³ Xe (GBq)	^{133m} Xe (GBq)	¹³⁵ Xe (GBq)	⁴¹ Ar (GBq)	⁸⁵ Kr (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)	⁵¹ Cr (GBq)	⁵⁴ Mn (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	⁷⁶ As (GBq)
Janvier	2,03E-04	/	1,10E-03	4,52E+01	7,35E+01	/	3,58E+01	1,95E+00	2,54E+01	6,56E-05	6,34E-05	/	/	6,38E-05	8,44E-05	/
Février	1,83E-04	/	1,31E-03	5,74E+01	9,87E+01	2,41E-04	2,47E+01	2,89E+00	1,89E+00	6,81E-05	6,44E-05	/	/	6,55E-05	8,40E-05	/
Mars	1,93E-04	/	1,04E-03	2,07E-01	4,20E+01	/	1,81E+01	3,28E+00	6,94E+00	6,57E-05	6,96E-05	/	/	6,56E-05	8,09E-05	3,15E-03
Avril	1,77E-02	6,15E-03	5,14E-03	1,37E-03	8,61E+02	/	6,26E+01	2,11E+00	8,69E-03	6,96E-05	6,66E-05	6,54E-04	2,40E-05	2,32E-04	1,40E-04	/
Mai	1,52E-01	/	2,18E-03	5,60E+01	3,40E+01	/	2,15E+01	3,16E-01	2,65E+00	8,24E-05	8,04E-05	/	/	7,99E-05	9,97E-05	/
Juin	7,00E-04	/	1,12E-03	1,45E-01	2,71E+01	/	2,00E+01	1,91E+00	6,95E+00	5,84E-05	5,95E-05	/	/	6,42E-05	8,12E-05	/
Juillet	2,30E-03	/	1,06E-03	1,15E-01	2,56E+01	/	1,85E+01	1,00E+00	1,36E+01	7,33E-05	7,11E-05	/	/	9,63E-05	2,36E-04	4,67E-03
Août	5,17E-03	/	1,11E-03	2,88E-03	2,53E+01	/	1,93E+01	1,72E+00	2,28E+00	6,10E-05	5,76E-05	/	/	6,26E-05	1,87E-04	/
Septembre	2,05E-04	/	2,33E-03	1,84E-03	2,43E+01	/	1,78E+01	2,50E+00	1,85E+00	6,17E-05	6,09E-05	/	/	1,06E-04	4,30E-04	/
Octobre	4,67E-04	2,18E-02	1,26E-03	3,20E-04	2,58E+01	/	1,99E+01	2,00E+00	2,26E-03	8,20E-05	7,77E-05	/	/	7,56E-05	1,32E-04	/
Novembre	2,48E-04	/	1,46E-03	8,49E-03	2,87E+01	/	2,19E+01	1,43E+00	4,27E+00	7,35E-05	7,14E-05	/	/	7,51E-05	9,21E-05	/
Décembre	8,48E-04	/	1,31E-03	9,81E-04	2,48E+01	/	1,91E+01	1,61E+00	4,46E-01	7,09E-05	6,67E-05	/	/	6,96E-05	1,34E-04	/
TOTAL	1,80E-01	2,79E-02	2,04E-02	1,59E+02	1,29E+03	2,41E-04	2,99E+02	2,27E+01	6,62E+01	8,32E-04	8,09E-04	6,54E-04	2,40E-05	1,06E-03	1,78E-03	7,81E-03

	Volumes rejetés (m ³)	Iodes (GBq)	Gaz rares (GBq)	Autres PF et PA (GBq)	Tritium (GBq)	Carbone 14 (GBq)
Janvier	4,23E+08	1,30E-03	1,82E+02	2,77E-04	5,53E+01	2,11E+02
Février	3,52E+08	1,49E-03	1,86E+02	2,82E-04	3,40E+01	
Mars	3,84E+08	1,23E-03	7,05E+01	3,43E-03	4,22E+01	
Avril	4,20E+08	2,90E-02	9,25E+02	1,19E-03	8,15E+01	3,04E+02
Mai	4,30E+08	1,54E-01	1,14E+02	3,42E-04	1,58E+02	
Juin	4,18E+08	1,82E-03	5,61E+01	2,63E-04	1,44E+02	
Juillet	3,94E+08	3,36E-03	5,88E+01	5,14E-03	1,26E+02	1,61E+02
Août	3,94E+08	6,29E-03	4,86E+01	3,68E-04	1,30E+02	
Septembre	3,81E+08	2,53E-03	4,66E+01	6,58E-04	1,20E+02	
Octobre	4,08E+08	2,35E-02	4,77E+01	3,67E-04	9,62E+01	1,56E+02
Novembre	4,48E+08	1,71E-03	5,63E+01	3,12E-04	1,18E+02	
Décembre	3,94E+08	2,16E-03	4,60E+01	3,41E-04	5,49E+01	
TOTAL	4,85E+09	2,28E-01	1,84E+03	1,30E-02	1,16E+03	8,31E+02

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

Il a été vérifié que les rejets au niveau des cheminées annexes ne présentent pas d'activité volumique bêta globale d'origine artificielle supérieure à 0,001 Bq/m³.

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

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

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2020	510	1 130	757	0,016	0,007
2021	1521	1 208	968	0,0619	0,00785
2022	1840	1 160	831	0,228	0,0130
Prévisionnel 2022	1 900	1 600	900	0,1	0,01

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère concernant les paramètres « gaz rares », « tritium » et « carbone 14 » sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel de l'année 2022. Concernant les paramètres « iodes » et « autres produits de fission et d'activation », le dépassement du prévisionnel est lié à la détection d'un aléa concernant les caractéristiques de l'étanchéité du gainage du combustible d'une des unités de production du CNPE de Dampierre-en-Burly en 2021. Cet aléa a été corrigé au cours de l'année 2022 lors d'une opération de rechargement du combustible sur l'unité de production concernée.

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2011-DC-0210 et par la décision ASN n°2022-DC-0732 modifiant la décision n°2011-DC-0210.

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet		
		Prescriptions	Valeur	Valeur annuelle	Valeur maximale	Valeur moyenne
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	72 000	1 840		
	Cheminée n° 1	Débit d'activité (Bq/s)	5,0E07		5,75E+05	2,92E+05
	Cheminée n° 2	Débit d'activité (Bq/s)	5,0E07		6,07E+05	3,06E+05
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2 200	0,831		
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	10 000	1 160		
	Cheminée n° 1	Débit d'activité (Bq/s)	5,0E06		3,16E+04	1,68E+04
	Cheminée n° 2	Débit d'activité (Bq/s)	5,0E06		3,73E+04	1,99E+04
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,6	0,228		
	Cheminée n° 1	Débit d'activité (Bq/s)	5,0E02		2,02	4,34E-01
	Cheminée n° 2	Débit d'activité (Bq/s)	5,0E02		2,47E+02	7,69E+00
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,8	0,0130		
	Cheminée n° 1	Débit d'activité (Bq/s)	5,0E02		2,96E+00	1,94E-01
	Cheminée n° 2	Débit d'activité (Bq/s)	5,0E02		6,95E+00	2,36E-01

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n°2011-DC-0210 ainsi que celles de la décision ASN n°2022-DC-0732 modifiant la décision n°2011-DC-0210.

Les débits instantanés ont respecté les valeurs de la décision ASN n°2011-DC-0210 ainsi que celles de la décision ASN n°2022-DC-0732 modifiant la décision n°2011-DC-0210 tout au long de l'année 2022.

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

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

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

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

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

	Volumes rejetés (m ³)	Rejets de vapeur du circuit secondaire		Rejets au niveau des événements des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines et d'entreposage des effluents liquides	
		Tritium (Bq)	Iodes (Bq)	Tritium (Bq)	Iodes (Bq)
Janvier	2,61E+04	/	/	3,15E+07	0
Février	1,86E+04	/	/	4,56E+07	0
Mars	2,82E+04	/	/	3,98E+07	2,62E+00
Avril	4,38E+04	/	/	4,54E+07	3,05E+00
Mai	2,69E+04	/	/	2,79E+07	2,27E+02
Juin	1,74E+04	/	/	3,71E+07	0
Juillet	3,33E+04	/	/	3,27E+07	0
Août	2,51E+04	1,50E+07	/	5,86E+07	0
Septembre	1,75E+04	1,50E+07	/	3,94E+07	0
Octobre	2,34E+04	/	/	4,82E+07	0
Novembre	2,19E+04	/	/	4,60E+07	0
Décembre	2,97E+04	/	/	4,60E+07	0
TOTAL	3,12E+05	3,00E+07	/	4,98E+08	2,32E+02

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 et d'azote

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SOx) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs Diesels) ayant fonctionné pendant 274,08 heures et diesels d'ultime secours (DUS) ayant fonctionné pendant 100 heures, au total sur les 4 tranches pour 2022 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	DUS	TOTAL
SOx	kg	3	0	3

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2022, 31,69 m³ de calorifuges dans les enceintes des bâtiments réacteurs 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	3,47E-03	8,22E-05
		Monoxyde de carbone	3,24E-03	7,67E-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	367,2
Morpholine		116,7

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 Dampierre-en-Burly.

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

Paramètre	Masse en kg	Tonne équivalent CO ₂
Chloro-fluoro-carbone (CFC)	0	0
Hydrogéo-chloro-fluor-carbone (HCFC)	0	0
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)	84,58	155,79
Hexafluorure de soufre (SF6)	0	0
Total des émissions de GES en tonne équivalent CO₂		155,79

Dans le respect de la réglementation relative aux systèmes d'échanges de quota d'émissions de gaz à effet de serre, le CNPE déclare chaque année les émissions de CO₂ provenant de l'activité de combustion de combustibles dans les installations dont la puissance thermique totale de combustion est supérieure à 20 MW. Pour l'année 2022, les émissions liées à cette activité représentent 495,528 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 3,49 10⁻² gCO₂/kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 18,66 TWh sur l'année 2022.

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

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

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

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

II. Rejets d'effluents liquides

1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

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

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

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

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

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

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

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

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

a. Règles spécifiques de comptabilisation

Ces règles s'appuient en premier lieu sur la définition de « spectres de référence », en fonction du type de rejet (liquides ou atmosphériques). Ces rejets sont constitués d'une liste de radionucléides à identifier par les moyens de mesure adéquats. Cette liste a été déterminée

par une étude réalisée de 1996 à 1999 sur l'ensemble du parc des CNPE d'EDF. Toutes les substances figurant dans plus de 90 % des analyses figurent dans cette liste. Des radionucléides comme l'iode, peu présent dans les rejets, figurent également dans cette liste, mais pour des raisons historiques.

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

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

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

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

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

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

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

² D'après le Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de l'IRSN : « Le seuil de décision est la valeur minimale que doit avoir la mesure d'un échantillon pour que le métrologue puisse « décider » que cette activité est présente et donc mesurée. En dessous de cette valeur, l'activité de l'échantillon est donc trop faible pour être estimée. Ce seuil de décision dépend de la performance et du rayonnement ambiant autour des moyens métrologiques utilisés. »

c. Cumul mensuel

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

	¹³¹ I (GBq)	^{110m} Ag (GBq)	^{123m} Te (GBq)	¹²⁴ Sb (GBq)	¹²⁵ Sb (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)	⁵⁴ Mn (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	⁹⁵ Nb (GBq)
Janvier	1,13E-03	1,33E-02	9,67E-04	1,37E-03	3,15E-03	1,14E-03	1,71E-03	1,36E-03	1,86E-03	2,17E-02	/
Février	1,44E-03	7,96E-03	1,67E-03	1,48E-03	4,06E-03	1,45E-03	2,37E-03	1,53E-03	1,57E-03	2,74E-02	/
Mars	1,92E-03	4,68E-02	2,71E-03	3,69E-03	8,13E-03	1,99E-03	2,14E-03	2,73E-03	4,32E-03	3,03E-02	/
Avril	4,06E-03	2,21E-02	1,66E-03	1,91E-02	5,34E-03	1,91E-03	2,14E-03	2,39E-03	2,85E-03	1,74E-02	/
Mai	1,39E-03	1,46E-02	9,43E-04	1,09E-03	3,05E-03	1,32E-03	1,55E-03	1,80E-03	1,45E-02	2,05E-02	/
Juin	1,03E-03	3,45E-02	1,35E-03	3,86E-03	2,96E-03	1,33E-03	2,57E-03	2,49E-03	1,40E-02	2,97E-02	/
Juillet	1,15E-03	2,97E-02	1,65E-03	4,71E-03	3,98E-03	1,57E-03	1,58E-03	2,75E-03	1,34E-02	3,36E-02	1,02E-03
Août	1,33E-03	2,45E-02	1,59E-03	3,39E-03	3,73E-03	1,43E-03	1,46E-03	3,47E-03	1,38E-02	4,27E-02	/
Septembre	1,39E-03	5,38E-02	1,00E-03	1,74E-03	3,94E-03	1,47E-03	1,94E-03	3,89E-03	7,82E-03	8,51E-02	/
Octobre	1,09E-03	2,13E-02	8,20E-04	1,46E-03	3,05E-03	1,13E-03	1,20E-03	2,61E-03	3,55E-03	4,19E-02	/
Novembre	9,70E-04	5,75E-02	1,05E-03	4,48E-03	2,86E-03	1,15E-03	4,25E-03	3,98E-03	4,32E-03	9,58E-02	/
Décembre	1,65E-03	7,39E-02	1,16E-03	2,22E-03	4,66E-03	1,72E-03	2,96E-03	5,63E-03	4,56E-03	1,28E-01	/
TOTAL	1,88E-02	4,00E-01	1,66E-02	4,86E-02	4,89E-02	1,76E-02	2,59E-02	3,46E-02	8,66E-02	5,74E-01	1,02E-03

	Volumes rejetés (m ³)	Iodes (GBq)	Autres PF et PA (GBq)	Tritium (GBq)	Carbone 14 (GBq)
Janvier	2,37E+04	1,13E-03	4,82E-02	1,79E+03	3,68E+00
Février	1,87E+04	1,44E-03	5,69E-02	3,64E+03	7,35E+00
Mars	2,62E+04	1,92E-03	1,13E-01	3,09E+03	6,17E+00
Avril	3,28E+04	4,06E-03	7,97E-02	3,63E+03	2,59E+00
Mai	2,52E+04	1,39E-03	6,89E-02	1,88E+03	1,29E+00
Juin	1,39E+04	1,03E-03	9,96E-02	1,80E+03	6,87E-01
Juillet	3,13E+04	1,15E-03	1,07E-01	2,47E+03	6,62E-01
Août	2,13E+04	1,33E-03	1,05E-01	2,64E+03	1,01E+00
Septembre	1,55E+04	1,39E-03	1,68E-01	1,72E+03	1,31E+00
Octobre	1,54E+04	1,09E-03	8,22E-02	2,95E+03	3,98E+00
Novembre	1,26E+04	9,70E-04	1,87E-01	2,32E+03	3,62E+00
Décembre	2,77E+04	1,65E-03	2,36E-01	3,88E+03	7,19E+00
TOTAL	2,64E+05	1,85E-02	1,35E+00	3,18E+04	3,95E+01

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

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

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

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres PA et PF
2020	37 100	38	0,012	0,93
2021	42 000	52,8	0,0166	1,31
2022	31 800	39,50	0,0185	1,35
Prévisionnel 2022	50 000	60	0,02	1,2

Commentaires : Les rejets radioactifs liquides concernant les paramètres « tritium », « carbone 14 » et « iodes » sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel défini pour l'année 2022, compte tenu de la disponibilité des unités de production.

Un dépassement du prévisionnel est observé concernant le paramètre « autres produits de fission et d'activation », en lien avec l'indisponibilité des évaporateurs 8TEU001EV et 9TEU001EV au cours de l'année 2022.

e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2011-DC-0210 et par la décision ASN n°2022-DC-0732 modifiant la décision n°2011-DC-0210.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur	Valeur annuelle (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	100 000	31 800
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	260	39,50
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,6	0,0185
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	36	1,35

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées.

f. Surveillance des eaux de surface

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

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

Paramètre analysé	Activité volumique horaire à mi-volume			Activité volumique : moyenne journalière			
	Valeur moyenne mesurée en 2022	Valeur maximale mesurée en 2022	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2022	Valeur maximale mesurée en 2022	Limite réglementaire	
Eau filtrée	Activité bêta globale	0,195 Bq/L	0,338 Bq/L	2 Bq/L	-	-	-
	Tritium	68,6 Bq/L	142 Bq/L	280 Bq/L	37,4 Bq/L	119 Bq/L	140 ³ / 100 ⁴ Bq/L
	Potassium	3,83 mg/L	5,25 mg/L	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	0,035 Bq/L	0,079 Bq/L	-	-	-	-

³ en présence de rejets radioactifs

⁴ en l'absence de rejets radioactifs

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

2. Rejets d'effluents liquides chimiques

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

Ces rejets d'effluents chimiques sont issus :

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

Les principales substances utilisées sont :

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

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

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

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).

a. Etat des connaissances sur la toxicité de la morpholine et de ses produits dérivés

Une évolution des connaissances sur la toxicité de la morpholine a été identifiée en 2019. De même, une substance formée à partir de la réaction de nitrosation d'un sous-produit de la morpholine a été identifiée récemment. Ces évolutions sont présentées ci-après.

Les principaux effets connus sont également rappelés ci-après.

- La morpholine a des propriétés irritantes (respiratoire, oculaire et cutané) et corrosives. Une Valeur Toxicologique de Référence (VTR) chronique par voie orale de 0,12 mg/kg/j a été établie par l'ANSES en 2019. Une mise à jour de l'évaluation de risque sanitaire suite à la prise en compte de cette VTR pour la morpholine a été réalisée. Elle conclut à une absence de risque sanitaire pour les populations riveraines et à des concentrations ajoutées faibles dans l'environnement.
- Les produits de dégradation de la morpholine sont constitués de composés carbonés : ions acétates, formiates, glycolates et oxalates, ainsi que de composés azotés : diéthanolamine, éthanolamine, méthylamine, pyrrolidine, diéthylamine, éthylamine, N-nitrosomorpholine. Il s'agit de substances qui sont faiblement toxiques dans les conditions de rejet. Aucune VTR issue des bases de données de référence n'est associée à ces substances à l'exception de la N-nitrosomorpholine.
- De plus, la morpholine peut notamment être transformée in vivo en N-nitrosomorpholine en présence de nitrites. Une VTR chronique par voie orale pour la N-nitrosomorpholine de 4 (mg/kg/j)⁻¹ a été établie par l'ANSES en 2012.

- De même, la pyrrolidine peut être transformée in vivo en N-nitrosopyrrolidine. Il s'agit d'une substance formée à partir de la réaction de nitrosation d'un sous-produit de la morpholine, la pyrrolidine. Une VTR chronique par voie orale pour la N-nitrosopyrrolidine de $2,1 \text{ (mg/kg/j)}^{-1}$ a été établie par l'US EPA en 1987. Une mise à jour de l'évaluation de risque sanitaire suite à la prise en compte de cette substance a été réalisée. Elle conclut à une absence de risque sanitaire pour les populations riveraines et à des concentrations ajoutées faibles dans l'environnement.

L'étude d'impact n'a pas mis en évidence de risque sanitaire attribuable aux rejets liquides de morpholine 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)	Morpholine (kg)	Hydrazine (kg)	Détergents (kg)	Azote ⁵ (kg)	Phosphates (kg)	Sodium ⁶ (kg)	Chlorure ⁷ (kg)	Métaux totaux ⁸ (kg)	Métaux totaux ⁹ (kg)
Janvier	3,478E+02	6,991E+01	1,100E-01	2,748E+00	1,485E+02	2,015E+01	4,834E+03	1,173E+03	9,17E+02	
Février	1,091E+03	6,203E+01	2,188E-01	2,914E-01	1,923E+02	1,522E+01	3,807E+03	1,598E+03	8,44E+02	
Mars	1,487E+03	9,981E+01	1,632E-01	4,199E-01	2,616E+02	1,106E+02	6,135E+03	2,641E+03	4,55E+02	
Avril	1,653E+03	1,326E+02	1,659E-01	3,985E-01	1,598E+02	3,597E+01	5,578E+03	1,642E+03	4,10E+02	
Mai	5,721E+02	7,476E+01	1,135E-01	1,479E+00	1,491E+02	5,038E+01	9,664E+03	1,021E+04	1,45E+02	
Juin	1,225E+03	3,204E+01	1,067E-01	4,591E-01	2,055E+02	4,294E+01	2,612E+04	3,568E+04	9,82E+1	
Juillet	1,241E+03	8,461E+01	2,376E-01	5,697E-01	1,744E+02	3,693E+01	1,974E+04	2,340E+04	2,90E+02	
Août	1,021E+03	6,158E+01	1,162E-01	4,413E-01	1,334E+02	1,729E+01	1,945E+04	2,513E+04	5,40E+02	
Septembre	3,604E+02	3,564E+01	1,661E-01	3,556E-01	1,299E+02	1,950E+01	1,338E+04	1,531E+04		2,79
Octobre	4,071E+02	4,330E+01	1,182E-01	4,577E-01	1,984E+02	1,766E+01	1,076E+04	1,170E+04		2,55
Novembre	3,653E+02	4,151E+01	7,151E-02	2,383E-01	1,076E+02	1,554E+01	2,188E+03	4,576E+02		3,30
Décembre	7,627E+02	2,126E+02	3,839E-01	6,683E-01	1,984E+02	1,855E+01	6,359E+03	1,589E+03		6,33
TOTAL ANNUEL	1,053E+04	9,504E+02	1,972	8,526	2,059E+03	4,01+02	1,280E+05	1,305E+05	3,70E+03	1,497E+01

⁵ La valeur donnée correspond à la somme des rejets azote issus des réservoirs T, S et Ex

⁶ La valeur donnée correspond à la somme des rejets sodium issus des réservoirs T, S et Ex, du traitement biocide et des rejets de la station de déminéralisation.

⁷ La valeur donnée correspond à la somme des rejets chlorures issus du traitement biocide et des rejets de la station de déminéralisation.

⁸ La valeur donnée correspond à la somme des rejets métaux totaux issus des réservoirs T, S et Ex en incluant les rejets de Cuivre/Zinc issus de l'usure des condenseurs conformément à la limite prescrite dans la décision ASN n°2011-DC-0210 dont l'application a expiré au 13 septembre 2022.

⁹ La valeur donnée correspond à la somme des rejets métaux totaux issus des réservoirs T, S et Ex en excluant les rejets de Cuivre/Zinc issus de l'usure des condenseurs conformément à la limite prescrite dans la décision ASN n°2022-DC-0732 modifiant la décision ASN n°2011-DC-0210 applicable depuis le 13 septembre 2022

	Sulfates ¹⁰ (kg)	MES (kg)	DCO (kg)	Aluminium ¹¹ (kg)	Chrome ¹¹ (kg)	Cuivre ¹¹ (kg)	Fer ¹¹ (kg)	Manganèse ¹¹ (kg)	Nickel ¹¹ (kg)	Plomb ¹¹ (kg)	Zinc ¹¹ (kg)
Janvier	1,182E+04	5,26E+01	2,18E+02	2,40E-01	6,00E-02	3,60E-01	1,090	9,00E-02	5,94E-02	2,38E-02	3,00E-01
Février	8,182E+03	1,87E+01	2,43E+02	3,70E-01	5,00E-02	9,30E-01	1,260	4,00E-01	4,67E-02	3,40E-02	6,00E-01
Mars	8,510E+03	6,32E+01	2,42E+02	6,80E-01	7,00E-02	1,76E+00	2,410	3,40E-01	6,54E-02	2,62E-02	6,60E-01
Avril	1,383E+04	4,37E+01	4,31E+02	3,30E-01	8,00E-02	8,30E-01	1,940	3,30E-01	8,21E-02	3,28E-02	5,40E-01
Mai	9,078E+03	3,40E+01	2,59E+02	2,50E-01	6,00E-02	1,39E+00	1,520	5,70E-01	6,31E-02	2,52E-02	4,70E-01
Juin	7,712E+03	1,39E+01	1,89E+02	4,00E-01	3,00E-02	2,32E+00	1,320	2,90E-01	3,47E-02	1,39E-02	6,60E-01
Juillet	1,420E+04	2,16E+02	4,15E+02	8,60E-01	8,00E-02	9,50E-01	2,060	5,30E-01	7,82E-02	3,13E-02	5,60E-01
Août	9,023E+03	3,39E+02	2,17E+02	2,10E-01	5,00E-02	1,59E+00	1,640	4,20E-01	1,65E-01	7,65E-02	4,60E-01
Septembre	1,054E+04	4,02E+01	1,43E+02	2,70E-01	4,00E-02	8,60E-01	1,000	2,30E-01	3,88E-02	2,87E-02	3,20E-01
Octobre	9,121E+03	/	1,53E+02	7,90E-01	4,00E-02	5,30E-01	0,650	1,80E-01	3,85E-02	1,54E-02	3,20E-01
Novembre	6,394E+03	/	2,28E+02	1,70E-01	3,00E-02	4,40E-01	0,890	2,00E-01	3,15E-02	1,26E-02	1,53E+00
Décembre	1,505E+04	/	5,21E+02	3,40E-01	7,00E-02	2,28E+00	1,610	2,60E-01	6,93E-02	2,77E-02	1,68E+00
TOTAL ANNUEL	1,235E+05	8,213E+02	3,26E+03	4,90	6,60E-01	1,42E+01	17,390	3,84	7,73E-01	3,48E-01	8,10

¹⁰ La valeur donnée correspond à la somme des rejets sulfates issus des rejets de la station de déminéralisation.

¹¹ La valeur donnée correspond à un élément constitutif du paramètre « métaux totaux », pour le cuivre et le zinc les données correspondent aux rejets issus des réservoirs T, S et Ex.

	AOX (kg)	CRT (kg)	Ammonium (kg)	Nitrites (kg)	Nitrates (kg)	Cuivre ¹² (kg)	Zinc ¹² (kg)
Janvier	/	/	/	/	/	7,642E+02	1,499E+02
Février	3,933	8,210	6,64E+00	1,22E+01	6,33E+02	7,094E+02	1,314E+02
Mars	/	/	/	/	/	3,206E+02	1,278E+02
Avril	3,660	8,900	4,30E+01	3,76E+01	2,14E+02	2,965E+02	1,088E+02
Mai	2,360	9,928E+01	1,98E+01	6,41E+01	7,30E+03	8,986E+01	5,118E+01
Juin	4,325E+01	1,988E+02	2,56E+02	7,38E+01	2,84E+04	6,597E+01	2,711E+01
Juillet	7,533E+01	1,210E+02	4,34E+02	2,68E+02	1,76E+04	1,874E+02	9,716E+01
Août	8,070E+01	7,460E+01	6,02E+01	1,26E+02	2,07E+04	3,958E+02	1,393E+02
Septembre	1,961E+01	1,315E+02	1,09E+02	2,17E+02	1,12E+04	2,974E+02	1,027E+02
Octobre	9,977	1,552E+02	3,48E+01	3,15E+01	8,83E+03	3,155E+02	8,51E+01
Novembre	/	/	/	/	/	5,842E+02	2,21E+02
Décembre	3,218E-01	3,151E+01	0	0	4,16E+01	6,056E+02	2,65E+02
TOTAL ANNUEL	2,391E+02	8,290E+02	9,63E+02	8,30E+02	9,49E+04	4,633E+03	1,51E+03

¹² La valeur donnée en cuivre et en zinc correspond aux rejets issus de l'usure des condenseurs.

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents non radioactifs liquides issus des réservoirs T, S et Ex de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022.

Substances	Unité	2020	2021	2022	Prévisionnel 2022
Acide borique	kg	9 610	11 700	10 533	13 000
Morpholine	kg	688	682	950,4	800
Hydrazine	kg	1,93	1,51	1,97	2
Détergents	kg	4,08	10,6	8,53	11
Azote	kg	1930	1450	2 060	2 300
Phosphates	kg	387	247	401	350
Sodium	kg	725,23	464,1	885	900
Métaux totaux	kg	69,7	51,8	43,9	90

Commentaires : Les rejets issus des réservoirs T, S et Ex sont supérieurs au prévisionnel 2022 concernant les paramètres « morpholine » et « phosphates ». Ces dépassements sont liés à des aléas rencontrés concernant le conditionnement chimique de certains circuits pendant l'exploitation des réacteurs ;

Pour les autres paramètres, les rejets sont du même ordre de grandeur que les années précédentes et conformes aux hypothèses de calcul du prévisionnel de rejets.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents non radioactifs liquides issus de la station de production d'eau déminéralisée de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022.

Substances	Unité	2020	2021	2022	Prévisionnel 2022
Chlorures	kg	14 120	10 381	12 100	15 000
Sodium	kg	45 327	49 490	49 500	55 000
Sulfates	kg	109 00	120 557	128 000	130 000

Commentaires : Les rejets en chlorures, sodium et sulfates issus de la station de production d'eau déminéralisée sont du même ordre de grandeur que les années précédentes et conformes aux hypothèses de calcul du prévisionnel de rejets.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents non radioactifs liquides issus de l'usure des condenseurs en 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022.

Substances	Unité	2020	2021	2022	Prévisionnel 2022
Cuivre	kg	9 017	11 551	4 633	7 800
Zinc	kg	3 400	4 204	1 510	2 700

Commentaires : Compte tenu de la disponibilité des tranches, les rejets en cuivre et zinc sont du même ordre de grandeur que les années précédentes et sont conformes aux hypothèses de calcul du prévisionnel de rejets.

La diminution observée est 2022 est liée à l'arrêt prolongé ainsi qu'au retubage du condenseur de la tranche 2 (substitution des tubes en laiton contenant du cuivre et du zinc par de l'acier inoxydable).

De plus, d'une année à l'autre, des variations des quantités rejetées peuvent être observées. En effet, les rejets de cuivre et de zinc sont issus de l'abrasion des condenseurs en laiton des tranches 2 et 4, sous l'effet des matières en suspension (MeS) contenues dans l'eau de Loire. La concentration en MeS de l'eau de Loire est très variable et a tendance à augmenter à chaque variation à la hausse du débit.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents non radioactifs liquides issus du traitement biocide à la monochloramine de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022.

Substances	Unité	2020	2021	2022	Prévisionnel 2022
Chlorures	kg	77 714	78 498	118 000	270 000
Sodium	kg	50 350	44 246	78 500	180 000
AOX	kg	161	100,31	239	750
THM*	kg	0*	0*	0	*
CRT	kg	401	145	829	700
Ammonium	kg	321	234,5	963	800
Nitrites	kg	89,4	100	830	600
Nitrates	kg	71 990	55 908	94 900	270 000
Chlore libre*	kg	0*	0*	0	*
Sulfates*	kg	0*	0*	0	*

(*) Paramètre réglementé en cas de mise en œuvre de chloration massive acidifiée.

Commentaires : La stratégie de traitement a été adaptée au cours de la campagne de traitement biocide entraînant le dépassement du prévisionnel de rejet en CRT, en ammonium et en nitrites. Le prévisionnel des flux chimiques peut être fluctuant pour permettre la maîtrise des colonisations amibes et légionelles.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par l'article [EDF-DAM-135] de la décision ASN n° 2011-DC-0210 (lignes à fond blanc) applicable jusqu'au 12 septembre 2022 et par l'article [EDF-DAM-69] de la décision ASN n°2022-DC-0732 modifiant la décision ASN n°2011-DC-0210 (lignes à fond vert) applicable depuis le 13 septembre 2022. Les limites des flux annuels ajoutés sont calculées au *prorata temporis* tel qu'indiqué Article 1^{er} de la décision ASN n°2022-DC-0732 modifiant la décision ASN n°2011-DC-0210 :

« [...] »

Il. – Au cours de l'année de l'entrée en vigueur de la présente décision, les limites annuelles définies en annexe, à l'exception de celles relatives aux rejets de substances produites par les traitements biocides (chlore résiduel total CRT et composés organohalogénés absorbables AOX), sont à respecter au prorata temporis du nombre de jours à partir de la date à laquelle la décision prend effet conformément à l'article 2. »

Substances	Limite Concentration maximale ajoutée dans l'ouvrage de rejet principal (mg/L)	Rejet Valeur maximale calculée	Limite Flux 24h (kg)	Rejet Valeur maximale (kg)	Limite Flux 2h (kg)	Rejet Valeur maximale (kg)	Limite Flux mensuel (kg)	Rejet Valeur maximale (kg)	Limite Flux annuel ajouté (kg)	Rejet Flux annuel (kg)
Acide borique*	79	4,34	2 860	612	570	127			24 200	10 533
Morpholine	3,4	0,147	27	10,4					1701	950,4
Morpholine		0,615	23 ¹³	30,3						
Hydrazine	0,14	0,000399	1	0,036					26	1,97
Hydrazine	0,092	0,000938	2	0,0473						
Détergents*	12	0,0084	780	2,05	83	0,23			8 100	8,53
Azote	10	0,498	71	34,2					10 636	2 060
Azote	20	0,642	114	19,2						
Phosphates*	11	0,142	175	30,2	81	5,29			730	401
Sodium	58	7,81	1 980	1 293						
Sodium	64	11	3 140	1 006						
Chlorures	24	6,15	1 750	1 726						
Chlorures	31	5,39	2 620	1 309						
Métaux totaux ¹⁴	0,84	0,199	72 ¹⁵	68,27					20 550	3 864
Métaux totaux ¹⁶	0,3	0,010					50	6,33	54	14
Sulfates	65	34,1	1 360	1034,5						
Sulfates	68	28,8	1 420	940						
DCO	12	0,254	530	38,9						
DCO	30	0,829	2 610	47,3						

¹³ Sur l'année, 10 % des flux 24 h ajoutés peuvent dépasser cette valeur sans toutefois dépasser 85 kg en morpholine. Au cours de l'année 2022 le flux 24 h en morpholine a été dépassé une fois.

¹⁴ La valeur donnée correspond à la somme des rejets métaux totaux issus des réservoirs T, S et Ex et en incluant les rejets de Cuivre/Zinc issus de l'usure des condenseurs conformément à la limite prescrite dans la décision ASN n°2011-DC-0210 dont l'application a expiré au 13 septembre 2022. Ici le flux annuel est calculé jusqu'au 12 septembre 2022 inclus.

¹⁵ Les flux 24h et la concentration ajoutée dans l'ouvrage de rejet peuvent être dépassés 56 jours par an, dont 49 jours durant lesquels les limites sont portées à 137 kg et 1,6 mg/L et 7 jours durant lesquels les limites sont portées à 345 kg et 4 mg/L. En cas de chloration massive à pH contrôlé, soit au maximum 4 fois par an, les limites de 345 kg et 4 mg/L sont portées à 415 kg et 4,9 mg/L.

¹⁶ La valeur donnée correspond à la somme des rejets métaux totaux issus des réservoirs T, S et Ex et en excluant les rejets de Cuivre/Zinc issus de l'usure des condenseurs conformément à la limite prescrite dans la décision ASN n°2022-DC-0732 applicable depuis le 13 septembre 2022. Ici le flux annuel est calculé à partir du 13 septembre 2022.

Substances	Limite Concentration maximale ajoutée dans l'ouvrage de rejet principal (mg/L)	Rejet Valeur maximale calculée	Limite Flux 24h (kg)	Rejet Valeur maximale (kg)	Limite Flux 2h (kg)	Rejet Valeur maximale (kg)	Limite Flux mensuel (kg)	Rejet Valeur maximale (kg)	Limite Flux annuel ajouté (kg)	Rejet Flux annuel (kg)
MES*	4,8	0,382	150	35,6						
Cuivre*	0,46	0,117	40 ¹⁷	58,5					3 631	1677 ¹⁷
Zinc*	0,29	0,922	25 ¹⁸	36,8					1 523	633 ¹⁸
AOX ¹⁹	0,22	0,0818	19 ²⁰	5,69					1 245	239
AOX ¹⁹	0,35	0,0062	33	1,55						
THM* ¹⁹	0,21	0	7	0	1,5	0				
CRT ¹⁹	0,58	0,093	50	28,71					4 500	829
CRT ¹⁹	0,6	0,080	55	31,5						
Ammonium ¹⁹	10	0,075	90	28,4						
Nitrites ¹⁹		0,052	70	31,6						
Nitrates ¹⁹		4,27	1 520	1 470						
Ammonium ¹⁹	20	0,032	118	23						
Nitrites ¹⁹		0,077	116	19,5						
Nitrates ¹⁹		3,97	2310	1 055						
Chlore libre* ¹⁹	0,1	0								

¹⁷ La valeur donnée correspond aux rejets en cuivre issus de l'usure des condenseurs conformément à la limite prescrite dans la décision ASN n°2022-DC-0732 applicable depuis le 13 septembre 2022. Ici le flux annuel est calculé à partir du 13 septembre 2022. Les flux 24 h et la concentration ajoutée dans l'ouvrage de rejet peuvent être dépassés 72 jours par an, dont 65 jours durant lesquels les limites sont portées à 70 kg et 0,81 mg/L et 7 jours durant lesquels les limites sont portées à 159 kg et 1,8 mg/L. Durant l'année 2022, 3 dépassements du flux 24 h ont été observés.

¹⁸ La valeur donnée correspond aux rejets en zinc issus de l'usure des condenseurs conformément à la limite prescrite dans la décision ASN n°2022-DC-0732 applicable depuis le 13 septembre 2022. Ici le flux annuel est calculé à partir du 13 septembre 2022. Les flux 24 h et la concentration ajoutée dans l'ouvrage de rejet peuvent être dépassés 56 jours par an, dont 49 jours durant lesquels les limites sont portées à 60 kg et 0,69 mg/L et 7 jours durant lesquels les limites sont portées à 146 kg et 1,7 mg/L. Durant l'année 2022, 3 dépassements du flux 24 h ont été observés.

¹⁹ Traitement biocide à la monochloramine

²⁰ Les limites du flux 24h et de la concentration ajoutée dans l'ouvrage de rejet sont portées respectivement à : 27 kg et 0,31 mg/l en cas de traitement à la monochloramine renforcé ; 117 kg et 3 mg/l en cas de chloration massive ; 22 kg et 0,25 mg/L en cas d'augmentation du débit d'appoint mis en œuvre sur un des réacteurs où un traitement biocide est réalisé.

Lorsque le traitement à la monochloramine est mis en œuvre quand le débit de la Loire est inférieur à 47 m³/s, la concentration moyenne journalière ajoutée en Loire est limitée à 0,007 mg/l.

Lorsqu'une chloration massive est réalisée quand le débit de la Loire est inférieur à 60 m³/s, la concentration moyenne journalière ajoutée en Loire est limitée à 0,023 mg/l.

* substances dont les limites de concentration maximale ajoutée dans l'ouvrage de rejet principal et/ou de flux 24h et/ou de flux 2h sont identiques dans les deux décisions ASN

L'article 5.3.1 de la décision ASN n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2022, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Dampierre-en-Burly est évaluée à 0,356 kg.

L'article [EDF-DAM-57] de la décision ASN n°2022-DC-0731 modifiant la décision n°2011-DC-0211 demande une détermination par bilan de matière des sulfates et du cuivre rejetés liés à l'injection de sulfate de cuivre destiné à la destruction de l'hydrazine dans les réservoirs T, S et Ex. Les quantités rejetées en cuivre et sulfates sont indiquées dans le tableau suivant.

Paramètre	Unité	TOTAL
Cuivre	kg	4,114
Sulfates		6,222

Commentaires : Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de la décision ASN n° 2011-DC-0210 applicable jusqu'au 12 septembre 2022 et de la décision ASN n°2022-DC-0732 modifiant la décision ASN n°2011-DC-0210 applicable depuis le 13 septembre 2022.

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

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

4. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

Le CNPE de Dampierre-en-Burly n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2022.

III. Rejets thermiques

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

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

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

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

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

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

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

1. En conditions climatiques normales

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du CNPE de Dampierre-en-Burly et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans la décision ASN n°2011-DC-0210 et par la décision ASN n°2022-DC-0732 modifiant la décision n°2011-DC-0210.

Le CNPE de Dampierre-en-Burly 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 (*échauffement moyen journalier*). Le bilan des valeurs mensuelles de ce paramètre pour l'année 2022 sont présentés dans le tableau suivant :

	Echauffement moyen journalier calculé (°C)		
	Max	Min	Moy
Janvier	0,21	0,03	0,10
Février	0,26	0,07	0,18
Mars	0,23	0,10	0,17
Avril	0,22	0,08	0,16
Mai	0,17	-0,02	0,08
Juin	0,22	0,03	0,13
Juillet	0,11	-0,26	0,004
Août	0,17	-0,13	0,013
Septembre	0,54	-0,01	0,24
Octobre	0,66	0,22	0,41
Novembre	0,63	0,24	0,39
Décembre	0,38	0,07	0,25

2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites fixées à l'article [EDF-DAM-137] de la décision ASN n° 2011-DC-0210 et à l'article [EDF-DAM-70] de la décision ASN n°2022-DC-0732 modifiant la décision n°2011-DC-0210.

Paramètres	Unité	Limite en vigueur	Valeurs maximales
Echauffement moyen journalier calculé	°C	1,0	0,66

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

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

Partie V - Prévention du risque microbiologique

Le CNPE de Dampierre-en-Burly 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 Dampierre-en-Burly applique un traitement biocide à l'eau des circuits de refroidissement depuis l'année 2000. Dans l'objectif de limiter l'impact sur l'environnement de ce traitement par injection de monochloramine, le CNPE de Dampierre-en-Burly développe depuis plusieurs années une méthodologie de traitement séquentiel au lieu d'une injection continue. Cette méthode permet de maîtriser le risque microbiologique tout en diminuant de façon notable les quantités de produits chimiques rejetés.

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

I. Bilan annuel des colonisations en circuit

Les valeurs maximales observées en 2022 en *Legionella pneumophila* mesurées en bassin et en *Naegleria fowleri* calculées en aval dans le fleuve sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

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

Paramètre		Valeur maximale observée en 2022	Seuil d'action
<i>Legionella pneumophila</i>	Tranche 1	1 600	10 000 UFC / L
<i>Legionella pneumophila</i>	Tranche 2	1 000	10 000 UFC/L 100 000 UFC/L
<i>Legionella pneumophila</i>	Tranche 3	9 500	10 000 UFC/L
<i>Legionella pneumophila</i>	Tranche 4	190 000	10 000 UFC/L 100 000 UFC/L
<i>Naegleria fowleri</i>		39	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.

La concentration en *Legionella pneumophila* n'a jamais atteint le seuil d'action de 10 000 UFC/L au niveau des tranches 1 et 3.

Les tranches 2 et 4 du CNPE de Dampierre-en-Burly ne disposent pas de traitement biocide. Les résultats en *Legionella pneumophila* diffèrent généralement de ceux des tranches 1 et 3 et plus particulièrement durant les périodes estivales. Cette différence est due au traitement biocide pratiqué sur les tranches 1 et 3 pour lutter contre les amibes ; celui-ci agit également sur la prolifération des légionelles.

Sur la tranche 2 qui ne dispose pas encore d'un traitement biocide et dont le condenseur composé de tubes en laiton a été modernisé lors de l'arrêt pour Visite Décennale par un condenseur composé de tubes en inox, les résultats d'analyses n'ont pas mis en évidence de prolifération notable, aucun dépassement des seuils réglementaires n'a été relevé.

Concernant la tranche 4 qui ne dispose pas encore d'un traitement biocide et dont le condenseur est composé de tubes en laiton, les résultats d'analyses les plus élevés sont de 190 000 UFC/L. Quatre dépassements du seuil réglementaire de 100 000 UFC/L en légionelles ont été relevés sans impact réel sanitaire ou environnemental.

Le CNPE de Dampierre-en-Burly a engagé la création de nouvelles installations de production de monochloramine qui permettront de réaliser un traitement biocide des circuits de refroidissement des tranches 2 et 4 conformément aux prescriptions des articles 4.1.2 et

4.1.3 de la décision ASN n° 2016-DC-0578 du 6 décembre 2016, applicables à compter du 13 avril 2022.

Toutefois, en raison d'aléas industriels, dont les mesures de confinement courant 2020 pour limiter la propagation de l'épidémie de Covid-19 qui ont affecté le déroulement des travaux de réalisation et du besoin de révision de décisions de l'ASN relatives aux rejets des réacteurs, ces installations n'ont pas pu être mises en service avant le 13 avril 2022.

EDF a donc sollicité une dérogation pour disposer d'un délai supplémentaire. A l'appui de sa demande, EDF a d'ores et déjà mis en œuvre des mesures compensatoires qui visent à identifier et, si besoin, à mettre en œuvre des dispositions organisationnelles et matérielles destinées à prévenir la prolifération des légionelles et des actions correctives spécifiques lors de dépassements des seuils de 10 000 UFC/L et de 100 000 UFC/L en légionelles.

Le 12 mai 2022, l'ASN a adopté quatre décisions relatives à la prévention des risques résultant de la dispersion des légionelles pour les centrales nucléaires de Belleville-sur-Loire, Civaux et Dampierre-en-Burly exploitées par EDF. Par ces décisions, l'ASN accorde la dérogation demandée par EDF et prescrit des mesures compensatoires.

Pour le CNPE de Dampierre-en-Burly cette dérogation a expiré au 31/12/2022, les nouvelles installations de traitement biocide des tranches 2 et 4 étant achevées et en capacité de produire de la monochloramine, des phases d'essais se poursuivront au cours de l'année 2023 avant de prononcer la mise en service industrielle de ces installations.

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, suivi d'un traitement séquentiel. Le traitement séquentiel consiste en une injection continue de 12 heures par jour. Le traitement est démarré et arrêté sur des critères basés sur les niveaux de colonisations en amibes *Naegleria fowleri* et les concentrations en légionelles *Legionella pneumophila* et en tenant compte des conditions climatiques (débit de Loire, températures atmosphériques diurnes / nocturnes).

Données d'ensemble de la campagne de traitement 2022 :

Paramètres	N°1	N°3
Date de démarrage et d'arrêt du traitement préventif	Du 12/05/22 au 13/10/22 ²¹	Du 29/05/22 au 10/10/22
Date d'arrêt de tranche (début et fin)	10/04/2021 au 05/02/2022	26/10/2022 au 09/11/2022
Nombre de jour de traitement continu	66	54
Nombre de jour de traitement séquentiel	45	59
Date de mise en œuvre du traitement renforcé	/	/
Nombre de jours de Chloration massive	0	0
CRT moyen sortie condenseur (mg/L)	0,27	0,25
Consommation réelle d'eau de Javel (m ³)	699	
Consommation réelle d'ammoniaque (m ³)	141,7	

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

²¹ Le traitement a été interrompu à certaines périodes suite à un arrêt de la tranche pour économie du combustible

Partie VI - Surveillance de l'environnement

I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

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

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

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

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

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

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

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

Ainsi, le CNPE réalise annuellement, sous le contrôle de l'ASN, plusieurs milliers d'analyses dont les résultats sont transmis à l'administration et publiés par EDF sur le site internet du CNPE (<https://www.edf.fr/centrale-nucleaire-dampierre>). Les résultats des mesures de radioactivité réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire de l'environnement sont également accessibles en ligne gratuitement sur le site internet du

Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM - <http://www.mesure-radioactivite.fr>).

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

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

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

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

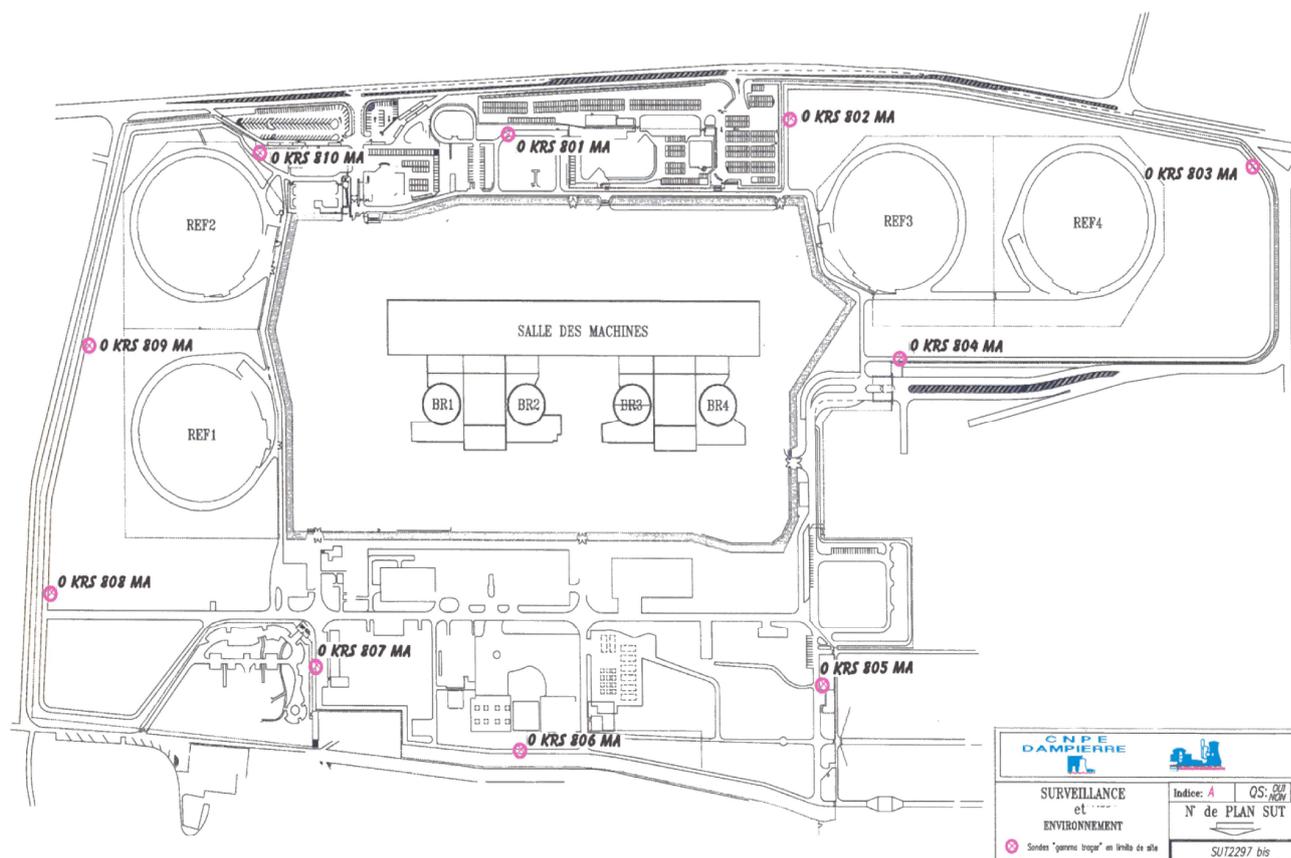
Les stations de prélèvements sont choisies en fonction de la rose des vents locale, des conditions hydrologiques, de la répartition de la population et de la disponibilité des échantillons dans l'environnement du CNPE. Les prélèvements collectés dans l'environnement terrestre sont répartis en distinguant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

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

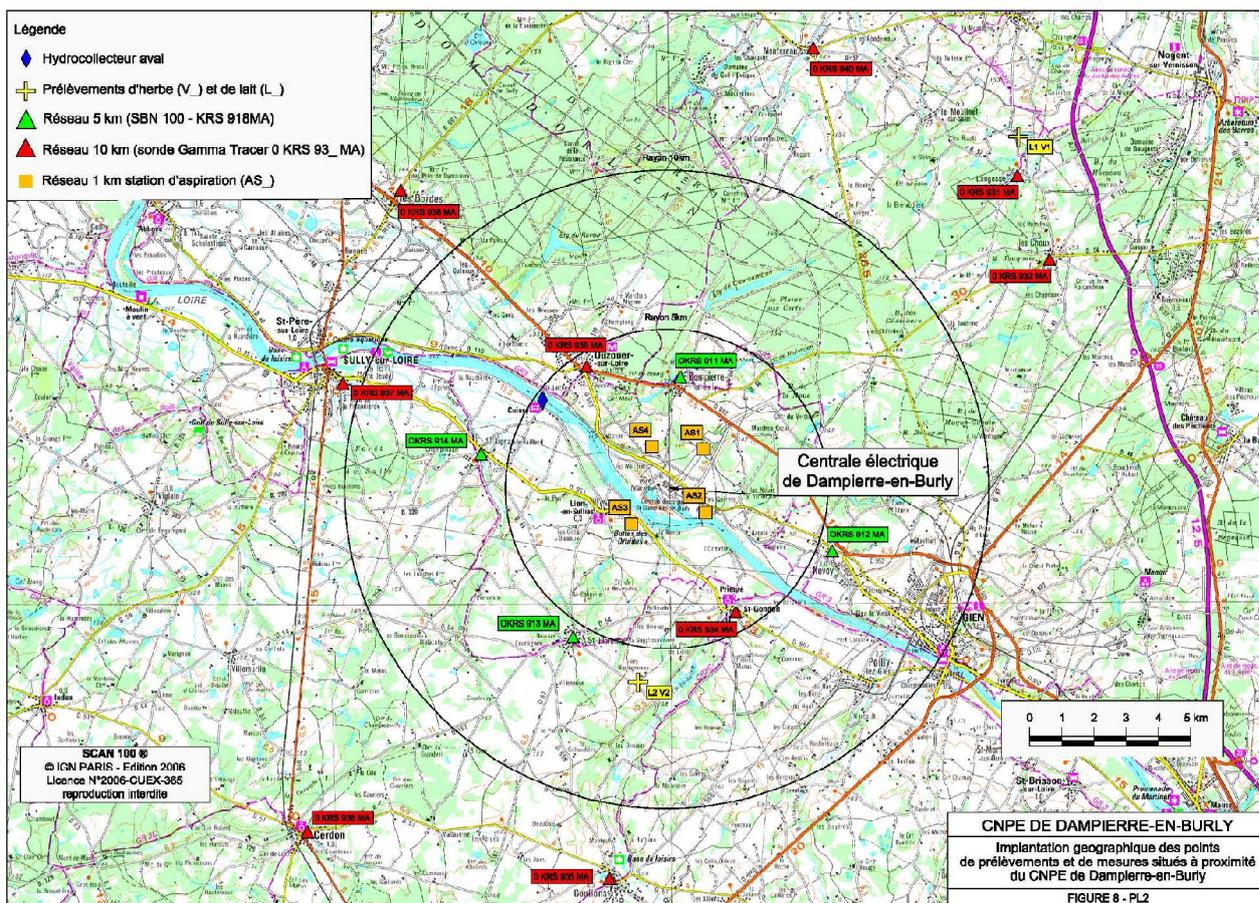
des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl. Du fait de l'éloignement de ces événements anciens et des efforts réalisés par EDF pour diminuer les rejets de ses installations nucléaires, le niveau de radioactivité dans l'environnement à proximité du CNPE a considérablement diminué depuis une vingtaine d'année.

1. Surveillance de la radioactivité ambiante

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



Réseau de balises radiométriques « clôture »



Réseau de balises radiométriques 1 km ; 5km ; 10km

Les informations (débits de dose et états de fonctionnement) issues des balises sont envoyées en continu vers un centralisateur qui permet la visualisation et l'enregistrement des données. Les débits de dose moyens enregistrés par les différents réseaux de mesure pour l'année 2022 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 2022 (nSv/h)	Débit de dose max année 2022 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2021 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2020 (nSv/h)
Clôture	128	874	125	127
1 km	116	191	112	110
5 km	135	230	136	137
10 km	125	205	124	127

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

Le débit de dose maximum observé sur le réseau clôture correspond à la présence d'un emballage combustible à proximité.

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 2022 sont donnés dans le tableau suivant.

Compartiment	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)	
Poussières atmosphériques	Bêta globale (Bq/Nm ³)	5,89E-04	2,01E-03	0,01 Bq/m ³	
	Spectrométrie gamma (Bq/Nm ³)	⁵⁸ Co	7,82E-06	5,20E-05	
		⁶⁰ Co	6,97E-06	6,50E-05	
		¹³⁴ Cs	6,87E-06	5,90E-05	
		¹³⁷ Cs	4,89E-06	4,60E-05	
		⁴⁰ K	1,38E-04	9,10E-04	
		¹³¹ I	1,32E-03	3,70E-03	
Tritium atmosphérique (Bq/Nm ³)		4,65	6,19	50 Bq/m ³	
Eau de pluie	Bêta globale (Bq/L)	0,214	0,380		
	Tritium (Bq/L)	6,19	6,19		

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

3. Surveillance du milieu terrestre

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

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	
Végétaux terrestres V1	Spectrométrie gamma (Bq/kg sec)	Mensuelle	¹³⁷ Cs	0,487	1,14
			⁴⁰ K	763	1004
Lait L1	Spectrométrie gamma (Bq/L)	Mensuelle	48	59	

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	
Végétaux terrestres V2	Spectrométrie gamma (Bq/kg sec)	Mensuelle	¹³⁷ Cs	0,433	1,4
			⁴⁰ K	824	1044
Lait L2	Spectrométrie gamma (Bq/L)	Mensuelle	48	59	

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

4. Surveillance du milieu aquatique

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

5. Surveillance des eaux souterraines

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

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
Tritium	Bq/L	590
Bêta global	Bq/L	1,35
Bêta global MES	Bq/L	0,456

Commentaires : La valeur maximale de 590 Bq/L a été mesurée au niveau du piézomètre 0SEZ032PZ. Depuis juillet 2022 le piézomètre 0SEZ032PZ fait l'objet d'une surveillance renforcée hebdomadaire suite à une augmentation de l'activité tritium supérieure à 100 Bq/L. Des investigations sont en cours pour déterminer l'origine de cette augmentation.

Les piézomètres 0SEZ002PZ et 0SEZ004PZ font l'objet d'une surveillance renforcée depuis septembre 2020 suite à l'augmentation de l'activité en tritium supérieure à 100 Bq/L au niveau du 0SEZ002PZ consécutive d'une baisse importante du niveau de la nappe.

Concernant le 0SEZ008PZ, une activité maximale en tritium de 40,7 Bq/L en tritium a été observée. Ce piézomètre fait également l'objet d'un marquage historique suite au déversement de la bêche PTR tranche 1, une surveillance complémentaire à fréquence mensuelle a été mise en place sur le CNPE de Dampierre-en-Burly suite à l'évènement significatif pour l'environnement déclaré en 2011.

La surveillance renforcée à fréquence mensuelle des piézomètres 0SEZ002PZ, 0SEZ004PZ et 0SEZ008PZ a été relaxée à une surveillance bimestrielle (réglementaire) telle que prévue par la décision ASN n°2011-DC-0211 ainsi que par la décision n°2022-DC-0731 modifiant la décision n°2011-DC-0211.

Piézomètre	Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
0SEZ002PZ	Tritium	Bq/L	45,3
0SEZ004PZ	Tritium	Bq/L	9,5
0SEZ008PZ	Tritium	Bq/L	40,7
0SEZ032PZ	Tritium	Bq/L	590

II. Physico-chimie des eaux souterraines

Une surveillance physico-chimique des eaux souterraines est effectuée sur les paramètres physicochimiques par le biais de prélèvements sur 31 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	8,1
Conductivité	µS/cm	1 158
Hydrocarbures totaux	mg/L	26 (0SEZ005PZ) 0,17 (hors 0SEZ005PZ)
DCO		18,7
Ammonium		0,055
Azote Kjeldhal - NTK		2,60
Métaux totaux dissous		5,47
Phosphates		0,4
Nitrites		0,01
Nitrates		59
Chlorures		70,5
Sulfates		66
Sodium		37,5

Une valeur maximale en hydrocarbures de 26 mg/L a été observée au niveau du 0SEZ005PZ. Une surveillance complémentaire est mise en place par le CNPE de Dampierre-en-Burly mensuellement suite à l'évènement significatif pour l'environnement déclaré en 2008.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
Hydrocarbures totaux 0SEZ005PZ	mg/L	26

III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface

1. Physico-chimie en continu

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

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

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	12,2	11,7	11,3	10,6	9,9	9,9	9,5	8,9	9,7	9,3	10,7	11,7
Conductivité (µS/cm)	241	259	265	264	271	264	285	286	315	297	309	271
pH	7,8	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,5	8,5	8,3	8,0	8,0	7,8
Température	5,1	7,4	10,1	13,7	20,8	23,9	24,5	24,3	19,7	16,8	10,8	6,1

Station rejet	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	9,9	8,9	9,2	9,3	8,5	7,7	8,0	8,1	8,4	8,1	9,1	9,8
Conductivité (µS/cm)	295	356	346	338	362	387	371	392	430	458	396	342
pH	8,1	8,2	8,3	8,5	8,5	8,6	8,4	8,5	8,5	8,5	8,4	8,3
Température	15,5	20,1	18,6	19,7	23,0	26,6	25,0	24,5	23,5	25,4	19,9	16,8

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,1	10,7	10,7	10,2	9,3	7,9	7,5	6,3	7,2	7,6	9,3	10,0
Conductivité (µS/cm)	237	259	264	274	295	291	295	311	333	328	324	278
pH	7,8	8,0	8,1	8,2	9,3	8,3	7,9	7,8	7,9	7,7	7,9	7,5
Température	5,5	7,9	10,6	14,2	21,2	24,2	24,6	23,7	19,5	17,3	11,4	6,6

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

2. Physico-chimie des eaux de surface

Le CNPE fait réaliser par le laboratoire IANESCO, en amont et en aval, des mesures mensuelles et bimestrielles de certains paramètres physico-chimiques soutenant la vie biologique. Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Température (°C)	8	7	8	10	17	24	25	25	26	17	16	8
pH	7,9	8,1	8,3	8,6	8,6	9,1	8,4	9,1	8,8	8,5	8,2	8,2
O ₂ (mgO ₂ /L)	11,2	12	12,5	12,4	12,1	13,1	10	12,5	11,9	12,2	11	12,6
Conductivité (µS/cm)	196	-	255	-	268	-	266	-	336	-	336	-
DCO (mgO ₂ /L)	19	-	<10	-	10	-	22	-	10	-	<10	-
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	0,7	-	1	-	2	-	0,7	-	<0,5	-	<0,5	-
MES (mg/L)	25	-	5	-	2	-	19	-	3	-	<2	-
Turbidité (FNU)	33	8,8	5,8	2,7	1,9	2,5	8,7	2,6	1,2	0,85	1,1	6,9
Silice (mg/L)	12	13	12	6,9	9,4	9	15	6,3	6,5	6,7	8	12
COD (mg/L)	5,6	-	2,8	-	2,9	-	5,2	-	2,7	-	2,9	-
Phosphates (mg/L)	0,13	0,09	0,06	<0,02	0,02	0,05	0,11	<0,02	0,06	0,06	0,09	0,12
Phosphore total (mg/L)	0,13	0,08	0,04	0,02	0,05	0,02	0,11	0,02	0,03	0,04	0,04	0,07
Nitrites (mg/L)	0,02	-	<0,01	-	0,02	-	0,02	-	0,06	-	0,04	-
Nitrates (mg/L)	10	-	12	-	8,3	-	11	-	3,5	-	7,1	-
Ammonium (mg/L)	0,02	-	<0,01	-	0,01	-	0,03	-	0,05	-	0,05	-
Azote Kjeldahl (mg/L)	0,8	-	<0,5	-	<0,54	-	0,8	-	0,6	-	<0,5	-
Calcium (mg/L)	23	33	31	34	34	37	32	30	34	34	40	34
Magnésium (mg/L)	3,1	4,5	4,3	4,7	4,8	5,6	5	6	6,7	5,4	5,8	4,5
Potassium (mg/L)	3,1	3	2,7	3,1	3,3	3,3	3,8	4	4,5	4,1	4,3	3,3
TAC (°f)	5,9	8,8	8,4	9,8	9,6	10,4	8,8	10	11	10,1	11,3	9,4
TH (°f)	7,2	-	9,6	-	11	-	10	-	11	-	13	-
Sulfates (mg/L)	11	15	14	16	15	18	18	19	19	19	20	17
Chlorures (mg/L)	10	15	15	17	16	21	16	26	26	21	22	16
Sodium (mg/L)	7,3	10	11	12	12	15	12	18	20	15	17	12
Bicarbonates (mg/L)	72	-	102	-	115	-	105	-	122	-	138	-

Station aval proche	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Température (°C)	9	7	9	11	17	24	25	25	26	17	17	8
pH	7,9	8,1	8	8,6	8,5	9	8,5	9,2	8,8	8,4	8,4	8,2
O ₂ (mgO ₂ /L)	11,1	12	12,4	11,6	10,6	12,2	9,8	10,3	10,1	10,1	11,2	12,4
Conductivité (µS/cm)	202	-	260	-	262	-	268	-	344	-	343	-
DCO (mgO ₂ /L)	21	-	<10	-	14	-	27	-	10	-	<10	-
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	0,9	-	<0,5	-	2	-	1	-	<0,5	-	<0,5	-
MES (mg/L)	26	-	4	-	2	-	24	-	4	-	<2	-
Turbidité (FNU)	33	10	4,8	2,5	3,2	3,6	17	3,6	2,7	1,5	1,3	23
Silice (mg/L)	12	13	12	7,1	9,7	9,3	15	6,6	6,6	7,1	8	12
COD (mg/L)	5,4	-	2,8	-	2,8	-	5,3	-	2,7	-	3	-
Phosphates (mg/L)	0,14	0,09	0,05	<0,02	0,02	0,02	0,11	<0,02	0,03	0,06	0,08	0,12
Phosphore total (mg/L)	0,14	0,08	0,04	0,02	0,05	0,03	0,12	0,02	0,03	0,04	0,04	0,1
Nitrites (mg/L)	0,02	-	<0,01	-	0,02	-	0,02	-	0,04	-	0,02	-
Nitrates (mg/L)	11	-	11	-	8,2	-	9	-	4	-	7	-
Ammonium (mg/L)	0,02	-	<0,01	-	<0,01	-	0,04	-	0,04	-	0,01	-
Azote Kjeldahl (mg/L)	0,7	-	<0,5	-	<0,5	-	0,8	-	0,6	-	<0,5	-
Calcium (mg/L)	23	33	30	34	34	40	32	31	35	36	39	34
Magnésium (mg/L)	3,1	4,6	4,2	4,8	5,1	6,4	5	6	7,1	6	6,0	4,6
Potassium (mg/L)	3,1	3	2,5	3,1	3,4	3,7	3,8	6	4,8	4,2	4,5	3,4
TAC (°f)	6,2	9	8,6	9,8	9,6	11	8,8	10,4	11,4	10,8	11,4	9,6
TH (°f)	7,4	-	9,6	-	11	-	10	-	12	-	13	-
Sulfates (mg/L)	11	15	14	17	15	19	18	20	21	21	20	18
Chlorures (mg/L)	11	15	15	17	16	22	16	28	27	23	24	17
Sodium (mg/L)	7,0	10	10	12	12	16	12	18	21	17	17	12
Bicarbonates (mg/L)	76	-	105	-	115	-	105	-	127	-	134	-

Station aval éloigné	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Température (°C)	9	7	8	11	17	24	25	25	25	17	17	8
pH	8,1	8,1	8,3	8,6	8,5	9	8,4	9,4	8,8	8,5	8,4	8,1
O ₂ (mgO ₂ /L)	11,1	11,6	13,5	12,3	10,6	14,1	9,8	12,4	10,3	11,1	11,8	12,2
Conductivité (µS/cm)	195	-	258	-	261	-	268	-	335	-	340	-
DCO (mgO ₂ /L)	23	-	<10	-	32	-	22	-	10	-	10	-
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	0,6	-	0,7	-	25	-	0,7	-	<0,5	-	<0,5	-
MES (mg/L)		-		-		-		-		-		-
Turbidité (FNU)	32	9	4,3	2,4	3	2,7	9,6	2,7	1,9	1,1	1,4	3,5
Silice (mg/L)	12	13	12	7	9,5	10	15	6,3	6,5	7,1	8	12
COD (mg/L)	5,5	-	3	-	4	-	5,1	-	2,8	-	3,1	-
Phosphates (mg/L)	0,11	0,09	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	0,12	<0,02	<0,02	0,06	0,08	0,12
Phosphore total (mg/L)	0,14	0,07	0,05	0,02	0,04	0,02	0,1	0,02	0,02	0,04	0,04	0,06
Nitrites (mg/L)	0,02	-	0,01	-	0,03	-	0,03	-	0,05	-	0,02	-
Nitrates (mg/L)	11	-	11	-	8,6	-	10	-	3,7	-	7,2	-
Ammonium (mg/L)	0,01	-	<0,01	-	0,02	-	0,03	-	0,07	-	0,02	-
Azote Kjeldahl (mg/L)	0,8	-	<0,5	-	<0,5	-	0,7	-	0,6	-	<0,5	-
Calcium (mg/L)	24	34	31	34	34	37	32	30	34	36	40	34
Magnésium (mg/L)	3,2	4,6	4,2	4,8	5	5,8	4,9	6	6,9	6	5,9	4,5
Potassium (mg/L)	3,3	3	2,6	3,1	3,3	3,4	3,7	4,2	4,8	4,4	4,4	3,4
TAC (°f)	6,1	9,5	8,5	9,9	9,6	10,9	8,9	10,1	11,5	10,8	11,3	9,7
TH (°f)		-		-		-		-		-		-
Sulfates (mg/L)	11	15	14	16	15	19	17	19	20	20	20	18
Chlorures (mg/L)	11	15	15	17	16	22	16	27	26	23	23	17
Sodium (mg/L)	7,4	10	10	12	12	15	11	18	20	17	17	12
Bicarbonates (mg/L)	74	-	101	-	115	-	109	-	131	-	133	-

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 mensuellement ou trimestriellement dans la Loire en amont et en aval du CNPE. Les tableaux suivants présentent les valeurs mesurées aux deux stations amont et aval sur l'année 2022.

Paramètres Station amont		Janvier	Mai	Septembre	Novembre
Bore (mg/L)		<0,05	0,06	0,06	0,06
Métaux totaux (mg/L)	Fraction brute	4,246	0,149	0,122	0,038
	Fraction dissoute	0,133	0,045	0,037	0,042
Aluminium (µg/L)		2500	62	57	19
Chrome (µg/L)		3,7	0,4	0,4	0,2
Cuivre (µg/L)		3,8	3,7	4,8	3,3
Fer (µg/L)		1800	110	67	39
Manganèse (µg/L)		53	13	27	17
Nickel (µg/L)		3,1	0,9	1,1	0,9
Plomb (µg/L)		2,7	<0,2	<0,2	<0,2
Zinc (µg/L)		13	4	2	1
Acides chloroacétiques (µg/L)		< 4,5	<4,5	<4,5	<5
Chlore résiduel total (mg/L)		<0,04	<0,04	<0,04	<0,04

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Hydrazine (mg/L)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Morpholine (µg/L)	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Hydrocarbures (µg/L)	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Détergent (mg/L)	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Chloroforme (µg/L)	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15

Paramètres Station aval proche		Janvier	Mai	Septembre	Novembre
Bore (mg/L)		<0,05	0,05	<0,05	0,05
Métaux totaux (mg/L)	Fraction brute	5,495	0,543	0,129	0,046
	Fraction dissoute	0,095	0,037	0,091	0,037
Aluminium (µg/L)		3400	250	88	18
Chrome (µg/L)		4,1	0,7	0,4	0,3
Cuivre (µg/L)		4,2	5,1	9,8	8,7
Fer (µg/L)		2100	300	95	39
Manganèse (µg/L)		61	18	22	13
Nickel (µg/L)		3,3	1,1	1,3	0,9
Plomb (µg/L)		3,2	0,5	<0,2	<0,2
Zinc (µg/L)		14	5	4	3
Acides chloroacétiques (µg/L)		<4,5	<4,5	<4,5	<5
Chlore résiduel total (mg/L)		<0,04	<0,04	<0,04	<0,04

Station aval proche	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Hydrazine (mg/L)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Morpholine (µg/L)	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Hydrocarbures (µg/L)	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Détergent (mg/L)	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Chloroforme (µg/L)	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15

Paramètres Station aval éloigné		Janvier	Mai	Septembre	Novembre
Bore (mg/L)		<0,05	0,05	0,05	0,06
Métaux totaux (mg/L)	Fraction brute	5,379	0,214	0,152	0,052
	Fraction dissoute	0,110	0,070	0,050	0,042
Aluminium (µg/L)		3200	85	68	19
Chrome (µg/L)		4,2	0,4	0,5	0,3
Cuivre (µg/L)		4,8	3,7	7,5	8,7
Fer (µg/L)		2200	170	89	48
Manganèse (µg/L)		60	21	31	15
Nickel (µg/L)		3,3	1	2,8	1
Plomb (µg/L)		3	0,2	<0,2	<0,2
Zinc (µg/L)		14	3	3	2
Acides chloroacétiques (µg/L)		<4,5	<4,5	<4,5	<5
Chlore résiduel total (mg/L)		<0,04	<0,04	<0,04	<0,04

Station aval éloigné	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Hydrazine (mg/L)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Morpholine (µg/L)	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Hydrocarbures (µg/L)	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Détergent (mg/L)	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Chloroforme (µg/L)	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15

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

IV. Physico-chimie et Hydrobiologie

Chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance physico-chimique et hydrobiologique à IANESCO et du suivi ichtyologique au bureau d'études FISH-PASS.

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

La synthèse du rapport de surveillance, réalisée par IANESCO et FISH-PASS, est présentée ci-dessous.

Cette étude s'inscrit dans le cadre du suivi hydro-écologique réglementaire du CNPE de DAMPIERRE-EN-BURLY, prescrit par l'Autorité de Sûreté Nucléaire, en vue de mettre en évidence toute influence particulière de ce CNPE sur la Loire.

Ce suivi hydro-écologique 2022 intègre un programme d'échantillonnage mensuel à bimestriel selon les paramètres pour la caractérisation physico-chimique des eaux de la Loire et saisonnier de mai à septembre pour l'expertise du phytoplancton et du zooplancton (8 campagnes), la réalisation de 4 campagnes pour le peuplement des diatomées benthiques (juin, juillet, août et septembre) et des macro-invertébrés benthiques (avril, juin, août et septembre) et d'une campagne pour la communauté de macrophytes aquatiques effectuée en conditions estivales (septembre).

Ce suivi hydro-écologique s'inscrit dans un contexte hydrologique très déficitaire dès la fin de l'hiver 2021-2022, les débits moyens journaliers s'avérant inférieurs aux références interannuelles. Des conditions de basses eaux s'installent dès le mois de mai et se prolongent jusqu'au mois d'octobre.

► 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 DAMPIERRE EN BURLY.

Très peu de différences de la qualité physico-chimique de l'eau de la LOIRE sont constatées en 2022 en amont et en aval de la centrale. Globalement, les caractéristiques physico-chimiques sont équivalentes aux trois stations (1 amont et 2 stations aval) pour la période considérée de janvier à décembre 2022. Si le cuivre présente des valeurs légèrement supérieures aux stations aval proche, et aval éloigné les mesures restent du même ordre de grandeur au niveau de la station amont.

Les moyennes obtenues en 2022 sont du même ordre de grandeur que celles obtenues en 2021 et en 2020, pour les paramètres analysés dans le cadre du suivi hydroécologique de la Loire.

L'analyse spatio-temporelle à partir des indicateurs physico-chimiques déterminés à l'amont et à l'aval (au niveau de 2 stations aval) du CNPE de DAMPIERRE-EN-BURLY ne met pas en évidence de différences particulières.

► Les teneurs moyennes en chlorophylle a et en phéopigments 2022 sont du même ordre de grandeur que celles obtenues depuis 2016.

L'analyse spatio-temporelle des suivis chlorophylliens déterminés à l'amont et à l'aval (au niveau de 2 stations aval) du CNPE de DAMPIERRE-EN-BURLY ne met pas en évidence de différences particulières.

► Le suivi du **phytoplancton** de part et d'autre du CNPE de Dampierre-en-Burly révèle des peuplements caractéristiques de grands cours d'eau. L'analyse du phytoplancton montre des peuplements diversifiés et des densités algales élevées, notamment en début du suivi. Les diatomées (*Bacillariophyta*) et les algues vertes (*Chlorophyta*) dominent largement les différents peuplements.

Les comparaisons interstationnelles ne montrent que peu d'écarts, **ce qui permet donc de conclure à l'absence d'influence du CNPE de Dampierre-en-Burly sur les peuplements phytoplanctoniques de la Loire.**

► Les peuplements de **zooplancton** présentent une diversité taxonomique sensiblement identiques aux trois stations du suivi. L'ensemble des prélèvements, quelle que soit la campagne et la station, sont dominés par les *Rotifera*. De plus, la grande majorité des taxons répertoriés est commune à ces trois stations du suivi.

Par ailleurs, les conditions environnementales (année sèche, débits relativement stables au cours du printemps et de l'été) ont favorisé le développement de ce groupe biologique au cours de l'été. Les densités faunistiques apparaissent plus élevées lors des prélèvements des mois de juillet et d'août.

Les légères différences interstationnelles constatées sont principalement imputables aux caractéristiques mésologiques des stations du suivi. Ainsi, **les résultats de cette expertise ne mettent pas en évidence d'influence du fonctionnement de ce CNPE sur le zooplancton ligérien.**

► Ce suivi hydro-écologique intègre également le suivi des **diatomées benthiques** associées aux substrats durs du lit de la Loire, au niveau des 3 stations. Les peuplements de diatomées benthiques observés sont typiques du secteur de la Loire moyenne.

La bio-indication associée à cet indicateur biologique révèle un état biologique moyen à bon sur l'ensemble du secteur, avec un meilleur état biologique régulièrement associé à la station aval éloigné. **Ainsi, les résultats obtenus aux 3 stations sont globalement comparables et ne mettent donc pas en évidence d'impact du CNPE de Dampierre-en-Burly sur les peuplements de diatomées benthiques.**

► Les **macrophytes** sont expertisés selon la norme NF T90-395, associée à l'Indice Biologique Macrophytes en Rivière (IBMR) ; l'échantillonnage a eu lieu en condition d'étiage estival (6 et 7 septembre 2022) à l'amont et à l'aval éloigné du CNPE de Dampierre-en-Burly.

Les peuplements sont typiques de la Loire moyenne mais présentent quelques différences notables entre l'amont et l'aval éloigné du CNPE. Ce constat provient de caractéristiques hydromorphologiques différentes entre les 2 sites de suivi (profondeur, substrat, vitesse du courant, ...), ce qui influence de manière différente la colonisation végétale.

Les indicateurs IBMR et EQR sont très proches entre les deux stations du suivi, et permettent de conclure à **l'absence d'influence du fonctionnement du CNPE sur la flore aquatique**.

► Le suivi des peuplements **de macro-invertébrés** réalisé aux stations amont et aval éloigné sont conformes aux attentes pour ce secteur de la Loire. Les peuplements de ces 2 stations sont diversifiés, et dotés d'un niveau de polluosensibilité très élevé, repéré par les *Chloroperlidae* ou par les *Brachycentridae*.

Les caractéristiques des peuplements de ces 2 stations sont très proches et traduisent généralement une très bonne qualité biologique au cours de ce suivi annuel. Aucune des métriques prises en compte pour caractériser ces peuplements ne révèle de différences entre l'amont et l'aval éloigné du CNPE.

Comme la méthodologie mise en oeuvre à la station aval immédiat (IBGN) diffère fortement de celle des 2 autres stations (MGCE), il n'est pas possible de confronter les résultats obtenus à cette station avec ceux des 2 autres stations. La qualité biologique de cette station apparaît bonne au cours de ce suivi, avec un niveau de polluosensibilité souvent identique à celui des 2 autres stations (*Brachycentridae*). **Ainsi, le suivi de la communauté invertébrée ne révèle aucune influence du fonctionnement de ce CNPE.**

Sur la base de ces différentes expertises, et comme pour le suivi annuel précédent, ce suivi hydro-écologique 2022 ne permet la mise en évidence d'aucun dysfonctionnement de l'hydroécosystème et d'aucune modification de la qualité physico-chimique et chimique de l'eau de la LOIRE imputables au fonctionnement du CNPE DAMPIERRE EN BURLY.

Chaque année, le CNPE de Dampierre-en-Burly confie la réalisation du suivi ichtyologique au bureau d'études FISH-PASS. La synthèse du suivi annuel du peuplement piscicole réalisée par FISH-PASS est présentée ci-dessous.

Depuis 1997, un suivi annuel du peuplement piscicole est réalisé en amont et en aval du Centre Nucléaire de Production d'Électricité [CNPE] de Dampierre-en-Burly. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'influence potentiel du fonctionnement du CNPE sur les peuplements piscicoles en place. Le suivi piscicole est réalisé par pêche électrique suivant une prospection partielle avec des Échantillonnages Ponctuels d'Abondance [EPA]. Depuis 2016, le mode de prospection est mixte (à pied et en bateau) alors qu'auparavant la prospection était entièrement réalisée en bateau¹. La prospection mixte a été mise en place notamment pour les cours d'eau associant des zones très peu profondes (type radier) et des zones profondes. Pour le suivi du CNPE de Dampierre-en-Burly, 3 stations de pêche sont suivies : une à l'amont, une à l'aval proche et une à l'aval éloigné. Également, à partir de 2016, 100 points de pêche ont été réalisés sur les deux stations amont et aval éloigné en cohérence avec les préconisations de la norme XP-T90-383. La station aval proche, qui compte 30 points, a malgré tout été conservée après 2016. L'ensemble des données de biométrie sont ensuite bancarisées afin d'analyser le peuplement de chaque station en termes de diversité,

abondance, biomasse, répartition en classes de taille et de « qualité biologique » selon le calcul d'un indice normé (NF T90-344), l'Indice Poissons Rivière [IPR].

Pour la campagne 2022, les suivis se sont déroulés entre le 19 et le 21 septembre. En termes d'échantillonnage, les stations amont et aval éloigné présentent une répartition des EPA assez semblable avec respectivement 92 % et 84 % des points réalisés en chenal. Toutefois, en termes d'habitats proprement dit, les résultats sont plus contrastés. La station aval éloigné présente une part plus importante d'habitats biogènes comparativement à la station amont, dont l'habitat majoritaire est « pleine eau ». La station aval proche est également bien différente des deux précédentes avec 83 % des points réalisés en berge. Les trois stations présentent des richesses spécifiques assez hétérogènes avec seulement 12 espèces en amont, 17 espèces à l'aval éloigné et 22 espèces pour l'aval proche. Les CPUE pour la station aval proche sont élevées (8,8 ind/pt), contrairement aux stations aval éloigné (3,5 ind/pt) et amont (2,2 ind/point). Cela met en évidence comme pour les campagnes 2017 à 2021 un habitat et un peuplement plus diversifié sur la station aval proche.

Les indices de diversité et d'équitabilité sur la station aval proche ($H' = 3,89$ et $J' = 0,87$) et aval éloigné ($H' = 3,57$ et $J' = 0,89$) sont assez élevés, signe d'une bonne diversité et d'une bonne répartition des effectifs entre les espèces. Le peuplement semble néanmoins légèrement moins bien équilibré sur la station amont avec des indices plus faibles ($H' = 2,31$ et $J' = 0,65$), du fait notamment de la prépondérance de trois espèces sur cette station : l'ablette, le barbeau et le goujon. La représentativité des différentes guildes trophiques est proche sur les 3 stations. Le peuplement est ainsi dominé par la guildes « omnivore » (ablette, barbeau fluviatile, brème, gardon, vandoise) en effectifs. En biomasse, c'est la guildes « piscivore » qui domine pour les trois stations. Cette guildes est principalement représentée par le silure sur la station amont et par le sandre et le silure sur les 2 stations aval. Concernant les guildes de reproduction, la principale différence est visible au niveau de la guildes phytolithophile mieux représentée en amont puis au niveau de la guildes phytophile bien représentée en aval et quasiment absente de l'amont.

En 2022, le nombre d'individus présentant des pathologies sur les stations est faible avec respectivement 7 individus sur la station amont, 10 individus sur la station aval proche et 7 individus sur la station aval éloigné. Ainsi, plus de 95 % des individus sont qualifiés de sains sur les trois stations. Les principales pathologies identifiées sont des absences d'organes (AO), notamment de parties de nageoire caudale, des ulcères hémorragiques (UH) et des érosions cutanées (ER).

D'après la note de l'Indice Poisson Rivière, les stations situées en amont et en aval du CNPE présentent une qualité « bonne » de leurs peuplements piscicoles. Pour ces stations, les métriques les plus dégradées sont les métriques d'occurrence à cause de l'absence de plusieurs espèces notamment rhéophiles (comme la vandoise ou le spirilin, absent des stations).

Pour l'année 2022, l'analyse comparative de la richesse spécifique, des CPUE, des indices de diversité et d'équitabilité, des guildes et de l'IPR ne mettent pas en évidence de différence notable entre les stations amont et aval éloigné. Les principales différences sont à relier notamment à l'habitat qui est particulièrement influencé par le seuil sur la station amont.

Concernant les conditions hydroclimatiques relativement sévères observées lors de l'été 2022, hormis l'influence potentielle sur le succès reproducteur de quelques espèces, il

apparaîtrait précoce d'apporter des conclusions. À première vue et comparativement aux années précédentes, la canicule de l'été 2022 ne semble pas avoir influencé significativement les peuplements piscicoles ni les conditions d'échantillonnage. Néanmoins, une attention particulière devra être portée sur les données relatives à la structuration en classes de tailles lors des suivis piscicoles à venir. En effet, ces analyses peuvent témoigner d'un événement marquant, telles que des conditions hydroclimatiques limitantes.

D'un point de vue interannuel, au total, 31 et 32 espèces différentes ont été identifiées respectivement sur l'amont et sur les stations aval. L'évolution des richesses spécifiques indique également que le secteur aval présente la majeure partie du temps une plus grande diversité d'espèces. Depuis le début du suivi, les indices de diversité et d'équitabilité sont relativement proches chaque année entre l'amont et l'aval. L'indice IPR apparaît globalement bon sur les deux stations amont et aval depuis 2010, ne mettant pas en exergue de nette différence de qualité du milieu entre l'amont et l'aval. L'analyse interannuelle met en évidence l'influence du changement de protocole principalement sur la diversité depuis 2016 en diminuant la richesse spécifique mais aussi en creusant un écart concernant le nombre d'espèces contactées entre les stations amont et aval.

Au regard des résultats obtenus en 2022, et tenant compte de l'historique des données de la surveillance ichtyologique, le fonctionnement du CNPE de Dampierre-en-Burly ne semble pas avoir d'effet sur le peuplement piscicole.

Le rapport complet est disponible sur demande auprès du CNPE de Dampierre-en-Burly.

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 Dampierre-en-Burly réalise des informations en s'adressant directement aux mairies dans un rayon de 2 km (Dampierre-en-Burly, Ouzouer-sur-Loire, Nevoy et Lion-en-Sullias) et au président de la Commission Locale d'Information (CLI) de Dampierre-en-Burly lors de la réalisation d'opérations pouvant générer du bruit, comme lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation.

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

Une surveillance des niveaux de radioactivité est effectuée dans l'environnement du CNPE de Dampierre dans le cadre du programme de surveillance réglementaire et du suivi radioécologique du CNPE (cf. Partie VI Surveillance de l'environnement, I- Surveillance de la radioactivité dans l'environnement). Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent que la radioactivité mesurée dans l'environnement du CNPE est principalement d'origine naturelle.

Les niveaux de radioactivité artificielle mesurés dans l'environnement du CNPE sont faibles et trouvent pour partie leur origine dans d'autres sources (retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl, ...). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique annuel réalisé par le laboratoire SUBATECH, présenté en annexe 2.

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

https://www.irsn.fr/sites/default/files/documents/expertise/rapports_expertise/IRSN-ENV_Bilan-Radiologique-France-2018-2020.pdf

À partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace²² est calculée en tenant compte des mécanismes de transfert de l'environnement jusqu'à l'homme. Cette dose permet de « mesurer » le niveau d'exposition attribuable aux rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques d'une installation et de le positionner par rapport à la limite réglementaire pour l'exposition de la population aux rayonnements ionisants conformément à l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique.

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

²² La dose efficace est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique WR (WR = 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 WT (WT = 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 ».

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

- les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du CNPE ;
- ils vivent toute l'année à proximité de leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...)
- l'eau captée à l'aval des installations est considérée comme provenant de captages d'eaux superficielles, même s'il s'agit de captages en nappes d'eaux souterraines, ce qui revient à considérer que le milieu aquatique à l'aval du CNPE est toujours influencé par les rejets d'effluents liquides de l'installation ;
- on considère que l'eau de boisson n'a subi aucun traitement de potabilisation (autre que la filtration), et donc qu'aucune rétention de radionucléides n'a été effectuée lors de procédés de traitement ;
- la pêche de poissons dans les fleuves à l'aval des CNPE est supposée systématique, sans exclure les zones de pêche interdite.

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

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

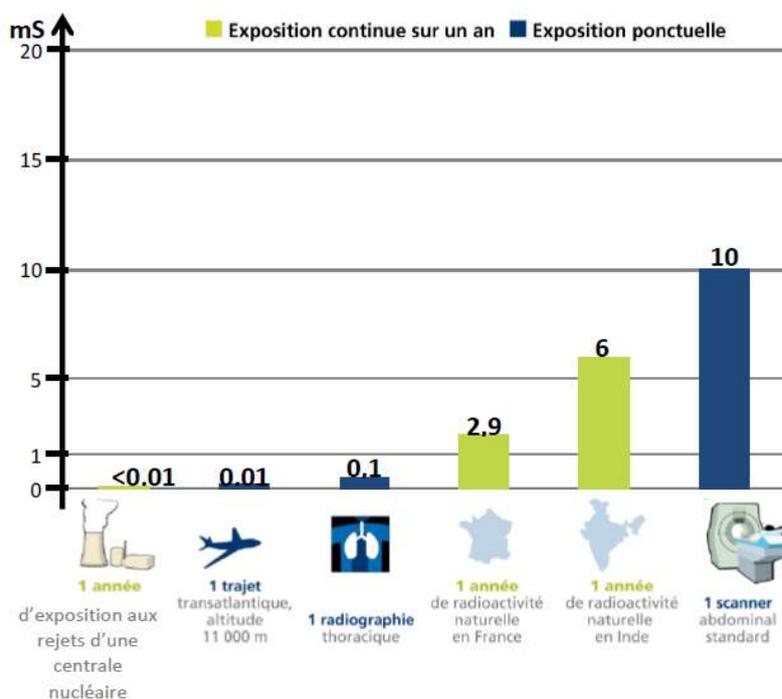


Figure 1 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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

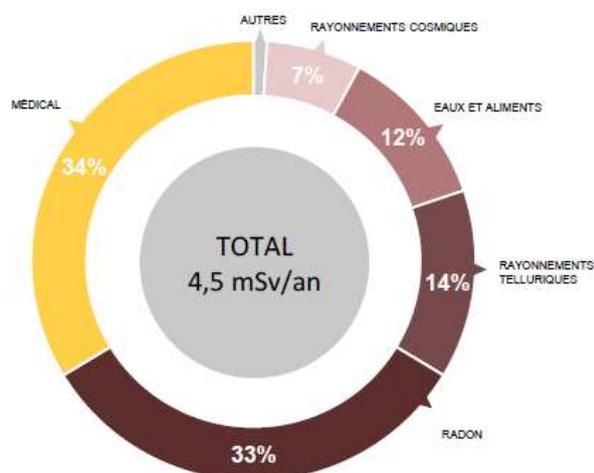


Figure 2 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

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

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

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,4E-06	2,2E-05	2,4E-05
Rejets d'effluents liquides	s.o.	3,0E-04	3,0E-04
Total	1,4E-06	3,2E-04	3,2E-04

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	1,3E-06	3,4E-05	3,6E-05
Rejets liquides	s.o.	3,5E-04	3,5E-04
Total	1,3E-06	3,9E-04	3,9E-04

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

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

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

Partie VIII - Gestion des déchets

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

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

La démarche industrielle repose sur 4 principes :

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

Pour les installations nucléaires de base du CNPE de Dampierre-en-Burly, 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 actifs	Moyenne		MA-VL (moyenne activité à vie longue)	Entreposage sur site (en piscine de refroidissement pour les grappes et autres déchets actifs 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

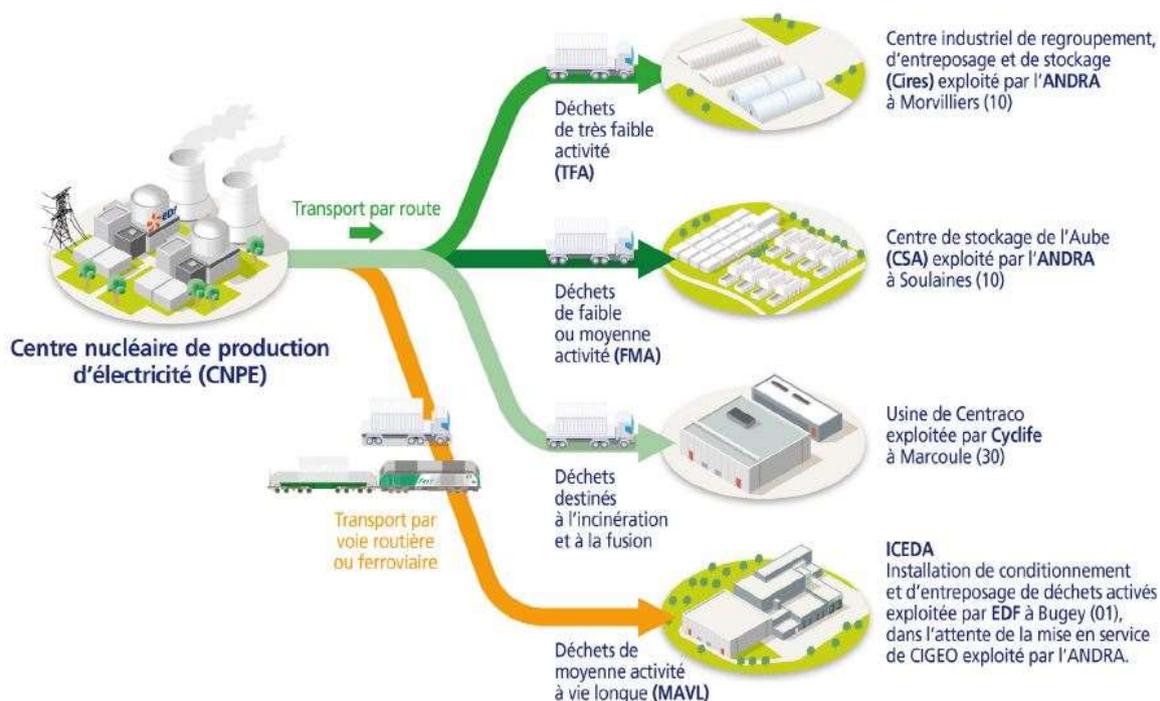


Figure 2 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

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

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

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2022	Commentaires
TFA	229,834 tonnes	En conteneur sur l'aire d'entreposage extérieure de déchets radioactifs
FMAVC (Liquides)	74,601 tonnes	Effluents du lessivage chimique, soude, huiles, solvants...
FMAVC (Solides)	319,771 tonnes	Localisation : Bâtiment des Auxiliaires Nucléaire, Bâtiment Auxiliaire de Conditionnement et aire d'entreposage extérieure de déchets radioactifs
MAVL	654 objets	Concerne les grappes et les étuis dans les piscines de désactivation

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

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2022	Type d'emballage
TFA	147 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC	35 colis	Coques béton
	834 colis	Fûts métalliques, PEHD
	14	Autres dont caissons, pièces massives,...

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

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	637
CSA à Soulaines	132
Centraco à Marcoule	1 973

En 2022, 2 742 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 (en tonnes) produites en 2022 par le CNPE de Dampierre-en-Burly.

Quantités 2022 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Sites en exploitation	632,782	539,9774	1591,416	1465,736	8878	8878	11102,12	10883,71

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 2022 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 2022, les 4 unités de production du CNPE de Dampierre-en-Burly ont produit 11 102 tonnes de déchets conventionnels : 98 % 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

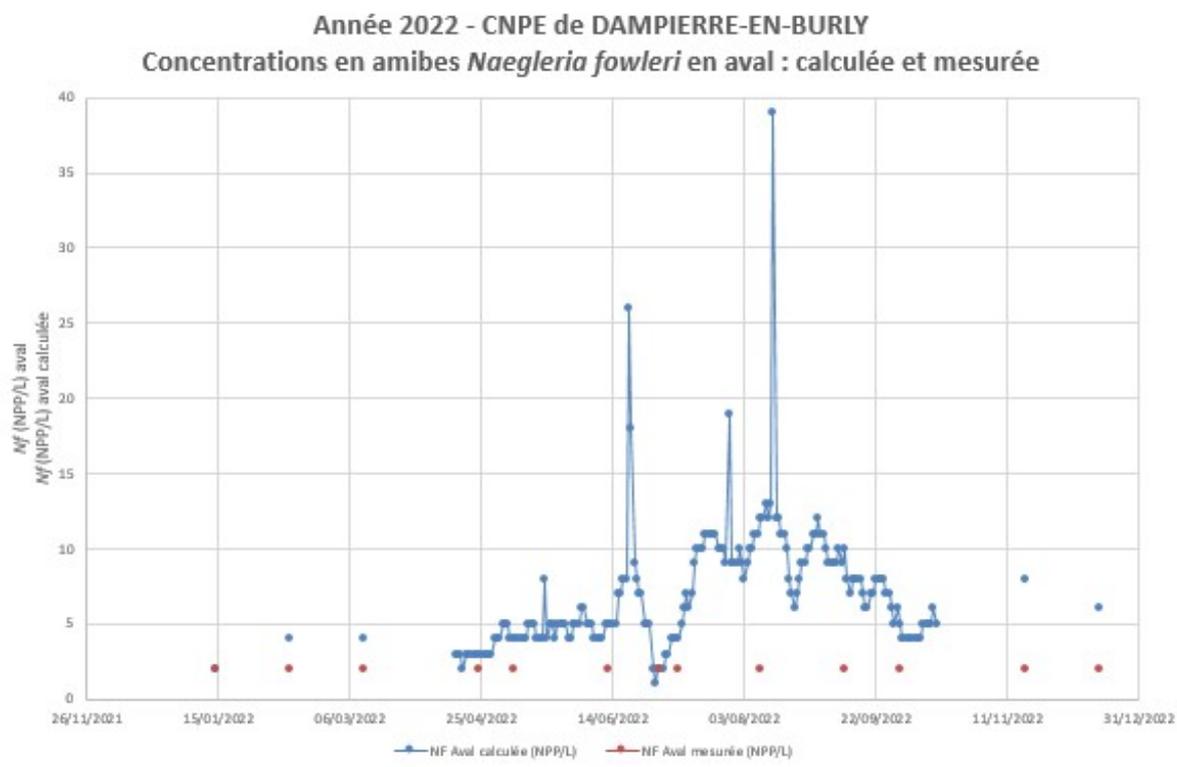
THE – Très Haute Efficacité

UFC - Unité Formant Colonie

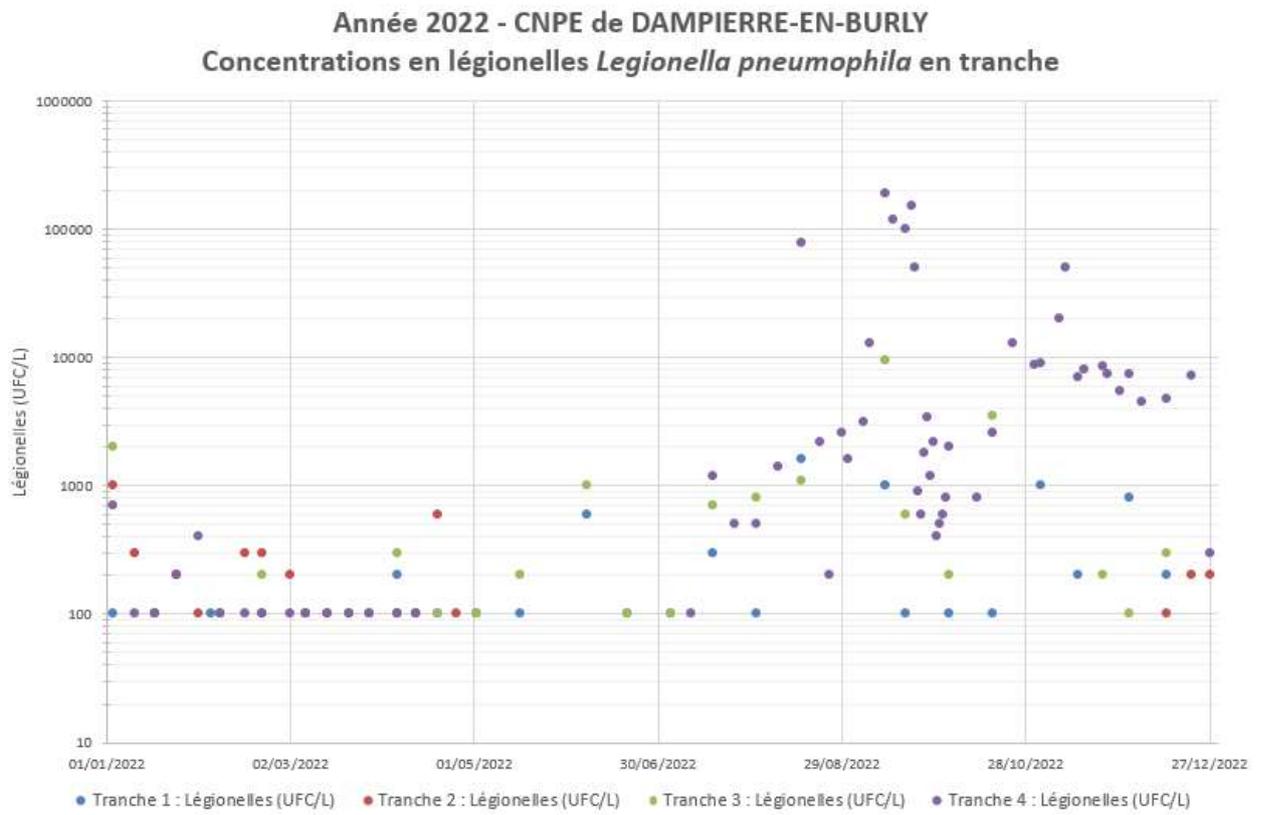
ANNEXE 1 : Suivi microbiologique du CNPE de Dampierre-en-Burly

Année 2022

Graphique représentant la concentration en amibes *Naegleria Fowleri* en aval calculé et en aval mesuré pour l'année 2022 :



Graphique représentant la concentration en légionelles *Legionella pneumophila* sur chaque tranche pour l'année 2022 :



ANNEXE 2 : Suivi radioécologique annuel du CNPE de Dampierre-en-Burly – Année 2021

Le rapport radioécologique de l'environnement – année 2021 est joint sur support clé USB.



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

EDF SA
22-30, avenue de Wagram
75382 Paris cedex 08
Capital de 2 000 466 841 euros
552 081 317 R.C.S. Paris
www.edf.fr

CNPE de Dampierre-en-Burly
BP 18
45570 OUZOUER SUR LOIRE
Numéro de téléphone : 02.30.18.78.90

Couverture : CNPE de Dampierre-en-Burly @ Carine Sendra