



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

# Belleville-sur-Loire

**2024**

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

# SOMMAIRE

<b><i>Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Belleville-sur-Loire en 2024</i></b>	<b>4</b>
I. Contexte	4
II. Le CNPE de Belleville-sur-Loire	4
III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Belleville-sur-Loire	19
IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	19
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des évènements significatifs pour l'environnement	19
<b><i>Partie II - Prélèvements d'eau</i></b>	<b>21</b>
I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement	23
II. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel	23
III. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique	24
IV. Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance	24
<b><i>Partie III – Restitution et consommation d'eau</i></b>	<b>27</b>
I. Restitution d'eau	27
II. Consommation d'eau	28
<b><i>Partie IV - Rejets d'effluents</i></b>	<b>29</b>
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	29
II. Rejets d'effluents liquides	38
III. Rejets thermiques	55
<b><i>Partie V - Prévention du risque microbiologique</i></b>	<b>57</b>
I. Bilan annuel des colonisations en circuit	57
II. Synthèse des traitements biocides et rejets associés	58
<b><i>Partie VI - Surveillance de l'environnement</i></b>	<b>59</b>
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	59
II. Physico-chimie des eaux souterraines	66
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	67
IV. Physico-chimie et Hydrobiologie	72

V. Acoustique environnementale	75
<i>Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation</i>	<i>76</i>
<i>Partie VIII - Gestion des déchets</i>	<i>80</i>
I. Les déchets radioactifs	80
II. Les déchets non radioactifs	85
<b>ABREVIATIONS</b>	<b>87</b>
<i>ANNEXE 1 : Suivi microbiologique – Amibes du CNPE de Belleville-sur-Loire : Année 2024</i>	<i>88</i>
<i>ANNEXE 2 : Suivi radio-écologique réglementaire du CNPE de Belleville-sur-Loire : Année 2024</i>	<i>89</i>
<i>ANNEXE 3 : Suivi radioécologique annuel du CNPE de Belleville-sur-Loire : Année 2023</i>	<i>101</i>

# Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Belleville-sur-Loire en 2024

## 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 2024 du CNPE de Belleville-sur-Loire en matière d'environnement.

## II. Le CNPE de Belleville-sur-Loire

### 1. Le mot du directeur et synthèse de l'année

#### a. Le mot du directeur

En termes de conformité réglementaire, le travail important s'est poursuivi, confirmant notre niveau d'exigence toujours plus haut, avec un taux de conformité de 95%. Notre priorité est de respecter notre arrêté de rejet, les décisions de l'ASNR ainsi que les autres exigences prescrites.

Concernant la maîtrise des rejets et des déchets, le site poursuit sa bonne performance. Ainsi, tous les rejets liquides et gazeux ont été très largement inférieurs aux limites réglementaires, tout au long de l'année. De même, l'ensemble des exigences liées au domaine des déchets a été respecté.

L'année 2024 a été marquée par la notification par l'ASNR de nouvelles décisions relatives aux prélèvements et aux rejets du site.

Le site a enregistré un événement significatif pour l'environnement (ESE). Cet événement concerne une concentration en légionelles supérieure à 100 000 UFC/L mesurée dans les eaux de refroidissement de notre unité de production numéro un. Des actions réactives ont été mises en œuvre. Cet unique ESE confirme la tendance à la baisse de ces événements environnementaux observée depuis 2014.

Chaque jour, nous nous engageons à prendre en compte les aspects environnementaux dans la préparation et l'exécution de nos activités. Notre engagement s'appuie sur la mise en

œuvre d'une démarche d'amélioration continue et de prévention des situations d'urgence environnementale.

Nous veillons à garantir une information fiable et la plus rapide possible aux élus locaux, aux représentants de l'Etat et à l'ASNR en cas de menace sur la protection des intérêts protégés.

La formation des intervenants est un axe fort d'amélioration continue et reste une de nos priorités, tout comme l'accompagnement, auprès des managers et des intervenants, sur les exigences réglementaires liées à l'environnement.

La qualité des mesures est assurée au sein des laboratoires Environnement et Effluents, et des laboratoires indépendants, comme le confirment les différents audits réalisés.

Nous sommes également engagés pour faire connaître les enjeux autour de la biodiversité et mettre en œuvre des actions concrètes pour la préserver.

Tout ceci vient confirmer notre attachement collectif à atteindre un haut niveau de performance environnementale.

Nous prévoyons en 2025 la même dynamique qu'en 2024. L'année 2025 doit permettre d'améliorer nos résultats opérationnels dans le domaine de l'environnement tout en continuant à progresser dans la maîtrise des exigences réglementaires applicables.

## **b. Synthèse de l'année**

### ➤ **La conformité réglementaire est une priorité**

Fin 2024, le site de Belleville-sur-Loire dispose d'une analyse démontrant la conformité réglementaire sur 95,47% des textes de loi qui lui sont applicables.

### ➤ **Concernant les Evénements Significatifs Environnements (ESE).**

Un évènement significatif (ESE) a été déclaré en 2024.

Il concerne une concentration en légionelles supérieure à 100 000 UFC/L après prélèvement des eaux de refroidissement de notre unité de production numéro un.

Afin de lutter contre cet évènement, le site est passé à une fréquence de prélèvement quotidienne. Il a également mis en place un traitement prioritaire des actions de maintenance ou de réparation des systèmes participant à la propreté du circuit de refroidissement en fonctionnement. Enfin, l'appoint en eau de la tranche a été augmenté, dans le respect des référentiels et autorisations existantes.

### ➤ **Concernant les Evènements intéressants environnement**

Sur l'année 2024, le site a déclaré 12 évènements. Les résultats sont comparables à ceux de l'année 2023 et 2022.

### ➤ **Concernant les rejets radioactifs, le site maintient en 2024 de très bons résultats opérationnels**

L'arrêté de rejet impose des valeurs seuils concernant nos rejets radioactifs. Ces valeurs n'ont jamais été dépassées. On comptabilise une activité en carbone 14 liquide rejetée

correspondant à 12% de la valeur seuil, une activité en iode de 7% de la valeur seuil et pour les autres produits de fissions et d'activation un résultat de 6% de la valeur seuil. Concernant le Tritium, nous continuons à privilégier les rejets sous forme liquide, ce qui a également pour effet de réduire les rejets de tritium sous forme gazeuse. Cette politique établie à l'échelle nationale permet d'un point de vue de l'environnement d'améliorer et d'optimiser l'impact global de nos rejets de tritium.

Concernant les rejets gazeux le site est également en deçà de ses seuils d'arrêtés de rejets. Par ailleurs, les études hydro-écologiques ne mettent pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE de Belleville-sur-Loire, sur la physico-chimie de l'eau de la Loire et sur les communautés biologiques étudiées.

#### ➤ **Le site de Belleville travaille sur ses rejets d'effluents secondaires**

Dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue, le CNPE de Belleville-sur-Loire travaille sur sa maîtrise des volumes d'effluents, en particulier ceux issus de la partie secondaire des installations. Outre, la réduction de volume, l'intérêt premier de cette volonté de réduction est d'agir sur les rejets des produits chimiques associés et in fine sur la consommation de réactifs chimiques nécessaires à la production de l'eau déminéralisée, nécessaire aux circuits secondaires.

Lorsque les réacteurs sont en production, les volumes d'effluents secondaires rejetés sont très faibles. Ce sont les phases de redémarrage qui génèrent le plus d'effluents.

#### ➤ **Production de déchets conventionnels**

Un peu plus de 90,36% de la totalité des déchets produits ont été valorisés.

#### ➤ **Les risques microbiologiques liés à nos installations industrielles et tertiaires.**

Les analyses microbiologiques effectuées en 2024 sur l'ensemble de nos installations industrielles et tertiaires ont révélé, entre mars et mai ainsi qu'en janvier et septembre, une présence de Legionella pneumophila supérieure aux limites réglementaires applicables aux CNPE.

Des actions ont été mises en place afin de maîtriser au mieux le développement de légionelles.

#### ➤ **Le site poursuit des actions en matière de propreté radiologique**

En 2024, le niveau opérationnel de propreté radiologique atteint en moyenne 92,84% de locaux propres hors bâtiment réacteur. Ce résultat est le fruit de la politique de propreté radiologique menée sur le site depuis de nombreuses années avec notamment la bonne gestion du confinement sur les chantiers à fort enjeu radiologique.

Des contrôles sont effectués sur la voirie du site pour détecter les éventuels points de contamination dont la radioactivité est supérieure à 800Bq. Le seuil de détection est fixé à une valeur 1 250 fois inférieure au seuil réglementaire dépendant de la nature des produits transportés (combustible neuf ou usé, outillages ou déchets). Les convois sont contrôlés au départ de la centrale nucléaire et à leur arrivée à destination. Une anomalie est signalée si un convoi présente une contamination supérieure à 4 Bq/cm<sup>2</sup> à son arrivée.

En 2024, aucune anomalie en sortie de véhicule n'a été identifiée et il y a eu 2 contaminations en voirie. De plus, sur 466 840 contrôles, il n'y a eu aucune anomalie à la sortie du C3 piétons supérieure au seuil de 800Bq et aucune anomalie à la sortie du C3 piétons inférieure au seuil de 800Bq et donc ne faisant pas l'objet d'une déclaration réglementaire.

➤ **La réduction des impacts du CNPE sur son milieu reste une priorité.**

Des bassins de confinement ont été mis en service en décembre 2019 sur les réseaux d'écoulement d'eau pluviale SEO, ce qui permet une meilleure gestion du confinement sur le site.

L'exploitant d'une installation nucléaire de base doit procéder périodiquement au réexamen des risques que présente son installation à travers notamment le Rapport de Conclusions de Réexamen périodique (RCR). Il comporte un volet relatif à la maîtrise des inconvénients provenant des rejets d'effluents, des prélèvements d'eaux ou encore des nuisances (bruit, odeur, pathogènes etc.). La conclusion montre que le Site met en œuvre des dispositions adaptées en ce sens. Les analyses environnementales démontrent qu'il n'y a pas d'impact perceptible vis-à-vis des intérêts protégés, la protection est donc bien assurée.

## 2. Présentation du site

### a. Le site

Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Belleville-sur-Loire comptait 1 095 personnes en 2024 dont 795 salariés d'EDF. Lors de l'arrêt programmé d'une unité de production, la centrale de Belleville accueille entre 600 et 3 000 intervenants supplémentaires, principalement issus d'entreprises prestataires.

Le CNPE est situé aux abords de la Loire, sur la rive gauche, entre Cosne-sur-Loire (à 11 km à l'amont) et Gien (à 27 km à l'aval) dans le département du Cher. C'est l'une des quatre centrales sur Loire de la région Centre-Val de Loire.

Situé à 140 m d'altitude, les coordonnées du Site sont de 47°30' de latitude Nord et 2°52' de longitude Est.

Il se trouve sur le territoire des communes de Sury-près-Léré et Belleville-sur-Loire, au lieu-dit « La Glas » sur la rive gauche du fleuve. Outre les communes d'implantation, les communes les plus proches sont : LERE, BEAULIEU-SUR-LOIRE, NEUVY-SUR-LOIRE, LA CELLE-SUR-LOIRE, BONNY-SUR-LOIRE et ANNAY.

La centrale occupe une superficie d'environ 170 hectares et la plate-forme des unités de production 1 et 2 est calée à la cote 141,60 NGF.



Figure 1 : Situation altimétrique du site

Le Site est au carrefour de quatre départements : le Loiret, le Cher, la Nièvre et l'Yonne et de deux régions administratives : Centre-Val de Loire et Bourgogne-Franche-Comté.

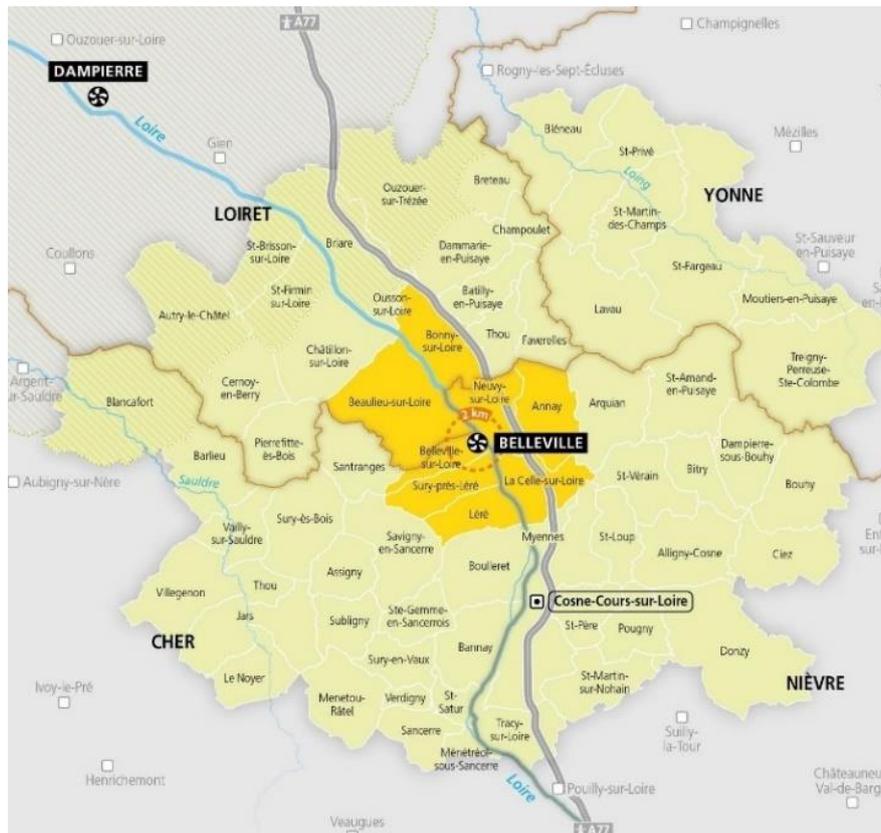


Figure 2 : Localisation du site

La Loire est un fleuve irrégulier avec des étiages et des crues sévères. Il constitue une frontière nette entre la rive droite et les plateaux calcaires du Nivernais au sud et les bocages argileux de la Puisaye au nord ; et la rive gauche avec les terrains sableux du Gâtinais et les terres argileuses du Pays-fort. Du point de vue des régions naturelles, le Site se situe à la limite de trois régions :

- Le Pays-fort de l'ouest au sud-ouest (le Sancerrois) essentiellement bocager et prairial, avec de nombreux massifs forestiers et une faune riche et variée,

- La frange sud-ouest de la Puisaye à l'est au-delà de la Loire, bocager dans les vallées, forestier sur les plateaux avec des zones marécageuses d'une faune riche et variée comprenant des espèces absentes de la majeure partie de la France,

- Le val de Loire Berrichon, où les rives et parfois les îles restent denses et boisées, d'un attrait botanique et faunistique certain. La richesse environnementale de cette région se retrouve dans le classement des Sites concernés par les directives « Habitats » et « Oiseaux » du réseau NATURA 2000, à proximité du CNPE.

On y retrouve également des

- Zones Spéciales de Conservation (ZSC) - Directive habitats naturels et faune et flore sauvages :

- FR2400528 « Vallée de la Loire de TAVERS à BELLEVILLE-SUR-LOIRE »,

- FR2400522 « Vallées de la Loire et de l'Allier »,

- FR2600965 « Vallée de la Loire entre FOURCHAMBAULT et NEUVY SUR LOIRE ».

- Zone de Protection Spéciale (ZPS) - Directive oiseaux

- FR241 0017 « Vallée de la Loire du Loiret »

- FR2610004 « Vallées de la Loire et de l'Allier entre MORNAY-SUR-ALLIER et NEUVY-SUR-LOIRE ».

## b. Historique

La centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire a fait l'objet d'une déclaration d'utilité publique le 22 novembre 1978 et du décret d'autorisation de création le 15 septembre 1982. De 1979 à 1982, d'importants travaux de terrassement ont été réalisés afin de surélever la plate-forme du Site de 5 mètres afin de se prémunir contre le risque d'inondation. Les travaux de génie civil se sont déroulés de 1980 à 1985.

Les deux tranches de 1300 MW avec réfrigérant atmosphérique à tirage naturel ont été couplées au réseau respectivement le 14 octobre 1987 et le 06 juin 1988. Il s'agit de réacteurs de type REP (Réacteur à Eau Pressurisée).

Pour chaque centrale, une autorisation fixe la nature, la fréquence et le type de contrôles pour chaque paramètre (flux ou débit, concentration, activité, température...), tant au niveau des prélèvements d'eau que des rejets d'effluents radioactifs, chimiques et thermiques.

Pour la centrale de Belleville-sur-Loire, la décision ASNR n°2024-DC-0778 en date du 27 février 2024, modifiant la décision n°2014-DC-0413, ainsi que de la décision ASNR n°2024-DC-0779 en date du 27 février 2024, modifiant la décision ASNR n°2014-DC-0414 en date du 16 janvier 2014, fixent les limites de rejets d'effluents chimiques et radioactifs des installations.

Les nouvelles décisions sont entrées en vigueur en juin 2024. Ainsi, pour l'année 2024, les limites ont été calculées au prorata temporis entre la période 1 de janvier à mai et la période 2 de juin à décembre conformément à la décision ASNR n°2024-DC-0779 demande : « *Pour l'année de l'entrée en vigueur de la présente décision, les limites annuelles définies sont à respecter prorata temporis du nombre de jours à partir de la date à laquelle la décision est applicable.* ».

Le calcul du prorata temporis (PR) pour l'année 2024 appliqué aux nouvelles limites est calculé de la manière suivante :

- Ratio entre le 01/01/2024 00h et le 31/05/2024 24h :  $5/12 = 0,417$
  - Ratio entre le 01/06/2024 00h et le 31/12/2024 24h :  $7/12 = 0,583$
- Limite PR = Limite décision 2014 x 0,417 + Limite décision 2024 x 0,583

### **c. Management de l'environnement**

#### **i. Organisation**

Le Directeur du CNPE a la responsabilité de l'organisation mise en place pour assurer et contrôler le suivi de l'environnement autour du Site. Au-delà du fait que chacun sur le Site est acteur de la démarche et met en œuvre la politique environnementale du CNPE, deux pôles portent plus particulièrement la démarche :

- un Pôle Fonctionnel dans un rôle d'appui et d'expertise. Ce pôle anime le Système de Management Environnemental, pilote les dossiers, communique sur la démarche et les résultats. Il gère aussi les aspects réglementaires ;

- un Pôle Opérationnel qui met en œuvre la politique du Site dans le domaine de l'environnement, assure la gestion quotidienne des effluents liquides ou gazeux et des déchets et réalise les contrôles réglementaires qui y sont associés.

Ces deux pôles sont dirigés côté Direction par un Chef de Mission qui assure le pilotage stratégique du domaine. L'animation du pôle opérationnel s'appuie sur la Commission Environnement. Cette commission mène les réflexions en amont des instances décisionnelles et des revues de Direction. Elle décide ensuite des modalités pratiques de réalisation dans la phase de mise en œuvre des orientations arrêtées en comités et revue de Direction. La Commission Environnement est présidée par le Chef de Mission Environnement et comporte un représentant de chaque service/section opérationnelle du Site.

Pôle Fonctionnel	Pôle Opérationnel
Chef de Mission prévention des risques et Environnement	<b>Commission Environnement avec trois sous-processus</b> (Performance et réglementation environnementale, Déchets et Effluents)
Service Sûreté et Maîtrise des Risques (Veille environnementale, <b>dossiers réglementaires</b> , ...) Service Sûreté Qualité (Audit, relations AS, ...)	<b>Service Sûreté et Maîtrise des Risques</b> (Sûreté et qualité du CNPE, Environnement, Contrôles radiologiques, produits chimiques) <b>Service Environnement Chimie Essais</b> (Contrôles de l'environnement, ...) <b>Service « Kcombustible » Déchets Logistique</b> (Combustible, déchets, Logistique) <b>Service Conduite</b> (Exploitation des tranches, cellule effluents) <b>Service Automatismes et Electricité</b> <b>Service Mécanique, chaudronnerie, robinetterie</b> <b>Service Modification, Génie Civil</b> (Modification des installations et génie civil) <b>Service Protection et Patrimoine</b> (Prestataires, bâtiments tertiaires, Protection de site) <b>Service Gestion Achats</b> (Achats-budget) <b>Service Ressources Humaines</b> <b>Service Communication</b> <b>Service Commun de Formation</b> <b>Service Support Ingénierie Projet</b> (Projet TEM/AT, Documentation, informatique, ingénierie site)

## ii. La réglementation

La réglementation française définit pour les industries les principes de surveillance de l'environnement, les contrôles à effectuer et les valeurs limites à ne pas dépasser, et ce, pour chaque domaine comme l'eau ou l'air. Au fil des années, la réglementation environnementale s'étoffe : ainsi, pour le CNPE de Belleville-sur-Loire, ce sont plus de 10 000 exigences réglementaires qui sont applicables dans le domaine de l'environnement. Voici quelques exemples de textes applicables sur le site :

[Décisions ASNR de limites et de modalités de rejets d'effluents liquides et gazeux de 2014](#)

Ces textes réglementaires fixent les conditions de prélèvement par le Site, de la ressource en eau dans le fleuve, ainsi que les limites autorisées de rejet des effluents gazeux

et liquides. Ils précisent également les conditions de surveillance de l'environnement terrestre et fluvial ainsi que la nappe souterraine.

[Arrêté INB du 07/02/2012 et la décision environnement du 16/07/2013](#)

Ces textes généraux s'appliquent à toutes les Installations Nucléaires de Base (INB). Ils constituent le socle réglementaire que tous les exploitants doivent respecter quelles que soient leurs activités. L'arrêté INB régit tout le cycle de vie d'une installation depuis sa conception jusqu'à son démantèlement. La décision du 16/07/2013 (aussi appelée « décision environnement ») vient préciser certains points particuliers dans le domaine de l'environnement. La volonté de l'ASN est d'inscrire dans le droit Français des règles et exigences correspondant aux meilleures pratiques européennes et internationales. Ce texte étend à la protection de l'environnement et à la limitation des nuisances certains référentiels et exigences jusque-là réservés à la sûreté.

[Veille réglementaire](#)

Afin d'intégrer l'ensemble des exigences (décrets, lois, ...), une veille réglementaire environnementale est réalisée d'une part au niveau national puis renseignée et complétée localement par l'Ingénieur en charge de cette veille. En conséquence, le CNPE analyse tous les textes réglementaires applicables à ces installations et vérifie sa conformité en effectuant si nécessaire les modifications adaptées.

### **iii. Les actions**

[Pastoralisme](#)

Depuis 2015, la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire a passé une convention de pastoralisme avec un berger local. C'est 150 à 250 moutons qui paissent au niveau des tranches 3 et 4 ainsi qu'aux abords du canal d'amenée à certaines périodes de l'année.

[Recyclage](#)

En 2024, concernant les déchets classiques, 92,38% des déchets de la liste verte ont été recyclés, valorisés ou incinérés, grâce au tri quotidien et au souci de recyclage de chaque intervenant.

[Développement durable](#)

Au sein d'EDF, CAP 2030 et les Objectifs de Développement Durable annoncés en mai 2016 fixent les engagements du Groupe. La politique a été conçue comme le socle commun du déploiement du développement Durable au sein du Groupe, en complément des orientations de CAP 2030 et des Objectifs de Responsabilité d'Entreprise (ORE).

### **iv. La formation**

Sur l'année 2024, 787 agents du CNPE de Belleville-sur-Loire ont été formés, sensibilisés ou entraînés sur divers domaines de compétences. 772 heures de formations et de professionnalisation dans le domaine de l'environnement sont comptabilisées au total.

Plus spécifiquement :

- 746 heures de formations sur le domaine de l'environnement ont été suivies par 220 agents.

- 26 agents ont réalisé le recyclage « Amibes légionnelles » en e-learning, qui représente 26 heures de formations.

## **v. La communication**

La communication intervient en tant que soutien et relais de l'engagement de la centrale de Belleville-sur-Loire en faveur du développement durable.

Tout au long de l'année, la centrale de Belleville-sur-Loire fournit des informations sur son actualité, dans les domaines de l'environnement et du fonctionnement de l'installation, et apporte, si nécessaire, sa contribution aux actions d'informations de la Commission Locale d'Information (CLI) et des pouvoirs publics.

### **➤ Les contributions à la Commission Locale d'Information**

En 2024, une information régulière a été assurée auprès de la Commission locale d'information (CLI).

Des réunions se sont tenues les 4 avril, 16 septembre, 23 septembre, 19 novembre et 9 décembre 2024. La CLI relative au CNPE de Belleville-sur-Loire s'est tenue pour la première fois en 1983, à l'initiative du président du Conseil général du département du Cher. Cette commission indépendante a comme principaux objectifs d'informer les riverains sur l'actualité du site et de favoriser les échanges, ainsi que l'expression des interrogations éventuelles. Les membres de la commission sont constitués par le président du Conseil départemental. Il s'agit des élus locaux, de représentants des pouvoirs publics et de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR), de membres d'associations, etc.

### **➤ Des rencontres régulières avec les élus**

Le 28 janvier 2025, le CNPE a convié les élus de proximité et les pouvoirs publics à une réunion de présentation des résultats de l'année 2024 et des perspectives pour l'année 2025 sur les thématiques suivantes : la production, la sûreté, la sécurité, la radioprotection, l'environnement, les ressources humaines, la performance économique, la durée de fonctionnement et l'ancrage territorial.

### **➤ Actions d'information externe de la centrale à destination du grand public, des représentants institutionnels et des médias**

En 2024, le CNPE de Belleville-sur-Loire a mis à disposition plusieurs supports pour informer le grand public :

- Un document reprenant les résultats et faits marquants de l'année écoulée intitulé « Rapport annuel ». Ce document a été diffusé, en juin 2024. Ce document a été mis à disposition du grand public sur le site edf.fr.
- Une fiche presse sur le bilan de l'année 2024 a été mis à disposition sur le site internet edf.fr au mois de février 2025.
- 10 lettres mensuelles d'information externe. Ce support est envoyé aux élus locaux, aux pouvoirs publics, aux responsables d'établissements scolaires etc. (plus de 1 000 destinataires). Ce support traite notamment de l'actualité du site, de sûreté, environnement, production, mécénat etc.

Tout au long de l'année, le CNPE a disposé :

- d'un espace sur le site internet institutionnel edf.fr, qui lui permet de tenir informé le grand public de toute son actualité ;
- de l'espace institutionnel d'EDF dédié à l'énergie nucléaire sur edf.fr qui permet également au public de trouver des informations sur le fonctionnement d'une centrale et ses enjeux en termes d'impacts environnementaux ;
- de plus, chaque mois est mis en ligne une synthèse des données relatives à la surveillance des rejets et de la surveillance de l'environnement, ainsi que les registres mensuels de rejets des effluents radioactifs et chimiques de la centrale.

Le CNPE de Belleville-sur-Loire dispose d'un centre d'information appelé « Espace Odyssélec » dans lequel les visiteurs obtiennent des informations sur la centrale, le monde de l'énergie et le groupe EDF. Ce centre d'information a accueilli plus de 1 500 visiteurs en 2024.

➤ **Une communication en appui de la démarche environnementale et au développement d'initiatives locales**

La centrale de Belleville-sur-Loire s'inscrit depuis de nombreuses années dans une démarche environnementale en agissant au travers d'opérations concourant, notamment, à préserver l'environnement et la biodiversité, via ses partenariats ou en optant d'avantage pour la digitalisation de ses supports.

La centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire agit également au travers d'opérations menées en partenariat avec des associations et institutions dont les actions concourent aux finalités des cinq thèmes : Environnement, Science, Solidarité, Culture, Solidarité et Sport/Handisport.

➤ **Promouvoir le respect de l'environnement et le recyclage auprès du jeune public.**

L'action « les Piles s'Empilent » a pour but de sensibiliser les jeunes au respect de l'environnement et au recyclage grâce à la collecte de piles et petites batteries usagées durant l'année scolaire par les élèves des écoles primaires et des collèges riverains.

Les piles et petites batteries sont ensuite récupérées par les logisticiens de Screlec-Batribox, triées, traitées et valorisées suivant leur composition.

Pour l'édition 2023/2024, 23 établissements scolaires (plus de 2 000 élèves du Cher, de la Nièvre, de l'Yonne et du Loiret) ont participé et récolté plus de 6 500 kg de piles et petites batteries.

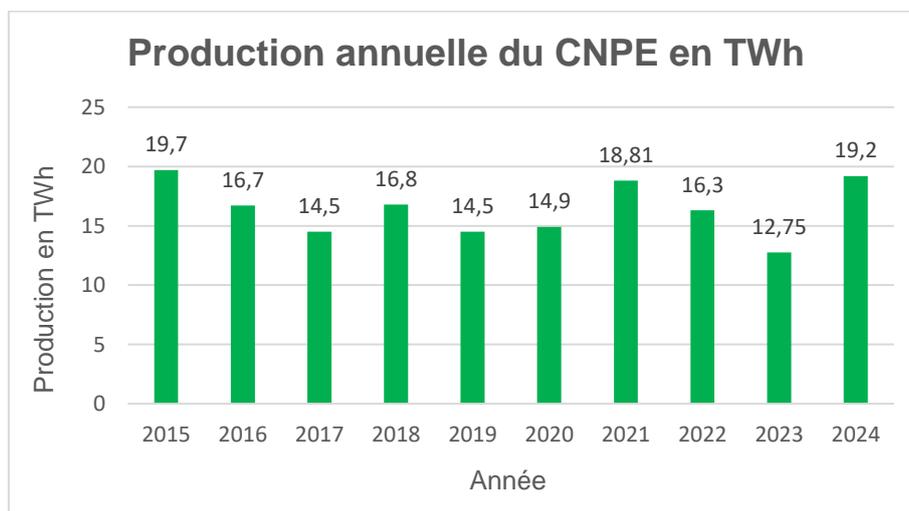
➤ **Actions d'information interne de la centrale à destination du grand public, des représentants institutionnels et des médias**

Chaque année, la mission Communication élabore, en lien avec les acteurs de l'Environnement à Belleville-sur-Loire, un plan de communication interne et externe des événements à accompagner auprès des différents publics.

### 3. L'activité du site

#### a. La production

En 2024, la centrale a produit 19,2 TWh (milliards de kWh) délivrés sur le réseau à la disposition de ses clients et sans émettre de CO<sub>2</sub>. Cette production représente près de 5% de la production nucléaire française et correspond à 100 % des besoins de la région.



#### b. Opérations de maintenance et travaux, déploiement de projets techniques

En 2024, le CNPE a réalisé de nombreux travaux dont quelques exemples sont mentionnés ci-dessous :

##### Modifications

- PNPP3766 : Construction du Centre de Crise Local avec la partie Génie-Civil
- PNPE3327A-A : Remplacement des appuis parasismiques des DUS) grâce à l'hydrodémolition
- PNPP3666E-A : Création des aires de dépotage des DUS) avec du terrassement et l'intervention de nombreux engins de chantier. Création de nouveaux EIPR.
- PNPP3396A-A : Reconnaissances géotechniques pour le futur dossier « Confinement Liquide » prévu à partir de 2026.
- PNPP3628C-A : Limitation rejets par événements PTR – Collecte des condensats) Tranche 1 et 2
- PNPP3628D-A : Limitation rejets par événements PTR – Remplacement des coudes et des compensateurs)
- PNPE3130A-A : Fiabilité et suffisance des mesures KRT – CVI). Rénovation de la chaîne de mesure KRT 006 MA (surveillance de l'Activité des Gaz incondensables du condenseur CVI)

- PNPE3130B-A Fiabilité et suffisance des mesures KRT – Fiabilité et suffisance des mesures de débit de dose DMK

### **Circuit secondaire et source froide**

- PNXX3501 : CTE. Installation de plusieurs climatiseurs dans le bâtiment. Acheminement des réactifs (javel et ammoniac) avec réalisation de plusieurs dépotages sur les aires dédiées.
- PNPE3275A-A : ATO. Poursuite des travaux. Acheminement du réactif en septembre 2024.
- Aéroréfrigérant : Maintenance sur l'ASR du corps d'échange conformément au prescriptif PBMP en tranche 2 :
  - Synthèse des travaux de maintenance réalisés :
    - Remplacement de 41m<sup>2</sup> de packings anti-rejaillissement
    - 176 disperseurs remplacés ;
    - 7 joints de tubes réparés ;
    - 1 tubes déboité remis en place ;
    - 1 tôle inclinée réparée ;
    - 2 joints de goulotte réparés ;
    - 7 têtes supports de disperseur ;
    - 183 ajutages remplacés.
- PNPP3922 : pas de rénovation de corps d'échange en 2024 mais une poursuite des évacuations des big-bags de tartre et des packings usés.
- Conduite Béton à Ame Tôle  
SEC – Dilatoflex : Contrôle du déplacement des brides Dilatoflex en voies A et B sur les deux tranches.  
  
SEC – CAO (compensateurs à ondes)
  - Auscultation topographique des CAO retour SEC voies A et B sur les deux tranches.
  - Contrôle des joints en interface tuyauterie / chambre CAO retour SEC voies A et B sur les deux tranches.
  - Reprise d'un joint autour d'un CAO en tranche 1 (solde des travaux commencés en 2023).
- SEF
  - Contrôle visuel des conduites file 1 et 2.
- SEG
  - Inspection télévisuelle des puits 1 et 2 SEG 001 PZ.
- Canal d'amenée
  - Bathymétrie réalisée en avril 2024 : pas de dragage nécessaire en 2025.

- Arrachage de la jussie dans le canal d'amenée et nettoyage des grilles anti-intrusion : régulièrement, en période estivale, le canal d'amenée de l'eau alimentant la source froide du CNPE est soumis à la prolifération de végétaux aquatiques invasifs, tels que la jussie. Il s'agit de plantes aquatiques herbacées, flottantes et pourvues de longues tiges. C'est une plante invasive venue d'Australie. Celle-ci se développe dans les eaux calmes et peu profondes. Cette prolifération est donc de nature à encombrer le canal d'amenée et présente, à terme, un risque pour l'alimentation de la source froide. L'activité a donc consisté à arracher ces espèces en ayant recours à des plongeurs. Cette activité est réalisée dans le cadre d'une commande pluriannuelle avec une entreprise spécialisée dans les travaux subaquatiques.
- Digue  
Traitement de plusieurs by-pass.

### Maintenance Génie Civil

- Réseaux gravitaires  
SEH : Expertise du réseau réalisée en 2024. Traitement des anomalies classées G2 suite aux ITV de 2022.  
  
SEO : Réparation d'anomalies classées G2 sur le réseau SEO branches 3, 4 et 5 suite aux ITV de 2021.
- Expertises visuelles liées au PBMP GC réalisées sur plusieurs puisards, rétentions et zones de collecte ultimes.

TR	Bâtiment	Libellé visite
2	BAN	Contrôle des infrastructures et de la rétention du fond du BAN
2	SDM	Fosse réservoirs Ex – Contrôle du compartiment bêche 001BA et du compartiment déshuileur 001DH
1	BW	Contrôle des infrastructures et des zones de collecte ultimes du BW
0	Station de déminéralisation	Contrôle de la fosse d'exhaure de la station de déminéralisation

- Réparations réalisées sur des EIPR

TEM / AT	Localisation	Référence	Description
TEM	BAN	1RPE009PS	Réparation des blessures traversantes du revêtement armé.
TEM	Station de déminéralisation	0SDP553BA	Désamiantage + reprise du revêtement.
TEM	BTE	0RPE031CU	Remise en peinture
TEM	SDM	1HMB0402FW	Reprise revêtement et couche de finition
TEM	BK (PTR)	2RPE018CU	Reprise du décollement revêtement armé
TEM	BK	1RPE016PS	Reprise du revêtement armé
TEM	GUS		Reprise de fissures de l'aire de dépotage.
TEM	Station de déminéralisation	0HYA0402FW	Bouchardage et déchappage suite au déversement d'acide.  Reprise complète du revêtement.  Préparation de surface commencée en 2024 – poursuite des travaux en 2025.
TEM	Station de déminéralisation	0HYA0403FW	Craquelages du revêtement : reprise du revêtement et le muret des skids.  Travaux commencés en 2024 – poursuivis en 2025.

### c. Inspections et audits

Durant l'année 2024, plusieurs vérifications ont été réalisées.

En effet, dans le cadre du chantier d'hydrodémolition des massifs et des changements des appuis parasismiques, une vérification a été réalisée. La vérification a consisté au contrôle de la grille d'analyse de risque et à la réalisation de trois visites de chantier afin de contrôler la bonne prise en compte des remarques et la mise en place des parades nécessaires à la maîtrise de l'activité.

Au cours de l'année, plusieurs autres vérifications ont été réalisées sur l'activité à risque d'écoulement et de rejet lors d'un chantier de construction d'aires de dépotage, sur les piézomètres, sur la gestion des déchets ou encore sur les équipements nécessaires à la station d'épuration.

### **III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Belleville-sur-Loire**

La surveillance de l'environnement industriel est réalisée en application d'une prescription interne d'EDF. Lors de l'année 2024, aucune modification notable au voisinage du CNPE de Belleville-sur-Loire n'a été identifiée.

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

Pour l'année 2024, aucune évolution scientifique susceptible de modifier les conclusions de l'étude d'impact n'a eu lieu.

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

En 2003, le CNPE de Belleville-sur-Loire 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 Belleville-sur-Loire 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 Belleville-sur-Loire. 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 Belleville-sur-Loire a mis en place un système permettant de détecter, tracer, déclarer, les Événements Significatifs pour l'Environnement (ESE) à l'Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection, 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 et de Radioprotection.

#### **1. Bilan des évènements significatifs pour l'environnement déclarés**

Le tableau suivant récapitule les évènements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de Belleville-sur-Loire en 2024.

On entend par Événement Significatif pour l'Environnement, un événement qui donne lieu à une déclaration à l'Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection et à une Analyse

Approfondie. Cette Analyse Approfondie doit déterminer la cause de survenue de cet événement, ainsi que les actions à mettre en place afin qu'il ne se reproduise plus.

Typologie	Date	Description de l'évènement	Impact sur l'environnement	Principales actions correctives
ESE 3	Avril 2024	Dépassement de la limite des 100 000 UFC/L en Légionelle sur l'unité de production numéro un.	Pas de conséquence sur l'environnement.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fréquence de prélèvement quotidienne</li> <li>- Mise en place d'un traitement prioritaire des actions de maintenance ou de réparation des systèmes participant à la propreté du circuit de refroidissement en fonctionnement.</li> <li>- Hausse de l'appoint en eau de l'unité de production, dans le respect des référentiels et autorisations existantes.</li> </ul>

## 2. Bilan des incidents de fonctionnement

Le CNPE de Belleville-sur-Loire a eu, durant l'année 2024, des matériels indisponibles tels que les dispositifs de traitement des effluents et de prélèvement, les dispositifs de mesure et de surveillance et les réparations des réservoirs d'entreposage d'effluents.

Ces indisponibilités n'ont pas eu d'incidence sur la qualité de la surveillance environnementale compte tenu de la redondance de nos matériels. Des remises en état rapides des matériels ont permis de limiter au maximum l'indisponibilité du matériel.

Durant l'année 2024, le CNPE de Belleville-sur-Loire n'a pas observé de défaut d'étanchéité. Il n'a pas non plus connu un dépassement de seuil de cheminée du bâtiment des auxiliaires nucléaires.

## 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 m<sup>3</sup> 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 CO<sub>2</sub>. 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 m<sup>3</sup> par seconde.

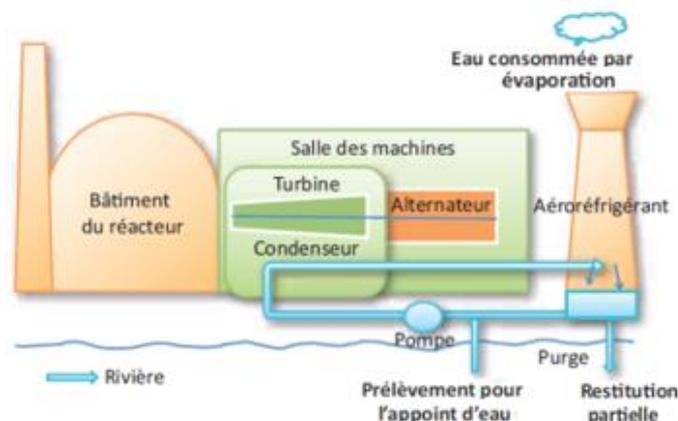


Figure 3 : Schéma d'un CNPE avec circuit de refroidissement fermé (Source : EDF)

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.

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 ou avoir leur propre installation de production d'eau potable comme c'est le cas pour le CNPE de Belleville-sur-Loire.

## 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 2024.

	Prélèvement d'eau (en millions de m <sup>3</sup> )
Janvier	14,10
Février	13,14
Mars	14,05
Avril	13,58
Mai	13,99
Juin	14,06
Juillet	15,00
Août	14,03
Septembre	13,79
Octobre	14,35
Novembre	13,58
Décembre	14,45
<b>TOTAL</b>	<b>168,13</b>

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

Le tableau ci-dessous détaille le cumul annuel du prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel de l'année 2024.

	Prélèvement d'eau APU en eau de nappe (en m <sup>3</sup> )	Prélèvement Station de deminéralisation en eau de Loire (en m <sup>3</sup> )
<b>TOTAL</b>	<b>4 938</b>	<b>207 074</b>

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

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique de l'année 2024.

	Prélèvement d'eau (en m <sup>3</sup> )
Janvier	3880
Février	3630
Mars	3860
Avril	4060
Mai	3810
Juin	6160
Juillet	3000
Août	3950
Septembre	6200
Octobre	6930
Novembre	7600
Décembre	8180
<b>TOTAL</b>	<b>61200</b>

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

#### 1. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2024

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2022 à 2024 avec la valeur du prévisionnel 2024.

Année	Milieu	Volume (milliers de m <sup>3</sup> )
2022	Eau de surface (Loire)	166 389
2023		161 703
2024		168 127
Prévisionnel 2024		170 000
2022	Nappes phréatiques (Usage domestique et eau d'appoint ultime secours)	42 (et 1,438 d'eau appoint ultime secours)
2023		43,3 (et 5,425 d'eau appoint ultime secours)
2024		61,2 (et 4,938 d'eau appoint ultime secours)
Prévisionnel 2024		45 (dont 0,8 d'eau d'appoint ultime secours)

**Commentaires :** Le prélèvement d'eau d'appoint ultime secours en nappe est supérieur à l'attendu du prévisionnel. Le prévisionnel n'a pas intégré l'indice numéro deux du programme

local de maintenance préventive dans lequel les débits et heures de pompage ont évolué. La limite annuelle n'est pas atteinte.

Le prélèvement d'eau domestique en nappe est supérieur au prévisionnel. Au mois de juin le constat C0000691211 a été ouvert à la suite d'une fuite d'eau potable. Une consommation d'eau potable anormale a été identifiée et documentée dans le fortuit BEL-0C2523-FA-N°0093 mettant en évidence une fuite de l'ordre de 5m<sup>3</sup>/h. Celle-ci provenait d'un mauvais réglage de chloromètres et a été réparée.

## 2. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des débits instantanés et des volumes d'eau prélevés cette année avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASNR n° 2014-DC-0413 pour les mois de janvier à mai et la décision ASNR n° 2024-DC-0778 pour les mois de juin à décembre.

Milieu	Limite			Prélèvement		Unité
	Prescriptions	Valeur		Valeur maximale	Valeur moyenne	
		Période 1	Période 2			
Pompage d'appoint ultime (nappe phréatique)	Volume annuel	90,00E+03	6,00E+03	4 938	S.O.	m <sup>3</sup>
	Volume journalier	2,2E+03	1,5E+03	1,19E+03	8,64E+01	m <sup>3</sup>
	Débit instantané	13,5E+01 m <sup>3</sup> /h	0,35E-01 m <sup>3</sup> /s	5,98E+01	S.O.	m <sup>3</sup> /h m <sup>3</sup> /s
Nappe phréatique (eau potable)	Volume annuel	90,00E+03	S.O.	61 508	S.O.	m <sup>3</sup>
	Volume journalier	6,00E+02 m <sup>3</sup>	4,8E+02 m <sup>3</sup> /h (Arrêté 2007.1.705)	2,64E+02	1,67E+02	m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /h
	Débit instantané	2,1E-02 m <sup>3</sup> /s	40E+00 m <sup>3</sup> /h (Arrêté 2007.1.705)	7,48E-03	S.O.	m <sup>3</sup> /s m <sup>3</sup> /h
Eau de surface (Loire)	Volume annuel	2,80E+08	2,50E+08	167 583 659	S.O.	m <sup>3</sup>
	Volume journalier	9,07E+05		5,40E+05	4,58E+05	m <sup>3</sup>
	Débit instantané	1,05E+01		6,25E+00	S.O.	m <sup>3</sup> /s

\*Période 1 : Correspond au volume prélevé de janvier à mai

\*Période 2 : Correspond au volume prélevé de juin à décembre

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

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

L'une des principales opérations de maintenance réalisée sur les équipements et ouvrages de prélèvements en nappe concerne le nettoyage et les inspections télévisuelles des 33 piézomètres du CNPE de Belleville-sur-Loire du 10/12 au 13/12/2024.

A noter que dans le cadre du retour d'expérience de l'événement survenu au CNPE de Fukushima-Daiichi, il a été décidé de mettre en place, sur l'ensemble des CNPE, un moyen complémentaire de pompage en eau d'ultime secours pour les matériels de l'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 Belleville-sur-Loire, la solution retenue est la réalisation de puits de pompage en nappe phréatique (1 puits par tranche). Les deux puits sont en service depuis 2020. Le 12 décembre 2023 a eu lieu les premiers Essais Périodiques quinquennaux en tranche 2.

### **4. Opérations exceptionnelles de prélèvements**

Le CNPE de Belleville-sur-Loire n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau en nappe en 2024.

## Partie III – Restitution et consommation d'eau

### I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE de Belleville-sur-Loire pour l'année 2024 est présentée dans le tableau ci-dessous.

		Restitution d'eau			Unités
		Eau de refroidissement	Rejets radioactifs	Rejets industriels non radioactifs	
Restitution mensuelle	Janvier	1,04E+01	1,43E-03	4,18E-02	millions de m <sup>3</sup>
	Février	9,45E+00	1,00E-03	2,10E-02	
	Mars	1,03E+01	2,63E-03	2,19E-02	
	Avril	9,98E+00	2,87E-03	6,03E-02	
	Mai	1,01E+01	2,16E-03	2,77E-02	
	Juin	1,10E+01	2,19E-03	1,68E-02	
	Juillet	1,28E+01	2,91E-03	2,45E-02	
	Août	9,91E+00	2,03E-03	7,07E-03	
	Septembre	1,01E+01	1,37E-03	9,18E-03	
	Octobre	1,07E+01	1,72E-03	1,01E-02	
	Novembre	9,88E+00	1,48E-03	6,77E-03	
	Décembre	1,08E+01	1,51E-03	5,45E-03	
	<b>TOTAL</b>	<b>1,25E+02</b>	<b>2,33E-02</b>	<b>2,53E-01</b>	
<b>TOTAL</b>	Restitution au milieu aquatique	1,26E+02			millions de m <sup>3</sup>
	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	75%			%

## 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 2024.

	Consommation d'eau (en milliers de m3)
Janvier	3600
Février	3630
Mars	3720
Avril	3550
Mai	3840
Juin	3030
Juillet	2200
Août	4120
Septembre	3640
Octobre	3540
Novembre	3640
Décembre	3600
<b>TOTAL</b>	<b>42100</b>

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

### 2. Comparaison au prévisionnel

La prévision de consommation d'eau est évaluée en tenant compte du programme prévisionnel de production et d'arrêt de tranche du CNPE de Belleville-sur-Loire pour l'année 2024. Il a été établi pour l'année 2024 à une valeur de 170 000 000 m3.

Le volume annuel d'eau consommé est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2024.

## 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  $\beta$  ou  $\gamma$ , 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 décision<sup>1</sup> donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au seuil de décision.

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

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

### c. Cumul mensuel

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

	<sup>41</sup> Ar (TBq)	<sup>85</sup> Kr (TBq)	<sup>131m</sup> Xe (TBq)	<sup>133</sup> Xe (TBq)	<sup>135</sup> Xe (TBq)	<sup>131</sup> I (GBq)	<sup>133</sup> I (GBq)	<sup>58</sup> Co (GBq)	<sup>60</sup> Co (GBq)	<sup>134</sup> Cs (GBq)	<sup>137</sup> Cs (GBq)
<b>Janvier</b>	1,202E-03	/	/	2,126E-02	8,968E-03	1,597E-04	8,966E-04	6,453E-03	7,727E-04	3,247E-05	2,931E-05
<b>Février</b>	2,135E-03	1,164E-06	1,736E-07	2,055E-02	8,524E-03	2,562E-04	5,870E-04	2,928E-05	8,588E-05	2,887E-05	3,213E-05
<b>Mars</b>	1,810E-03	1,724E-06	2,460E-07	2,297E-02	9,605E-03	1,229E-04	6,646E-04	2,871E-05	3,715E-05	2,745E-05	3,585E-05
<b>Avril</b>	1,614E-03	1,695E-06	2,281E-07	2,136E-02	8,783E-03	1,406E-04	7,078E-04	3,392E-05	6,745E-05	3,320E-05	3,002E-05
<b>Mai</b>	3,814E-03	/	/	2,040E-02	8,562E-03	1,628E-04	6,914E-04	3,181E-05	5,630E-05	3,069E-05	3,378E-05
<b>Juin</b>	5,637E-03	4,884E-06	2,253E-06	2,554E-02	1,085E-02	1,890E-04	6,766E-04	9,708E-05	4,805E-05	3,102E-05	3,508E-05
<b>Juillet</b>	5,886E-04	/	/	2,311E-02	1,008E-02	1,413E-04	9,598E-04	6,678E-05	5,952E-05	3,614E-05	3,423E-05
<b>Août</b>	1,917E-03	5,773E-06	9,668E-07	2,251E-02	9,528E-03	2,215E-04	8,710E-04	3,205E-05	5,791E-05	3,248E-05	3,021E-05
<b>Septembre</b>	1,309E-03	5,275E-06	1,774E-06	2,118E-02	9,136E-03	1,320E-04	6,562E-04	2,805E-05	4,396E-05	3,115E-05	3,128E-05
<b>Octobre</b>	1,977E-03	1,843E-06	2,251E-07	2,142E-02	9,055E-03	1,246E-04	7,675E-04	3,224E-05	6,808E-05	3,330E-05	3,947E-05
<b>Novembre</b>	1,669E-03	5,111E-06	2,965E-06	2,432E-02	1,018E-02	3,203E-04	7,172E-04	3,645E-05	9,926E-05	3,656E-05	3,451E-05
<b>Décembre</b>	2,309E-03	/	/	2,103E-02	9,170E-03	3,036E-04	6,524E-04	3,685E-05	1,193E-04	3,907E-05	3,658E-05
<b>TOTAL ANNUEL</b>	2,60E-02	2,75E-05	8,83E-06	2,66E-01	1,12E-01	2,27E-03	8,85E-03	6,91E-03	1,52E-03	3,92E-04	4,02E-04

	Volumes rejetés (m <sup>3</sup> )	Activités gaz rares (TBq)	Activité Tritium (TBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	3,47E+08	3,143E-02	6,394E-02	2,474E+01	1,056E-03	7,287E-03
Février	3,33E+08	3,121E-02	6,713E-02		8,432E-04	1,762E-04
Mars	3,67E+08	3,439E-02	8,288E-02		7,875E-04	1,292E-04
Avril	3,41E+08	3,176E-02	6,235E-02	4,867E+01	8,484E-04	1,646E-04
Mai	3,25E+08	3,278E-02	5,993E-02		8,542E-04	1,526E-04
Juin	3,62E+08	4,203E-02	9,983E-02		8,656E-04	2,112E-04
Juillet	3,54E+08	3,378E-02	1,519E-01	8,740E+01	1,101E-03	1,967E-04
Août	3,55E+08	3,396E-02	1,311E-01		1,093E-03	1,527E-04
Septembre	3,21E+08	3,163E-02	9,291E-02		7,882E-04	1,344E-04
Octobre	3,40E+08	3,246E-02	8,964E-02	5,572E+01	8,920E-04	1,731E-04
Novembre	3,72E+08	3,617E-02	7,989E-02		1,038E-03	2,068E-04
Décembre	3,39E+08	3,251E-02	7,027E-02		9,560E-04	2,318E-04
<b>TOTAL ANNUEL</b>	4,16E+09	4,04E-01	1,05E+00	2,17E+02	1,11E-02	9,22E-03

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

#### d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2024.

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2022	4,57E+02	1,22E+03	4,67E+02	1,18E-02	3,56E-03
2023	4,31E+02	1,33E+03	2,69E+02	1,25E-02	5,43E-03
2024	4,04E+02	1,05E+03	2,17E+02	1,11E-02	9,22E-03
Prévisionnel 2024	5,00E+02	1,30E+03	4,50E+02	2,00E-02	2,00E-02

**Commentaires :** Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2024.

### e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASNR n°2014-DC-0414 pour les mois de janvier à mai et la décision ASNR n° 2024-DC-0779 pour les mois de juin à décembre.

Paramètres	Localisation prélèvement	Prescriptions	Limites annuelles de rejet			Rejet	
			Valeur			Valeur maximale	Valeur moyenne
			Période 1	Période 2	Prorata temporis		
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,50E+04			4,20E+01	3,37E+01
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+07			1,43E+06	S.O.
	Cheminée n° 2	Débit moyen journalier (Bq/s)	5,00E+07			1,13E+06	S.O.
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,40E+03			1,61E+02	S.O.
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	5,00E+03	4,00E+03	4,42E+03	1,52E+02	8,76E+01
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+06			2,06E+04	S.O.
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+06			5,48E+04	S.O.
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	8,00E-01			1,10E-03	9,24E-04
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02			5,19E-01	S.O.
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02			5,70E-01	S.O.
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E-01			7,29E-03	7,68E-04
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02			1,19E+01	S.O.
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	5,00E+02			9,95E-02	S.O.

\*Période 1 : Correspond à l'activité rejetée de janvier à mai

\*Période 2 : Correspond à l'activité rejetée de juin à décembre

**Commentaires :** Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASNR n°2014-DC-0414 et 2024-DC-0779. Les débits instantanés ont respecté les valeurs de la décision ASNR n°2014-DC-0414 et 2024-DC-0779 tout au long de l'année 2024.

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

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

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

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

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

	Volume des rejets diffus (m <sup>3</sup> )	Rejets de vapeur du circuit secondaire		Rejets au niveau des événements des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines et d'entreposage des effluents liquides		Autres rejets	
		Tritium (Bq)	Iodes (Bq)	Tritium (Bq)	Iodes (Bq)	Tritium (Bq)	Iodes (Bq)
Janvier	8,58E+03	0	0	2,467E+07	0	0	0
Février	8,01E+03	0	0	2,406E+07	0	0	0
Mars	9,65E+03	0	0	5,842E+07	0	0	0
Avril	8,55E+03	0	0	1,116E+08	0	0	0
Mai	8,59E+03	0	0	7,795E+07	0	0	0
Juin	2,15E+04	0	0	4,470E+07	0	0	0
Juillet	3,42E+04	0	0	1,054E+08	0	0	0
Août	9,10E+03	0	0	3,621E+07	0	0	0
Septembre	9,95E+03	0	0	5,140E+07	0	0	0
Octobre	1,68E+04	0	0	6,308E+07	0	0	0
Novembre	7,15E+03	0	0	4,063E+07	0	0	0
Décembre	6,98E+03	0	0	7,682E+07	0	0	0
<b>TOTAL ANNUEL</b>	1,49E+05	0	0	7,15E+08	0	0	0

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

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

- Le lessivage chimique des générateurs de vapeur : l'encrassement des générateurs de vapeur peut nécessiter un lessivage chimique à l'origine de rejets chimiques à l'atmosphère (ammoniac...) qui nécessitent une autorisation administrative ; ces rejets sont, soit mesurés, soit estimés par calcul en fonction des quantités de produits chimiques utilisés.
- Les émissions des groupes électrogènes de secours : les groupes électrogènes de secours composés de moteurs diesel, les Turbines à Combustion (TAC) et les Diesels d'Ultime Secours (DUS) fonctionnant au gasoil sont destinés uniquement à alimenter des systèmes de sécurité et/ou à prendre le relais de l'alimentation électrique principale en cas de défaillance de celle-ci. Ils ont donc un rôle majeur en termes de sûreté nucléaire. Les émissions des gaz de combustion (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) de ces matériels de petites puissances sont faibles sachant qu'ils ne fonctionnent que peu de temps (moins de 50 h/an par diesel) lors des essais périodiques ou d'incidents.
- Les émissions de fluides frigorigènes. En effet, un CNPE est équipée de groupes frigorifiques pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs. Ces matériels utilisent des produits pouvant accroître l'effet de serre. Le fonctionnement des matériels et les opérations de maintenance conduisent à des émissions de fluides frigorigène. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.
- Les opérations de maintenance effectuées dans les bâtiments réacteur des CNPE : Lors de ces opérations, une quantité plus ou moins importante de calorifuges est changée par des produits neufs. Pendant les phases de montée en température correspondant à la remise en service des installations, certains types de calorifuges émettent, par dégradation thermique, des vapeurs formolées dans l'enceinte, qui peuvent être à l'origine de rejets de monoxyde de carbone.
- Le conditionnement de circuit à l'arrêt : à l'occasion des arrêts de tranche pour une durée supérieure à une semaine, la conservation humide des générateurs de vapeur permet de s'affranchir du risque de corrosion des matériaux constitutifs et de disposer d'une barrière biologique (écran d'eau) pour réaliser des travaux environnants. Les générateurs de vapeur sont alors remplis avec de l'eau déminéralisée conditionnée à l'hydrazine et additionnée avec de l'ammoniaque dans des proportions définies dans les spécifications chimiques de conservation à l'arrêt.

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

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SO<sub>x</sub>) et d'azote (NO<sub>x</sub>) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs Diesels) ayant fonctionné pendant 113 heures, des turbines à combustion (TAC) ayant fonctionné pendant 14 heures et diesels d'ultime secours (DUS) ayant fonctionné pendant 32 heures, au total sur les 2 tranches pour 2024 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes/ DUS	TAC	TOTAL
SOx	kg	1,83E+00	1,49E-01	1,98E+00
NOx	kg	3,10E+04	3,30E+03	3,43E+04

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

En 2024, 0,04m<sup>3</sup> de calorifuges dans les enceintes des bâtiments réacteurs 1 et 2 ont été renouvelés.

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

Concentration	Unité	Paramètre	EBA	ETY
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère	mg/m <sup>3</sup>	Monoxyde Carbone	2,63E-07	5,94E-09
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère	mg/m <sup>3</sup>	Formol	2,82E-07	6,37E-09

#### 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	1,89E+01
Morpholine	kg	1,00E+02

#### 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 Belleville-sur-Loire.

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

Paramètre	Masse en kg	Tonnes équivalent CO <sub>2</sub>
Chloro-fluoro-carbone (CFC)	0	0
Hydrogéo-chloro-fluor-carbone (HCFC)	0	0
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)	9,90E+01	1,73E+02
Hexafluorure de soufre (SF <sub>6</sub> )	1,67E+01	4,22E+02
<b>Total des émissions de GES en tonne équivalent CO<sub>2</sub></b>		<b>5,95E+02</b>

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 CO<sub>2</sub> 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 2024, les émissions liées à cette activité représentent 594,85 tonnes équivalent CO<sub>2</sub>.

L'équivalent CO<sub>2</sub> total des émissions de GES du CNPE constituées des pertes de fluides frigorigènes et SF<sub>6</sub> et de la combustion des diesels de secours, représente 0,310 gCO<sub>2</sub> / kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 19,2 TWh sur l'année 2024.

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

La liste ci-dessous récapitule les opérations de maintenance préventives les plus significatives de l'année 2024 :

- Inspection externe et interne de la bache TEG103BA, située au sein de l'unité de production numéro deux, suivant l'OT (ordre de travaux) numéro 06240273.
- Vérification externe de la soupape TEG107VY, située au sein de l'unité de production numéro deux, suivant l'OT numéro 06240273.
- Inspection externe et interne de la bache TEG102BA, située au sein de l'unité de production numéro deux, suivant l'OT numéro 06240268.
- Vérification externe de la soupape TEG106VY, située au sein de l'unité de production numéro deux, suivant l'OT numéro 06240268.

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

Le CNPE de Belleville-sur-Loire n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejets d'effluents à l'atmosphère en 2024.

## II. Rejets d'effluents liquides

### 1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

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

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

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

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

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

- par filtration et déminéralisation (résines échangeuses d'ions) permettant de retenir l'essentiel de la radioactivité,
- sur chaîne d'évaporation, permettant d'obtenir d'une part un distillat épuré chimiquement et d'activité faible, et d'autre part un 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 décision<sup>1</sup> donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au seuil de décision.

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.

---

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

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

### c. Cumul mensuel

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

	<sup>131</sup> I (MBq)	<sup>54</sup> Mn (MBq)	<sup>63</sup> Ni (MBq)	<sup>58</sup> Co (MBq)	<sup>60</sup> Co (MBq)	<sup>110m</sup> Ag (MBq)	<sup>123m</sup> Te (MBq)	<sup>124</sup> Sb (MBq)	<sup>125</sup> Sb (MBq)	<sup>134</sup> Cs (MBq)	<sup>137</sup> Cs (MBq)
<b>Janvier</b>	4,250E-01	5,205E-01	4,278E+00	6,298E+00	2,387E+00	4,924E-01	3,420E-01	1,311E+00	1,276E+00	4,602E-01	4,694E-01
<b>Février</b>	3,062E-01	3,721E-01	1,094E+01	4,475E+00	3,718E+00	3,577E-01	2,223E-01	3,552E-01	1,005E+00	3,632E-01	3,503E-01
<b>Mars</b>	9,953E-01	3,625E+00	2,050E+02	6,236E+01	5,014E+01	1,352E+00	7,383E-01	1,257E+00	5,466E+00	1,164E+00	2,079E+00
<b>Avril</b>	8,464E-01	1,441E+00	2,010E+01	1,350E+01	1,913E+01	1,006E+00	6,696E-01	1,038E+00	2,721E+00	1,014E+00	1,106E+00
<b>Mai</b>	6,255E-01	8,864E-01	7,158E+00	3,203E+00	1,304E+01	1,006E+00	5,279E-01	6,422E-01	3,566E+00	6,457E-01	7,151E-01
<b>Juin</b>	6,092E-01	7,564E-01	9,040E+00	1,702E+00	5,895E+00	9,550E-01	4,836E-01	5,870E-01	1,821E+00	6,281E-01	7,882E-01
<b>Juillet</b>	9,111E-01	1,367E+00	1,687E+01	7,574E+00	2,035E+01	2,360E+00	6,962E-01	9,351E-01	3,131E+00	1,029E+00	1,151E+00
<b>Août</b>	6,080E-01	7,447E-01	8,124E+00	1,086E+01	5,778E+00	8,077E-01	4,584E-01	7,800E-01	1,926E+00	6,806E-01	7,186E-01
<b>Septembre</b>	4,026E-01	4,968E-01	8,879E+00	6,298E+00	1,583E+00	4,839E-01	3,169E-01	4,934E-01	1,215E+00	4,075E-01	5,858E-01
<b>Octobre</b>	4,756E-01	5,508E-01	6,031E+00	3,393E+00	1,370E+00	5,606E-01	3,958E-01	6,172E-01	1,527E+00	5,423E-01	6,300E-01
<b>Novembre</b>	3,753E-01	4,079E-01	8,157E+00	2,011E+00	1,320E+00	5,315E-01	3,011E-01	4,623E-01	1,217E+00	4,570E-01	4,860E-01
<b>Décembre</b>	4,425E-01	4,262E-01	3,161E+00	8,954E-01	1,904E+00	4,612E-01	3,609E-01	4,193E-01	1,303E+00	4,611E-01	5,595E-01
<b>TOTAL ANNUEL</b>	7,02E+00	1,16E+01	3,08E+02	1,23E+02	1,27E+02	1,04E+01	5,51E+00	8,90E+00	2,62E+01	7,85E+00	9,64E+00

	Volumes T rejetés (m <sup>3</sup> )	Volumes Ex rejetés (m <sup>3</sup> )	Volumes rejetés (m <sup>3</sup> )	Activité Tritium (MBq)	Activité Carbone 14 (MBq)	Activités Iodes (MBq)	Activités Autres PF et PA (MBq)
Janvier	1,43E+03	7,15E+03	8,58E+03	2,296E+06	1,479E+03	4,250E-01	1,783E+01
Février	1,00E+03	6,98E+03	7,98E+03	1,469E+06	7,140E+02	3,062E-01	2,216E+01
Mars	2,63E+03	7,02E+03	9,65E+03	5,211E+06	1,466E+03	9,953E-01	3,344E+02
Avril	2,19E+03	6,33E+03	8,52E+03	1,024E+07	3,589E+03	8,464E-01	6,172E+01
Mai	2,16E+03	6,41E+03	8,57E+03	7,011E+06	2,148E+03	6,255E-01	3,139E+01
Juin	2,19E+03	1,49E+04	1,85E+04	3,934E+06	2,956E+03	6,092E-01	2,266E+01
Juillet	2,19E+03	2,32E+04	2,61E+04	3,212E+06	1,563E+03	9,111E-01	5,547E+01
Août	2,03E+03	7,07E+03	9,10E+03	3,190E+06	1,069E+03	6,080E-01	3,088E+01
Septembre	1,37E+03	8,58E+03	9,94E+03	3,609E+06	1,210E+03	4,026E-01	2,076E+01
Octobre	1,72E+03	1,01E+04	1,18E+04	5,154E+06	1,871E+03	4,756E-01	1,562E+01
Novembre	1,48E+03	5,64E+03	7,13E+03	3,660E+06	9,659E+02	3,753E-01	1,535E+01
Décembre	1,51E+03	5,45E+03	6,96E+03	7,165E+06	3,205E+03	4,425E-01	9,951E+00
<b>TOTAL ANNUEL</b>	2,19E+04	1,09E+05	1,33E+05	5,62E+07	2,22E+04	7,02E+00	6,34E+02

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 2024 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2024.

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres PA et PF
2022	4,47E+04	1,11E+01	1,14E-02	5,41E-01
2023	5,14E+04	1,02E+01	7,40E-03	1,02E+00
2024	5,62E+04	2,22E+01	7,02E-03	6,34E-01
Prévisionnel 2024	6,00E+04	1,50E+01	2,00E-02	8,00E-01

**Commentaires :** Le rejet de carbone 14 dépasse le prévisionnel établie par le CNPE pour les rejets liquides mais représente seulement 11,68 % de la limite réglementaire.

#### e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASNR n°2014-DC-0414 pour les mois de janvier à mai et la décision ASNR n° 2024-DC-0779 pour les mois de juin à décembre.

Paramètres	Prescriptions	Limites annuelles de rejet			Rejet
		Valeur			Valeur
		Période 1	Période 2	Prorata temporis	
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	6,00E+04	8,00E+04	7,17E+04	5,62E+05
	Débit d'activité maximum (Bq/s)	8,00E+01 x D			1,30E+07
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,90E+02			2,22E+01
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E-01			7,02E-03
	Débit d'activité maximum (Bq/s)	1,00E-01 x D			7,44E-01
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,00E+01			6,34E-01
	Débit d'activité maximum (Bq/s)	7,00E-01 x D			1,26E+01

\*Période 1 : Correspond à l'activité rejetée de janvier à mai

\*Période 2 : Correspond à l'activité rejetée de juin à décembre

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

#### f. Surveillance des eaux de surface

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

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2024 sont donnés dans le tableau suivant (valeurs moyennes et maximales).

Paramètre analysé	Activité volumique horaire à mi-rejet			Activité volumique : moyenne journalière			
	Valeur moyenne mesurée en 2024	Valeur maximale mesurée en 2024	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2024	Valeur maximale mesurée en 2024	Limite réglementaire	
Eau filtrée	Activité bêta globale	1,77E-01 Bq/L	3,20E-01 Bq/L	2,00E+00 Bq/L	-	-	-
	Tritium	4,29E+01 Bq/L	1,12E+02 Bq/L	2,80E+02 Bq/L	1,42E+01 Bq/L	9,33E+01 Bq/L	1,40E+02 <sup>(1)</sup> / 1,00E+02 <sup>(2)</sup> Bq/L
	Potassium	2,99E+00 mg/L	4,50E+00 mg/L	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	3,87E-02 Bq/L	1,46E-01 Bq/L	-	-	-	-

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

**Commentaires :** Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 2024 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 eaux vannes issues du CNPE de Belleville-sur-Loire sont traitées par la station d'épuration.

Les principales substances utilisées sont :

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

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

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

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

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

L'injection d'anti-tartre organique agit sur le processus de germination du tartre par un ralentissement de la vitesse de croissance des cristaux et permet de limiter également

l'adhésion du tartre et des matières en suspension sur les parois des principaux composants des circuits de par son effet filmant et dispersant.

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

- des composés liés à la fabrication de la monochloramine sur CNPE, tels que le sodium, les chlorures et l'ammonium issus respectivement de l'hypochlorite de sodium (NaOCl) et de l'ammoniaque (NH<sub>4</sub>OH),
- 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 leurs 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, à la suite de 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 (mg/kg/j)-1 a été établie par l'US EPA en 1987. Une mise à jour de l'évaluation de risque sanitaire, à la suite de 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.

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.

#### **b. Règles spécifiques de comptabilisation**

En application de l'article 3.2.7. -I. de la décision ASNR 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.

### 3. Rejets d'effluents liquides chimiques en Loire

#### a. Cumul mensuel issus des réservoirs T, S et Ex ou Station de déminéralisation

Le cumul mensuel des rejets chimiques est donné dans le tableau suivant :

	Acide borique (kg)	Morpholine (kg)	Hydrazine (kg)	Lithine (kg)	Détergents (kg)	Phosphates (kg)	MES (kg)	DCO (kg)	Azote total (kg)	Sodium (kg) (Station de Déminéralisation)	Chlorures (kg) (Station de Déminéralisation)
Janvier	3,566E+01	1,657E+01	3,346E-02	2,70E-02	8,58E+00	4,869E+01	1,432E+02	7,87E+01	2,455E+01	1,039E+03	2,882E+03
Février	3,716E+01	4,270E+00	1,996E-02	7,26E-03	7,98E+00	6,529E+01	5,052E+01	5,31E+01	3,568E+01	2,574E+03	4,595E+03
Mars	1,332E+02	2,419E+00	2,412E-02	4,93E-02	9,65E+00	6,265E+00	3,652E+01	1,13E+02	3,099E+01	2,889E+02	6,013E+02
Avril	6,576E+01	4,541E+00	2,130E-02	1,67E-02	8,52E+00	4,070E+00	9,933E+01	1,41E+02	3,526E+01	9,870E+02	3,158E+03
Mai	6,448E+02	9,074E+00	2,143E-02	2,9E-02	8,57E+00	1,983E+00	1,003E+02	6,89E+01	3,321E+01	1,275E+03	2,881E+03
Juin	7,075E+01	2,762E+01	5,165E-02	4,25E-02	1,85E+01	6,119E+00	2,272E+02	3,00E+02	3,413E+01	1,614E+02	2,646E+02
Juillet	3,227E+02	3,607E+01	7,476E-02	1,83E-02	2,61E+01	8,593E+00	1,395E+02	2,35E+02	3,067E+01	3,990E+02	3,517E+02
Août	3,716E+01	1,710E+01	2,275E-02	1,16E-01	9,10E+00	3,226E+00	4,307E+01	1,72E+02	2,954E+01	/	/
Septembre	5,838E+01	3,003E+00	2,486E-02	3,81E-02	9,94E+00	5,395E+00	4,243E+01	2,98E+01	3,823E+01	2,862E+02	1,339E+02
Octobre	1,145E+02	3,691E+01	7,138E-02	1,90E-02	1,18E+01	9,410E+00	7,905E+01	9,59E+01	3,290E+01	/	/
Novembre	6,201E+01	3,227E+00	1,782E-02	8,41E-02	7,13E+00	8,504E+00	4,731E+01	5,69E+01	3,372E+01	2,550E+02	1,076E+02
Décembre	6,201E+01	3,227E+00	1,782E-02	1,28E-02	5,45E+00	8,504E+00	4,731E+01	2,09E+01	3,372E+01	/	/
<b>TOTAL ANNUEL</b>	1,64E+03	1,64E+02	4,01E-01	4,61E-01	1,31E+02	1,76E+02	1,06E+03	1,37E+03	3,93E+02	7,27E+03	1,50E+04

Le tableau ci-dessous présente le cumul mensuel des métaux totaux et de ses composants :

	Aluminium total (kg)	Chrome total (kg)	Fer total (kg)	Manganèse total (kg)	Nickel total (kg)	Plomb total (kg)	Cu (kg)	Zn (kg)	Métaux totaux (kg)
Janvier	2,503E-01	2,145E-02	9,490E+00	1,847E-01	2,145E-02	2,718E-02	1,547E+03	5,554E+02	2,113E+03
Février	7,984E-02	1,996E-02	2,388E+00	1,317E-01	3,251E-02	9,088E-03	1,695E+03	4,866E+02	2,185E+03
Mars	3,001E-01	2,412E-02	3,653E+00	3,693E-01	9,113E-02	2,121E-02	1,943E+03	7,750E+02	2,723E+03
Avril	3,958E-01	2,130E-02	2,100E+01	5,034E-01	2,130E-02	2,132E-02	1,671E+03	6,391E+02	2,332E+03
Mai	1,763E-01	2,143E-02	6,873E+00	2,911E-01	2,143E-02	5,173E-02	1,661E+03	6,331E+02	2,302E+03
Juin	1,963E+00	4,630E-02	1,164E+01	9,591E-01	4,630E-02	4,046E-02	1,341E+03	4,584E+02	1,814E+03
Juillet	8,423E-01	6,536E-02	5,217E+00	7,784E-01	6,536E-02	3,080E-02	9,236E+02	3,689E+02	1,299E+03
Août	9,101E-02	2,275E-02	7,847E+00	5,536E-01	2,275E-02	1,682E-02	7,297E+02	2,427E+02	9,809E+02
Septembre	9,943E-02	2,486E-02	7,198E+00	6,909E-01	2,486E-02	1,336E-02	7,043E+02	2,565E+02	9,688E+02
Octobre	3,901E-01	2,950E-02	3,011E+00	4,663E-01	2,950E-02	1,955E-02	1,343E+03	4,962E+02	1,843E+03
Novembre	1,954E-01	1,782E-02	3,971E+00	2,717E-01	1,782E-02	1,291E-02	1,603E+03	5,893E+02	2,197E+03
Décembre	2,114E-01	1,740E-02	2,189E+00	1,654E-01	1,740E-02	6,959E-03	1,809E+03	9,181E+02	2,730E+03
<b>TOTAL ANNUEL</b>	5,00E+00	3,32E-01	8,45E+01	5,37E+00	4,12E-01	2,71E-01	1,70E+04	6,42E+03	2,35E+04

Le tableau ci-dessous présente le cumul mensuel de la station d'épuration :

	DCO (kg)	DBO (kg)	MES (kg)	Azote Kjeldahl (kg)	Azote total (kg)	Phosphore (kg)
<b>Janvier</b>	2,81E+01	4,05E+00	7,43E+00	3,38E+00	/	2,70E+00
<b>Février</b>	3,99E+01	1,43E+00	9,14E+00	3,36E+01	/	2,09E+00
<b>Mars</b>	3,39E+01	4,35E+00	8,56E+00	1,83E+01	/	2,06E+00
<b>Avril</b>	3,29E+01	6,81E+00	5,11E+00	3,75E+00	/	1,65E+00
<b>Mai</b>	3,57E+01	1,41E+01	6,18E+00	1,09E+01	/	2,58E+00
<b>Juin</b>	2,61E+01	1,62E+01	8,66E+00	/	1,83E+01	2,35E+00
<b>Juillet</b>	3,71E+01	2,48E+00	1,61E+01	/	1,81E+01	1,76E+00
<b>Août</b>	2,54E+01	7,22E+00	1,12E+01	/	9,03E+00	1,31E+00
<b>Septembre</b>	2,63E+01	8,71E+00	5,85E+00	/	1,86E+01	1,69E+00
<b>Octobre</b>	3,19E+01	1,02E+01	1,26E+01	/	2,4s2E+01	2,44E+00
<b>Novembre</b>	2,77E+01	4,97E+00	7,78E+00	/	2,33E+01	2,65E+00
<b>Décembre</b>	4,52E+01	9,76E+00	9,06E+00	/	3,55E+01	2,11E+00
<b>TOTAL ANNUEL</b>	3,90E+02	9,03E+01	1,08E+02	6,99E+01	1,47E+02	2,54E+01

## b. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents non radioactifs liquides de l'année 2024 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2024 :

Substances	Unité	2022	2023	2024	Prévisionnel 2024
Acide borique	kg	4,98E+03	4,39E+03	1,64E+03	5 000
Morpholine	kg	1,24E+02	3,04E+02	1,64E+02	2,00E+02
Hydrazine	kg	6,17E-01	8,10E-01	4,01E-01	5,80E-01
Lithine	kg	1,80E+02	2,25E-01	4,61E-01	/
Détergents	kg	2,17E+02	1,31E+02	1,31E+02	1,50E+02
Azote total	kg	3,42E+02	3,12E+02	3,93E+02	3,80E+02
Phosphates	kg	3,33E+02	3,20E+02	1,76E+02	3,00E+02
Sodium	kg	2,60E+04	3,75E+04	7,27E+03	3,40E+04
Chlorures	kg	5,87E+04	7,42E+04	1,50E+04	7,50E+04
MES	kg	1,82E+02	2,54E+02	1,08E+02	/
DCO	kg	2,28E+03	2,76E+03	1,37E+03	/
Cuivre total	kg	1,12E+04	8,01E+03	1,70E+04	1,50E+04
Zinc total	kg	4,11E+03	2,72E+03	6,42E+03	5,00E+03

**Commentaires :** Des dépassements en zinc et cuivre ont été observés. Un aléa site a été ouvert (BEL-9C2523-AS-N°075) pour investiguer la situation, mettant en évidence une corrélation entre le débit de la Loire, les variations observées et les rejets Cu/Zn de la tranche. Les rejets de zinc dépassent le prévisionnel mais restent dans le respect de la limite. Un dépassement du prévisionnel de l'azote total a été observé, toutefois, la limite n'a pas été dépassée.

### c. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASNR n°2014-DC-0414 pour les mois de janvier à mai et la décision ASNR n° 2024-DC-0779 pour les mois de juin à décembre.

Substances	Limite		Rejet			Limite		Rejet		Limite	Rejet	Limite			Rejet
	Concentration maximale ajoutée (mg/L)		Valeur maximale calculée (mg/L)		Valeur moyenne calculée (mg/L)	Flux 24h (kg)		Valeur maximale calculée (kg)		Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Flux annuel ajouté (kg)			Flux annuel calculé (kg)
	Période 1	Période 2	Période 1	Période 2		Période 1	Période 2	Période 1	Période 2	Période 1 et 2		Période 1	Période 2	Prorata temporis	
Acide borique	1,50E+01		5,89E-01		1,23E-01	1,70E+03		1,62E+02		2,30E+02	1,56E+01	1,20E+04			1,63E+03
Morpholine	3,50E+00	1,50E+00	3,95E-02	1,01E-01	3,50E-02	2,10E+01	1,70E+01	2,53E+00	5,92E+00	-	3,01E+00	1,16E+03	6,50E+02	8,63E+02	1,63E+02
Hydrazine	1,00E-01	5,00E-02	7,77E-05	5,51E-04	9,92E-05	1,00E+00		4,37E-02		-	2,07E-02	1,70E+01	6,00E+00	1,06E+01	4,05E-01
Détergents	9,00E-01		1,51E-03		1,42E-03	8,00E+01		1,48E+00		1,10E+01	4,03E-01	2,10E+03			1,10E+02
Azote	1,20E+00	4,30E+00	8,78E-02	1,06E-01	8,01E-02	2,40E+01	9,60E+01	5,37E+00	5,66E+00	-	3,05E+00	3,23E+03	6,50E+03	5,14E+03	3,96E+02
Phosphates	9,00E-01		1,95E-01		4,89E-02	6,00E+01		1,25E+01		2,00E+01	5,22E+00	1,60E+03	8,75E+02	1,18E+03	1,78E+02
Sodium	2,80E+01	3,80E+01	2,94E+00	1,52E+00	1,61E+00	7,50E+02	9,24E+02	5,81E+02	2,86E+02	-	-	-	-	-	-
Chlorures	4,70E+01	6,20E+01	5,37E+00	1,78E+00	2,55E+00	1,30E+03	1,77E+03	1,01E+03	3,29E+02	-	-	-	-	-	-
Métaux totaux	5,60E-01	1,10E-01	1,80E-02	1,79E-02	1,00E-02	1,06E+02	-	1,02E+00	1,39E+00	-	4,84E-01	-	1,15E+02	6,83E+01	7,91E+01
MES	5,00E-01		2,84E-01		1,56E-01	8,00E+01	1,50E+02	3,26E+01	2,14E+01	1,00E+01	7,51E+00	-	-	-	1,05E+03
DCO	6,00E-01		2,90E-01		1,47E-01	1,50E+02		2,87E+01		1,40E+01	7,85E+00	-	-	1,37E+03	2,09E+03

\*Période 1 : Correspond à l'activité rejetée de janvier à mai

\*Période 2 : Correspond à l'activité rejetée de juin à décembre

L'article 5.3.1 de la décision ASNR n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2024, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Belleville-sur-Loire est évaluée à 0,461 kg.

**Commentaires :** Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de la décision ASNR n°2014-DC-0414 et n°2024-DC-0779.

#### 4. Rejets d'effluents liquides chimiques via le CTE et ATO

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques liées au traitement contre le tartre et au traitement biocide du CNPE de Belleville-sur-Loire, dont les premiers essais ont débuté en juillet 2024

##### a. Cumul mensuel

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

	Chlorures (kg)	Sodium (kg) Traitement monochloramine	Sodium (kg) Traitement antitartre	AOX (kg)	Chlorates (kg)	CRT (kg)	Ammonium (kg)	Nitrites (kg)	Nitrates (kg)	Polyacrylates (kg)	DCO (kg)
Juillet	4,441E+01	3,305E+01	/	4,272E-01	4,265E+00	0	7,819E+00	5,530E+00	3,771E+02	/	/
Août	1,427E+03	1,065E+03	/	5,098E+00	6,690E+00	5,671E+01	4,947E+01	9,231E+01	9,446E+02	/	/
Septembre	2,490E+03	1,868E+03	/	1,023E+00	5,805E+01	1,033E+02	6,869E+01	5,085E+01	1,427E+03	/	/
Octobre	3,267E+02	2,443E+02	2,04E+00	1,012E+00	2,062E+01	3,511E+01	2,936E+01	0	2,058E+02	1,20E+01	1,56E+01
Novembre	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Décembre	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>TOTAL ANNUEL</b>	4,29E+03	3,21E+03	2,04E+00	7,56E+00	8,96E+01	1,95E+02	1,55E+02	1,49E+02	2,95E+03	1,20E+01	1,56E+01

##### b. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Etant donné que les essais ont eu lieu au cours de l'année 2024, il n'y a pas de prévisionnel des valeurs de rejets d'effluents liquides.

### c. Comparaison aux limites et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous présente les rejets annuels relatifs au traitement biocide à la monochloramine pour chaque type de substance chimique.

- Traitement à la monochloramine courant

Paramètres	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée au rejet (mg/L)	Valeur maximale (mg/L)	Valeur moyenne (mg/L)	Flux 24h ajouté (kg)	Valeur maximale (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel (kg)
Chlorures	6,20E+01	9,98E-01	5,14E-01	3,01E+03	3,29E+02	-	4,29E+03
Sodium	3,80E+01	7,49E-01	3,85E-01	2,31E+03	2,47E+02	-	3,21E+03
AOX	7,50E-02	6,53E-03	2,89E-03	1,60E+01	1,98E+00	18,34E+02 +94 par opération de chloration massive	7,56E+00
CRT	2,60E-01	7,61E-02	4,68E-02	5,40E+01	2,51E+01	12,00E+03 +78 par opération de chloration massive	1,95E+02
Ammonium	4,30E+00	1,01E-01	3,19E-02	1,15E+02	3,05E+01	-	1,55E+02
Nitrites	4,30E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,20E+02	2,51E+01	-	1,49E+02
Nitrates	4,30E+00	1,01E+00	2,53E-01	1,22E+03	3,77E+02	-	2,95E+03
Chlorates	-	4,80E-02	4,80E-02	-	3,29E+01	-	8,96E+01

- Traitement antitartre

Paramètres	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée au rejet (mg/L)	Valeur maximale (mg/L)	Valeur moyenne (mg/L)	Flux 24h ajouté (kg)	Valeur maximale (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel (kg)
DCO	7,2E+00	5,02E-02	5,02E-02	1,48E+03	1,56E+01	-	1,56E+01
Polyacrylates	5,50E+00	3,86E-02	3,86E-02	1,14E+03	1,20E+01	1,08E+05	1,20E+01
Sodium	38E+00	6,57E-03	6,57E-03	23,06E+02	2,04E+00	-	2,04E+00

Commentaires : La stratégie de traitement a été adaptée au cours de la campagne de traitement biocide sans entraîner de dépassement des limites.

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

**Cf** : Partie 1-II-3b

## 6. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

Le CNPE de Belleville-sur-Loire n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2024.

### 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 aérateur dans un circuit dit fermé.

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

L'échauffement de l'eau (écart de température entre la sortie et l'entrée :  $\Delta T$ °C) est lié à la puissance thermique ( $P_{th}$ ) à évacuer au condenseur et au 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'aérateurs. Dans un aérateur, 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'aérateur 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 Belleville-sur-Loire et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans la décision ASN n°2014-DC-0414.

Le CNPE de Belleville-sur-Loire réalise en continu des mesures de températures en amont, au rejet et en aval du CNPE et un suivi des rejets thermiques conformément aux autorisations de rejet en vigueur. Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents pour l'année 2024 sont présentés dans les tableaux suivants :

	Température moyenne amont (°C)			Echauffement moyen amont-aval calculé (°C)			Température moyenne aval après mélange (°C)		
	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy
Janvier	6,0	5,3	5,6	0,15	0,03	0,06	6,1	5,4	5,7
Février	8,7	8,2	8,5	0,12	0,03	0,07	8,9	8,4	8,6
Mars	10,5	9,8	10,1	0,06	0,02	0,03	10,5	9,8	10,2
Avril	13,5	12,4	12,9	0,10	0,02	0,05	13,6	12,5	13,1
Mai	15,9	14,9	15,4	0,07	0,01	0,03	16,2	15,3	15,7
Juin	20,5	18,9	19,7	0,06	0	0,04	20,7	19,1	19,9
Juillet	23,9	21,8	22,8	0,09	0,01	0,03	23,7	21,9	22,8
Août	25,5	22,6	24,0	0,23	0,03	0,11	25,3	22,7	24,0
Septembre	19,1	17,7	18,4	0,19	0,03	0,11	19,2	17,9	18,6
Octobre	15,4	14,8	15,1	0,10	0,01	0,05	15,5	15,0	15,2
Novembre	10,9	10,1	10,5	0,17	0,04	0,09	11,0	10,3	10,6
Décembre	6,8	6,4	6,6	0,11	0,03	0,06	6,9	6,6	6,7

## 2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites fixées à l'article EDF-BEL-134 de la décision ASNR n°2014-DC-0414.

Paramètres	Unité	Limite en vigueur	Valeurs maximales
Echauffement amont-aval calculé	°C	1°C ou 1,5°C si la température de la Loire est > 15°C	0,23
Température aval après mélange	°C	-	25,3

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

## 3. En conditions climatiques exceptionnelles

Aucun épisode caniculaire nécessitant l'utilisation des limites en conditions climatiques exceptionnelles n'a eu lieu en 2024.

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

L'année 2024 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 Belleville-sur-Loire 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<sup>er</sup> avril 2017 à une réglementation commune, la décision ASNR 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 Belleville-sur-Loire applique un traitement biocide à l'eau des circuits de refroidissement dont les essais ont débuté en juillet 2024.

Les résultats microbiologiques indiqués sont issus de l'exigence 5.4.1 de la décision ASNR 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 2024 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 et mesurés en aval dans le fleuve sont détaillés en annexe 1 et 2.

Paramètre	Valeur maximale observée en 2024	Seuil d'action
<i>Legionella pneumophila</i>	320 000	10 000 UFC / L
<i>Naegleria fowleri</i>	3	100 <i>N.fowleri</i> / L

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

## II. Synthèse des traitements biocides et rejets associés

En 2024, le CNPE de Belleville-sur-Loire n'a pas réalisé de campagne de traitement. Après des essais à partir de juillet 2024, l'installation de traitement à la monochloramine sera mise en service en 2025.

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

## Partie VI - Surveillance de l'environnement

### I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

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

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

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

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

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

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



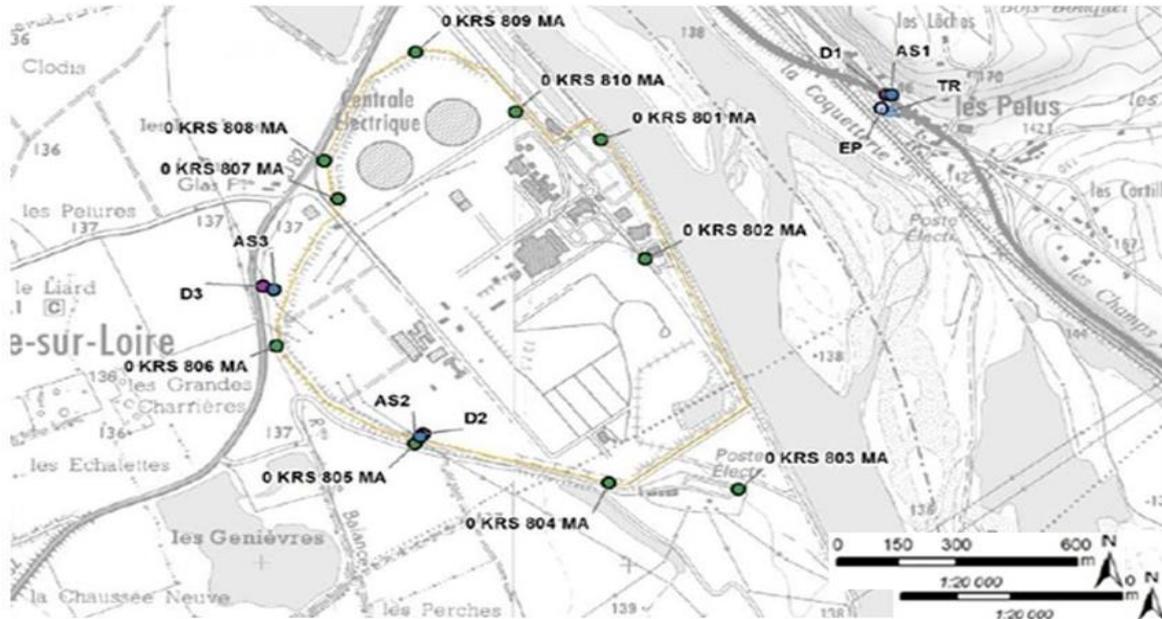


Figure 5 : Localisation des stations KRS (réseaux clôture et 1km)

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 2024 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives aux années antérieures sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose moyen année 2024 (nSv/h)	Débit de dose max année 2024 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2023 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2022 (nSv/h)
Clôture	1,32E+02	2,20E+02	1,33E+02	1,33E+02
1 km	1,09E+02	1,80E+02	1,09E+02	1,08E+02
5 km	1,27E+02	2,40E+02	1,27E+02	1,28E+02
10 km	1,28E+02	2,10E+02	1,29E+02	1,29E+02

**Commentaires :** Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2024 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et cohérentes avec les résultats des années antérieures.

## 2. Surveillance du compartiment atmosphérique

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

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 2024 sont donnés dans le tableau suivant.

Compartiment	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)	
Poussières atmosphériques (Bq/m <sup>3</sup> )	Bêta globale	4,95E-04	2,24E-03	1,0E-02 Bq/m <sup>3</sup>	
	Spectrométrie gamma	<sup>58</sup> Co	1,17E-05	1,60E-05	-
		<sup>60</sup> Co	8,58E-06	1,10E-05	-
		<sup>134</sup> Cs	9,30E-06	1,10E-05	-
		<sup>137</sup> Cs	7,32E-06	8,60E-06	-
	<sup>40</sup> K	1,35E-04	2,20E-04	-	
Tritium atmosphérique (Bq/m <sup>3</sup> )		1,94E-01	2,60E-01	5,0E+01 Bq/m <sup>3</sup>	
Eau de pluie (Bq/L)	Bêta globale	1,73E-01	3,80E-01	-	
	Tritium	5,51E+00	6,80E+00	-	

**Commentaires :** Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2024 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 2024 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seules les activités relatives aux radionucléides d'origine artificielle en lien avec le spectre de référence des effluents et au potassium 40 ainsi que les autres radionucléides d'origine artificielle supérieures aux seuils de décision sont présentés.

Nature du prélèvement	Radionucléide		Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres (Bq/kg sec)	Spectrométrie gamma	<sup>137</sup> Cs	Mensuelle	4,55E-01	8,70E-01
		<sup>40</sup> K		8,21E+02	1,02E+03
Lait (Bq/L)	Spectrométrie gamma	<sup>40</sup> K	Mensuelle	5,02E+01	6,10E+01

**Commentaires :** Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment terrestre ainsi que leur interprétation pour l'année 2023 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en **annexe 3**.

Ces résultats montrent que la radioactivité présente dans l'environnement terrestre au voisinage du CNPE de Belleville-sur-Loire est majoritairement d'origine naturelle et que les niveaux sont stables en comparaison de ceux mesurés avant la mise en service des installations du site.

En 2023, la radioactivité d'origine artificielle détectée dans le compartiment terrestre est liée à la présence du <sup>137</sup>Cs. Ce radionucléide provient des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl.

Les activités en <sup>3</sup>H libre et en <sup>14</sup>C mesurées dans le lierre, les salades et le lait et en <sup>3</sup>H° organiquement lié dans les salades sont cohérentes, aux incertitudes de mesure près, avec le bruit de fond radiologique ambiant en dehors de toute influence industrielle pour ces radionucléides (de 0,3 à 1,8 Bq/L d'eau de déshydratation pour le <sup>3</sup>H libre, de 0,3 à 1,6 Bq/L d'eau de combustion pour le <sup>3</sup>H organiquement lié et de 221 ± 7 Bq/kg de C pour le <sup>14</sup>C<sup>3</sup>). Ces résultats sont comparables avec ceux obtenus les années précédentes. Le niveau d'activité en <sup>3</sup>H organiquement lié dans le lierre, supérieur de quelques becquerels au bruit de fond radiologique ambiant, met en évidence une influence locale des rejets d'effluents radioactifs atmosphériques du CNPE de Belleville-sur-Loire sur l'environnement terrestre.

Les activités mesurées dans le compartiment terrestre en radionucléides artificiels, dont la présence peut être partiellement liée au fonctionnement du CNPE de Belleville-sur-Loire, sont de plusieurs ordres de grandeur inférieures à la radioactivité naturelle présente dans l'environnement du site.

#### 4. Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment aquatique ainsi que leur interprétation pour l'année 2023 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en **annexe 3**.

<sup>3</sup> IRSN (2024) Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2021 à 2023, rapport n° 2024-00600, 340 p. : [https://www.irsn.fr/sites/default/files/2024-12/IRSN\\_Bilan-etat-radiologique-environnement-francais-2021-2023\\_BD.pdf](https://www.irsn.fr/sites/default/files/2024-12/IRSN_Bilan-etat-radiologique-environnement-francais-2021-2023_BD.pdf)

Ces résultats montrent que la radioactivité présente dans l'environnement aquatique au voisinage du CNPE de Belleville-sur-Loire est majoritairement d'origine naturelle et que les niveaux sont stables en comparaison de ceux mesurés avant la mise en service des installations du site.

Dans le compartiment aquatique, du  $^{137}\text{Cs}$  est mesuré en 2023, comme les années passées, dans les sédiments, les phanérogame et les poissons. Les niveaux d'activité sont du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval du CNPE de Belleville-sur-Loire dans les phanérogame, compte tenu des incertitudes de mesure. Dans les sédiments et les poissons, les niveaux d'activité mesurés uniquement à l'aval sont également du même ordre de grandeur que les seuils de décision analytiques des mesures réalisées à l'amont. Ce radionucléide provient principalement des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl ; cependant, une contribution du CNPE de Belleville-sur-Loire ne peut être exclue à l'aval. L'influence des rejets d'effluents radioactifs liquides réalisés par le CNPE de Belleville-sur-Loire est mise en évidence par la présence de  $^{58}\text{Co}$  et  $^{60}\text{Co}$  dans les phanérogame prélevées à l'aval du site.

En 2023, les activités en  $^3\text{H}$  libre mesurées dans les poissons et les phanérogame, prélevés à l'amont et à l'aval du site, sont comprises dans la gamme de variabilité environnementale mesurable en milieu aquatique continental (de 0,3 à 1,8 Bq/L pour le tritium<sup>4</sup>). En revanche, les niveaux d'activité en  $^3\text{H}$  libre dans l'eau de boisson<sup>5</sup> prélevée à l'aval du site, ainsi qu'en  $^3\text{H}$  organiquement lié dans les poissons, supérieurs de quelques becquerels au bruit de fond radiologique ambiant, sont liés aux rejets d'effluents liquides tritiés du CNPE de Belleville-sur-Loire.

Les activités mesurées en  $^{14}\text{C}$  dans les poissons, à l'amont comme à l'aval du CNPE, sont supérieures à la valeur caractéristique d'un milieu fluvial non soumis à des rejets d'effluents radioactifs (de l'ordre de 200-220 Bq/kg de C<sup>6</sup>), avec un niveau d'activité supérieur à l'aval par rapport à l'amont. Ces résultats sont liés aux rejets d'effluents radioactifs liquides réalisés par le CNPE de Belleville-sur-Loire. La valeur mesurée à l'amont, supérieure au bruit de fond, s'explique par le fait que les poissons pêchés ont pu passer une partie de leur cycle de vie en aval de l'exutoire des rejets d'effluents liquides (présence de plusieurs passes à poissons sur la Loire au niveau de la prise d'eau du CNPE).

Les activités mesurées dans le compartiment aquatique en radionucléides artificiels, dont la présence peut être partiellement reliée au fonctionnement du CNPE de Belleville-sur-Loire, sont de plusieurs ordres de grandeur inférieures à la radioactivité naturelle présente dans l'environnement du site.

---

<sup>4</sup> IRSN (2024) Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2021 à 2023, rapport n° 2024-00600, 340 p. : [https://www.irsn.fr/sites/default/files/2024-12/IRSN\\_Bilan-etat-radiologique-environnement-francais-2021-2023\\_BD.pdf](https://www.irsn.fr/sites/default/files/2024-12/IRSN_Bilan-etat-radiologique-environnement-francais-2021-2023_BD.pdf)

<sup>5</sup> La détection de  $^3\text{H}$  libre dans les matrices aquatiques dépend fortement de la concomitance des rejets et des prélèvements en raison de la dilution et du transfert rapide du tritium libre au sein du milieu récepteur. Pour rappel, la valeur-guide dans l'eau potable recommandée par l'OMS est de 10 000 Bq/L. La réglementation européenne relative à l'eau potable appliquée par la France fixe par ailleurs une référence de qualité de 100°Bq/L, au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées pour rechercher la présence de radionucléides artificiels.

<sup>6</sup> IRSN (2021) Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2018 à 2020, rapport n° 2021-00765, 408 p. : [https://www.irsn.fr/sites/default/files/documents/expertise/rapports\\_expertise/IRSN-ENV\\_Bilan-Radiologique-France-2018-2020.pdf](https://www.irsn.fr/sites/default/files/documents/expertise/rapports_expertise/IRSN-ENV_Bilan-Radiologique-France-2018-2020.pdf)

## 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.

Paramètre	Unité	Valeur maximale mesurée
Tritium 3H	Bq/L	2,03E+02
Bêta Global (eau filtrée)	Bq/L	7,20E-01
Bêta Global MES	Bq/L	2,34E-01
Potassium	mg/L	1,80E+01

**Commentaires :** Les valeurs maximales en tritium des eaux souterraines proviennent du piézomètre 0 SEZ OO5 PZ qui est historiquement marqué. La radioactivité de l'eau est conforme à l'attendu.

## 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 33 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	7,90E+00
Conductivité	µS/cm	7,77E+02
Température	°C	2,80E+01
Hydrocarbures totaux	µS/cm	1, 61E-01
DCO	mg / l	1,52E+01
COT		2,60E+00
Ammonium		1,10E-01
NTK		2,20E+00
Métaux totaux		5,35E+00
Phosphates		2,20E-01
Nitrites		5,00E-02
Nitrates		3,92E+01
Chlorures		3,32E+01
Sulfates		2,85E+01
Sodium		2,02E+01

**Commentaires :** La physico-chimie de l'eau est conforme à l'attendu.

### 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 2024 pour les stations amont, rejet et aval.

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène moyen dissous (mg/L)	11,9	11	10,3	10,1	9,1	8,6	7,4	7,6	7,8	8,1	9,6	10,6
Conductivité moyenne (µS/cm)	220	223	205	220	204	250	274	312	280	229	241	216
pH moyen	7,9	7,9	7,7	7,7	7,7	7,8	7,8	8,2	7,9	7,7	7,8	7,8
Température moyenne (°C)	5,6	8,5	10,1	12,9	15,4	19,7	22,8	24	18,4	15,1	10,5	6,6

Station rejet	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène moyen dissous (mg/L)	10,4	9,8	9,6	9,3	8,9	8,6	8,3	7,9	8,6	9,1	9,8	10,3
Conductivité moyenne (µS/cm)	285	304	272	279	255	301	303	410	357	287	308	274
pH moyen	8,2	8,3	8,2	8,3	8,2	8,3	8,2	8,6	8,4	8,3	8,3	8,3
Température moyenne (°C)	11,6	14,8	15,6	18,9	20,6	22,7	24,3	26,5	22,4	20,3	17,0	14,3

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène moyen dissous (mg/L)	12	11,2	10,4	9,8	9	/	8,3	8,7	8,8	8,9	10,0	11,5
Conductivité moyenne (µS/cm)	227	233	213	219	198	/	267	318	279	224	238	216
pH moyen	7,7	7,9	7,8	7,8	7,7	/	7,9	8,3	8	/	7,8	7,8
Température moyenne (°C)	5,7	8,6	10,2	13,1	15,7	19,9	22,8	24,1	18,6	15,3	10,6	6,7

**Commentaires :** La surveillance des stations multi-paramètres ne relève aucun défaut.

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

## 2. Physico-chimie des eaux de surface

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

Station Sury-près-Léré et Neuvy-sur-Loire (amont)	Unité	05/06/24	09/07/24	07/08/24	09/09/24	24/09/24	08/10/24
Température	°C	18	21	24	18	17	15
Turbidité Secchi	cm	>100	70	70	60	>100	>100
Conductivité à 25°C	µS/cm	249	283	306	244	287	256
Oxygène dissous	mgO2/L	9,2	8,5	7,8	9,8	8,7	9,2
pH	pH	7,9	7,7	8,3	7,8	8	7,9
Saturation en oxygène dissous (IN SITU)	%	99	96	94	103	91	93
Turbidité	NFU	8	7,2	4,3	10	4,5	12
Titre alcalimétrique (TA)	°F	0	0	0	0	0	0
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°F	8,7	10,2	12,2	7,6	9,1	8,2
Titre acidimétrique (TACi)	°F	3	2,4	2,5	2,8	2,8	2,8
Dureté dissoute (TH)	°F	9,5	11,4	12,1	8,5	10	9,4
Dureté calcique dissoute	°F	7,5	9,3	9,8	6,5	7,8	7,5
Dureté magnésienne dissoute	°F	2	2,1	2,3	2	2,3	1,9
Carbone organique dissous (COD)	mg/L	4	3,9	3,6	5,2	3,4	4,9
Silice (SiO2)	mg/L	14	12	13	12	14	14
Calcium dissous (Ca)	mg/L	30	37	39	26	31	30
Magnésium dissous (Mg)	mg/L	4,9	5,2	5,7	4,9	5,6	4,7
Sodium dissous (Na)	mg/L	10	11	12	12	13	11
Potassium dissous (K)	mg/L	3,1	3,5	4,2	4,2	4,4	3,9
Hydrogénocarbonates HCO3	mg/L	106	124	149	93	111	100
Sulfates (SO4)	mg/L	14	15	16	16	18	15
DBO5J (non diluée)(éch.congelé)(ATU)	mgO2/L	<0,5	<0,5	0,9	0,8	<0,5	0,7
ST-DCO	mgO2/L	12	14	18	19	<10	13
Matières en suspension (MES)	mg/L	11	9,8	4	13	5,7	14
Nitrates (NO3)	mg/L	8,4	8,9	7,9	21	8,3	8,7
Nitrites (NO2)	mg/L	0,01	<0,01	0,02	0,01	<0,01	<0,01
Ammonium (NH4)	mg/L	<0,01	<0,01	0,01	0,04	0,02	<0,01
Chlorures (Cl)	mg/L	11	12	13	14	15	14
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/L	<0,5	0,7	0,6	0,6	<0,5	0,5
Azote global (N)	mg/L	1,90	2,71	2,39	5,34	1,89	2,46
Phosphore total (en P)	mg/L	0,08	0,08	0,06	0,11	0,08	0,10
Orthophosphates (PO4)	mg/L	0,17	0,13	0,10	0,18	0,17	0,14

Station Les Mantelots (aval)	Unité	05/06/24	09/07/24	07/08/24	09/09/24	24/09/24	08/10/24
Température	°C	18	21	24	18	17	15
Turbidité Secchi	cm	>100	70	70	60	>100	>100
Conductivité à 25°C	µS/cm	254	289	314	250	298	257
Oxygène dissous	mgO2/L	9,4	8,7	7,9	9,7	8,7	9,3
pH	pH	7,8	7,8	8,3	7,9	8,1	7,9
Saturation en oxygène dissous (IN SITU)	%	99	99	94	102	91	94
Turbidité	NFU	7,8	6,9	3,9	11	5,7	13
Titre alcalimétrique (TA)	°F	0	0	0	0	0	0
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°F	8,7	11	11	7,3	9,7	8,2
Titre acidimétrique (TACi)	°F	2,3	2,6	2,6	2,8	3	2,8
Dureté dissoute (TH)	°F	10	12	13	8,5	10	9,4
Dureté calcique dissoute	°F	8	9,8	10	6,5	8	7,5
Dureté magnésienne dissoute	°F	2	2,2	2,3	2	5,6	1,9
Carbone organique dissous (COD)	mg/L	4,1	3,8	3,6	5,1	3,3	4,6
Silice (SiO2)	mg/L	14	12	13	12	14	13
Calcium dissous (Ca)	mg/L	32	39	41	26	32	30
Magnésium dissous (Mg)	mg/L	5	5,3	5,7	4,8	5,6	4,7
Sodium dissous (Na)	mg/L	11	11	12	12	13	11
Potassium dissous (K)	mg/L	3,1	3,5	4,3	4,2	4,1	3,9
Hydrogénocarbonates HCO3	mg/L	106	132	135	89	118	100
Sulfates (SO4)	mg/L	14	15	16	16	18	15
DBO5J (non diluée)(éch.congelé)(AT U)	mgO2/L	<0,5	<0,5	0,9	0,5	<0,5	0,9
ST-DCO	mgO2/L	15	13	17	18	10	12
Matières en suspension (MES)	mg/L	12	11	6	13	5,4	15
Nitrates (NO3)	mg/L	8,4	9	8,1	7,7	8,7	8,7
Nitrites (NO2)	mg/L	<0,01	<0,01	0,02	0,01	<0,01	<0,01
Ammonium (NH4)	mg/L	0,02	<0,01	0,02	0,03	0,01	<0,01
Chlorures (Cl)	mg/L	11	12	13	14	16	14
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/L	<0,5	<0,5	0,5	0,6	0,5	0,5
Azote global (N)	mg/L	1,91	2,03	2,34	2,34	2,46	2,46
Phosphore total (en P)	mg/L	0,08	0,08	0,06	0,11	0,08	0,09
Orthophosphates (PO4)	mg/L	0,15	0,15	0,09	0,19	0,24	0,14

**Commentaires :** Très peu de disparités de la qualité physico-chimique de l'eau de la Loire sont constatées pour ce suivi hydroécologique 2024 réalisé de part et d'autre du CNPE de Belleville-sur-Loire. Globalement, les caractéristiques physico-chimiques sont équivalentes aux deux stations amont et aval. Les moyennes obtenues en 2024 sont du même ordre de grandeur que celles obtenues les années précédentes, pour les paramètres analysés dans le cadre de ce suivi. À noter que la valeur moyenne de la turbidité et des teneurs en MES sont plus élevées en 2021, résultant des conditions de forte hydrologie pour les campagnes de septembre et d'octobre 2021.

Comme pour les suivis annuels précédents, cette expertise ne met pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE de Belleville-sur-Loire sur la qualité physico-chimique de l'eau de la Loire.

### 3. Chimie des eaux de surface

Les rejets chimiques résultant du fonctionnement du CNPE sont issus :

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

Ces rejets font l'objet d'une surveillance des concentrations présentes dans le milieu récepteur. A cet effet, des mesures de substances chimiques sont effectuées trimestriellement dans le fleuve en amont et en aval du CNPE. Les tableaux suivants présentent les valeurs mesurées aux deux stations amont et aval sur l'année 2024.

Paramètres Station amont		Unité	05/06/24	09/07/24	07/08/24	09/09/24	24/09/24	08/10/24
Bore		mg/L	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05
Aluminium	Fraction Dissous	µg/L	25	10	10	10	8	11
	Total		720	460	110	520	190	540
Cuivre	Fraction Dissous		3,1	1,3	1,3	1,9	1,4	2,6
	Total		2,6	1,8	1,5	2,8	1,8	4,0
Fer	Fraction Dissous		100	62	16	43	32	82
	Total		770	530	130	630	260	710
Manganèse	Fraction Dissous		4,7	3,5	4,2	2,7	2,8	2,5
	Total		29	23	14	44	16	44
Zinc	Fraction Dissous		4,0	<1,0	<1,0	3,0	3,0	1,0
	Total		9	3	3	7	4	6

Paramètres Station aval		Unité	05/06/24	09/07/24	07/08/24	09/09/24	24/09/24	08/10/24
Bore		mg/L	<0,05	0,05	0,06	0,05	<0,05	0,05
Aluminium	Fraction Dissous	µg/L	27	10	10	11	8	12
	Total		610	390	160	560	200	520
Cuivre	Fraction Dissous		4,3	2,4	3,4	3,1	2,9	1,5
	Total		4,8	3,5	4,1	4,7	4,0	2,2
Fer	Fraction Dissous		98	53	14	43	34	86
	Total		650	490	150	610	270	670
Manganèse	Fraction Dissous		3,8	4,4	5,6	2,7	4,1	2,1
	Total		25	23	18	51	18	43
Zinc	Fraction Dissous		5,0	<1,0	1,0	3,0	2,0	1,0
	Total		7	4	3	8	4	5

#### IV. Physico-chimie et Hydrobiologie

Chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance physico-chimique et hydrobiologique à IANESCO et Fish-Pass. La période d'analyse à l'étiage est adaptée chaque année par le bureau d'études retenu en fonction des conditions hydro climatiques, et une justification sera apportée dans le rapport annuel.

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, est présentée ci-dessous.

Cette étude s'inscrit dans le cadre du suivi hydroécologique et chimique réglementaire du CNPE de Belleville-sur-Loire, décidé par l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 16 janvier 2014 (Décision n°2014-DC-0413) modifiée par la décision n°2024-DC-0778 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 27 février 2024, et destiné à mettre en évidence toute influence particulière de cet aménagement électronucléaire sur l'hydrosystème ligérien.

**- Finalité du suivi hydroécologique : suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur et déceler une évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement du CNPE.**

**- Finalité du suivi chimique : connaître la concentration dans l'eau des substances chimiques rejetées par la centrale.**

Ce document présente les résultats obtenus en 2024.

Ce suivi hydroécologique et chimique 2024 intègre un programme d'échantillonnage saisonnier en amont et en aval du CNPE et notamment la réalisation de :

- 6 campagnes de prélèvements (juin à octobre) pour les caractérisations physico-chimiques et chimiques de la Loire,
- 6 campagnes de prélèvements (mai à septembre) pour les déterminations de la teneur en chlorophylle a et phéopigments,
- 2 campagnes de prélèvements pour les diatomées (juin et septembre).
- 4 campagnes pour les macro-invertébrés benthiques (juin, juillet, août et novembre),
- 1 campagne pour les macrophytes aquatiques (septembre).

Le suivi hydrobiologique 2024 s'inscrit dans **un contexte hydrologique excédentaire**. Sur une grande partie de l'année, les écoulements apparaissent supérieurs aux moyennes. Les conditions de basses eaux sont très restreintes, ne s'installent qu'au mois d'août et ne se prolongent que jusqu'au début du mois de septembre. Le rapport complet est disponible sur demande auprès du CNPE de Belleville-sur-Loire.

► Après une caractérisation des **principaux paramètres physico-chimiques**, utilisés pour évaluer la qualité des eaux de surface (matière organique, matières en suspension, éléments azotés, phosphorés, ...) l'analyse détaille les disparités spatio-temporelles pointées par ces indicateurs physico-chimiques déterminés à l'amont et à l'aval de l'aménagement électronucléaire de Belleville-sur-Loire. Très peu de différences de qualité physico-chimique de l'eau de la LOIRE sont constatées en 2024 de part et d'autre du CNPE. La comparaison interannuelle sur la période 2020-2024 ne met pas en évidence de différences particulières. À noter que la valeur moyenne de la turbidité, et des teneurs en MES sont plus élevées en 2021, résultant des conditions de forte hydrologie pour les campagnes de septembre et octobre 2021. **Comme pour les suivis annuels précédents, cette expertise ne met pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE de Belleville-sur-Loire sur la qualité physico-chimique de l'eau de la Loire.**

► Lors de ce suivi 2024 sur les **paramètres chimiques, 5 éléments métalliques** suivis à la fois sur fraction brute et fraction dissoute, ont été contrôlés à l'amont et à l'aval du CNPE. Une augmentation de la teneur en cuivre est observée entre l'amont et l'aval du CNPE, cette différence sur le Cuivre pourrait être liée aux rejets du CNPE dont les teneurs sont toutefois restées dans les limites réglementaires fixées par l'ASNR.

**Hormis pour le cuivre, l'analyse spatio-temporelle des concentrations des paramètres chimiques dans l'eau de la Loire à l'amont et à l'aval du CNPE de Belleville-sur-Loire ne met pas en évidence d'influence notable du fonctionnement du CNPE.**

► Les concentrations en **pigments chlorophylliens actifs** (Chlorophylle a) ou bien celles issues de la dégradation des molécules de chlorophylles (Phéopigments) sont pour 2024 du même ordre de grandeur en amont et en aval du CNPE. Ces résultats sont conformes aux données antérieures. La comparaison interannuelle sur la période 2020-2024 ne met pas en évidence de différences particulières, même si les valeurs moyennes en chlorophylle a en 2024, 2023, en 2022 et en 2021 sont plus de 2 fois inférieures à celles observées en 2020.

**Comme pour les suivis annuels précédents, cette expertise ne met pas en évidence d'influence notable du fonctionnement du CNPE de Belleville-sur-Loire sur les pigments chlorophylliens de l'eau de la Loire.**

La bio-indication des 3 groupes biologiques suivis en 2024 (diatomées benthiques, macrophytes et macroinvertébrés benthiques) permettent d'apprécier les caractéristiques écologiques de ce secteur de la Loire.

► Les **algues diatomées benthiques** sont expertisées selon la norme NF T90-354, dite de l'Indice Biologique Diatomées. Leur échantillonnage a eu lieu au printemps (juin) et à l'automne (septembre). Cette communauté biologique pointe un état biologique moyen au cours du suivi 2024. Les cortèges d'espèces varient peu entre les deux stations du suivi, ce qui permet de conclure à **l'absence d'influence notable du CNPE de Belleville-sur-Loire sur les algues 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 conditions de basses eaux (septembre 2024).

Le développement de la végétation macrophytique est réduit cette année en lien avec des conditions hydrologiques excédentaires qui ont inhibé sa croissance.

Les peuplements sont typiques de la Loire moyenne ; ils présentent quelques légères différences entre l'amont et l'aval du CNPE. Ce constat provient essentiellement des caractéristiques mésologiques différentes entre les deux sites de suivi, ce qui influence de manière différente la colonisation végétale.

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

► L'expertise des peuplements de **macro-invertébrés benthiques** met en oeuvre le protocole MGCE (Macroinvertébrés Grands Cours d'Eau), qui s'appuie sur les normes XP T90-337 (phase d'échantillonnage) et NF T90-388 (analyses au laboratoire). Les prélèvements ont été réalisés de part et d'autre du CNPE lors de quatre campagnes bimestrielles (juin, juillet, août et novembre). L'hydrologie excédentaire, observée en avril et en octobre, n'a pas permis d'intervenir en toute sécurité, ces deux campagnes ont donc été reportées aux mois de juillet et de novembre.

Le suivi des macro-invertébrés benthiques de la Loire est conforme aux caractéristiques biologiques attendues et semble en accord avec ceux des années précédentes. Les peuplements invertébrés des deux stations du suivi sont diversifiés et pointent régulièrement une très bonne qualité de l'eau.

Une diminution de la variété taxonomique est toutefois constatée par rapport aux derniers suivis, en lien avec l'hydrologie perturbée de l'année 2024. Les fortes variations de débits au cours de l'année n'ont pas permis l'installation et/ou le maintien de certains taxons, notamment ceux ayant un attrait pour la végétation aquatique, beaucoup moins développée cette année.

La qualité biologique est régulièrement très bonne aux deux stations du suivi. La baisse de la qualité biologique est constatée en juillet et est à mettre en relation avec l'émergence naturelle

des Chloroperlidae à cette période, plutôt qu'à une éventuelle dégradation de la qualité de l'eau. Cette hypothèse est confirmée par les conditions d'oxygénation qui restent très bonnes sur l'ensemble du suivi.

Selon l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié le 09 octobre 2023, l'état biologique établi à partir de l'élément de qualité biologique « invertébrés » est moyen à bon. La station aval présente à minima un état identique à celui de la station amont.

**Ce suivi valide donc une absence d'influence notable du fonctionnement du CNPE de Belleville-sur-Loire sur les communautés d'invertébrés benthiques de la Loire.**

## 2. Surveillance en conditions climatiques exceptionnelles

En 2024, le CNPE de Belleville-sur-Loire n'a pas recouru à cette surveillance.

## V. Acoustique environnementale

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

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

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

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

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

La Mission Communication du CNPE de Belleville-sur-Loire réalise des informations, par le biais du numéro vert du CNPE mais aussi en s'adressant directement aux mairies dans un rayon de 2 km, lors de la réalisation d'opérations pouvant générer du bruit, comme lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation.

Le fil X (ex-Twitter) @EDFBelleville permet de retrouver toute l'actualité du CNPE.

## 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 Belleville-sur-Loire 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 réglementaire réalisé par SUBATECH, présenté en annexe 3.

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

[https://www.irsn.fr/sites/default/files/2024-12/IRSN\\_Bilan-etat-radiologique-environnement-francais-2021-2023\\_BD.pdf](https://www.irsn.fr/sites/default/files/2024-12/IRSN_Bilan-etat-radiologique-environnement-francais-2021-2023_BD.pdf)

À partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace<sup>7</sup> est calculée en tenant compte des mécanismes de transfert de l'environnement jusqu'à l'homme. Cette dose permet de « mesurer » le niveau d'exposition attribuable aux rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques d'une installation et de le positionner par rapport à la limite réglementaire pour l'exposition de la population aux rayonnements ionisants conformément à l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique.

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

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

- les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du CNPE ;
- ils vivent toute l'année 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

---

<sup>7</sup> La **dose efficace** est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique  $W_R$  ( $W_R$  = Radiation Weighting factor, facteur de pondération du rayonnement) pour tenir compte de la qualité du rayonnement ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ...) et d'un facteur de pondération tissulaire  $W_T$  ( $W_T$  = Tissu Weighting factor) correspondant à la radiosensibilité relative du tissu exposé. La dose efficace a pour objectif d'apprécier le risque total et s'exprime en sievert (Sv). Elle est appelée communément « **dose** ».

qui revient à considérer que le milieu aquatique à l'aval du 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 :

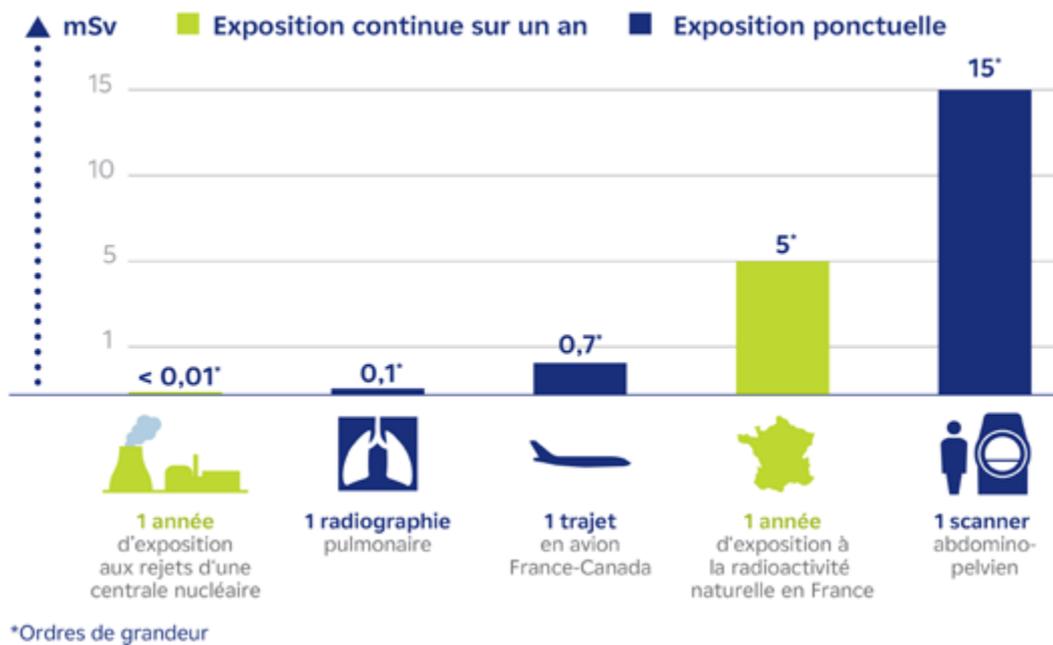


Figure 6 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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 7 ci-après.

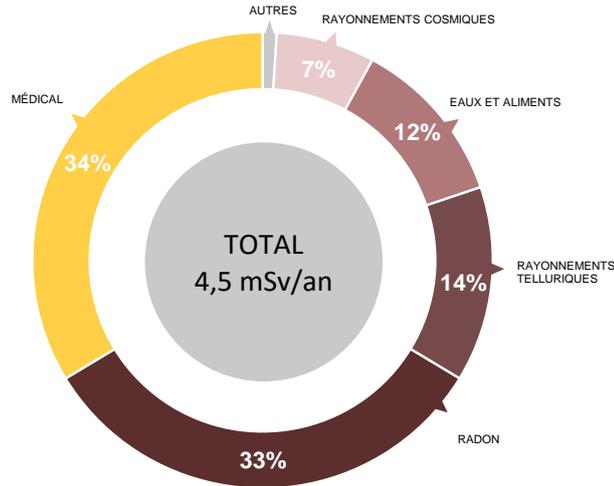


Figure 7 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2024 effectués par le CNPE de Belleville-sur-Loire, 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	6,3E-07	6,0E-06	6,7E-06
Rejets d'effluents liquides	2,6E-06	3,3E-04	3,3E-04
<b>Total</b>	<b>3,2E-06</b>	<b>3,3E-04</b>	<b>3,3E-04</b>

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	6,1E-07	5,4E-06	6,1E-06
Rejets d'effluents liquides	s.o.	3,5E-04	3,5E-04
<b>Total</b>	<b>6,1E-07</b>	<b>3,5E-04</b>	<b>3,5E-04</b>

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	6,0E-07	9,4E-06	1,0E-05
Rejets liquides	s.o.	4,4E-04	4,4E-04
<b>Total</b>	<b>6,0E-07</b>	<b>4,5E-04</b>	<b>4,5E-04</b>

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

Les valeurs de doses calculées pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, attribuables aux rejets d'effluents radioactifs de l'année 2024 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 Belleville-sur-Loire, 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).

ICEDA (Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés) a été mis en service fin 2020.

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

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

## 2. Le transport des déchets

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

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

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

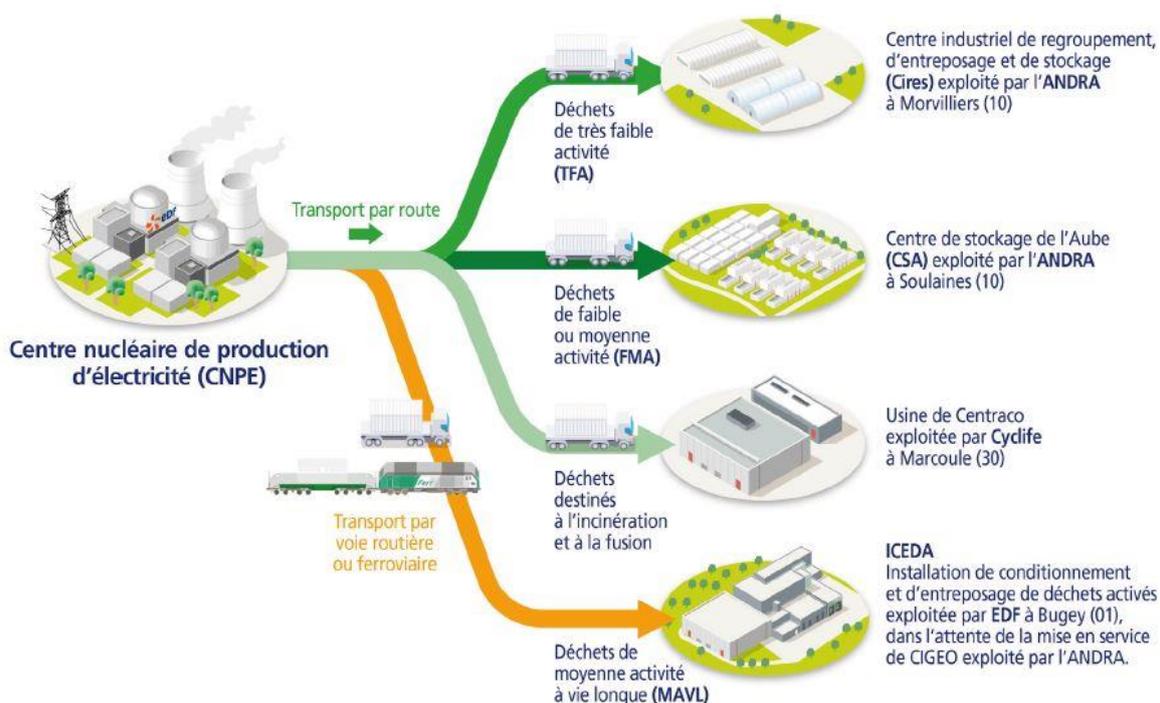


Figure 8 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

### 3. Les quantités de déchets entreposés au 31/12/2024

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2024 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Belleville-sur-Loire.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2024	Commentaires
TFA	658,253 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA
FMAVC (Liquides)	35,068 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants...
FMAVC (Solides)	1001,39 tonnes	Localisation : Bâtiment des auxiliaires nucléaire et Bâtiment de Traitement des Effluents (BTE)
MAVL	174 objets	Concerne les grappes et les étuis dans les piscines de désactivation (déchets technologiques, galette inox, bloc béton et chemise graphite)

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2024 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Belleville-sur-Loire.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2024	Type d'emballage
TFA	2 276 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC (Liquides)	45 colis	Coques béton
FMAVC (Solides)	237 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
MAVL	31 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2024 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Belleville-sur-Loire.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	6
CSA à Soulaines	373
Centraco à Marcoule	329

En 2024, 708 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 ASNR 2015-DC-0508, les INB établissent et gèrent un plan de zonage déchets, qui vise à distinguer :

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

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

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

Le tableau ci-dessous présente les quantités de déchets conventionnels produites en 2024 par le CNPE. Cela comprend les déchets recyclés et les déchets envoyés en valorisation.

Quantités 2024 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
	542	365	2 365	1 726	5 561	5 561	8 468	7 652

Le tableau ci-dessous présente les quantités de déchets conventionnels produites en 2024 par le parc (tous les CNPE).

Quantités 2024 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux (non inertes)		Déchets inertes		Total	
	<i>Produits</i>	<i>Valorisés</i>	<i>Produits</i>	<i>Valorisés</i>	<i>Produits</i>	<i>Valorisés</i>	<i>Produits</i>	<i>Valorisés</i>
Sites en exploitation (DPN)	15 540	12 397	38 571	35 859	83 063	83 063	137 174	131 318
Sites en déconstruction (DP2D)	4 000	3 845	4 385	4 333	2 497	2 497	10 883	10 677

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

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

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

- la création en 2006 du Groupe Déchets Economie Circulaire, chargé d'animer la gestion des déchets conventionnels pour l'ensemble des entités d'EDF. Ce groupe, qui s'inscrit dans le cadre du Système de Management Environnemental certifié 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 2024, les 2 unités de production du CNPE de Belleville-sur-Loire ont produit 8 475 tonnes de déchets conventionnels : 90,36 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

## ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

ASNR - Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection

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

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

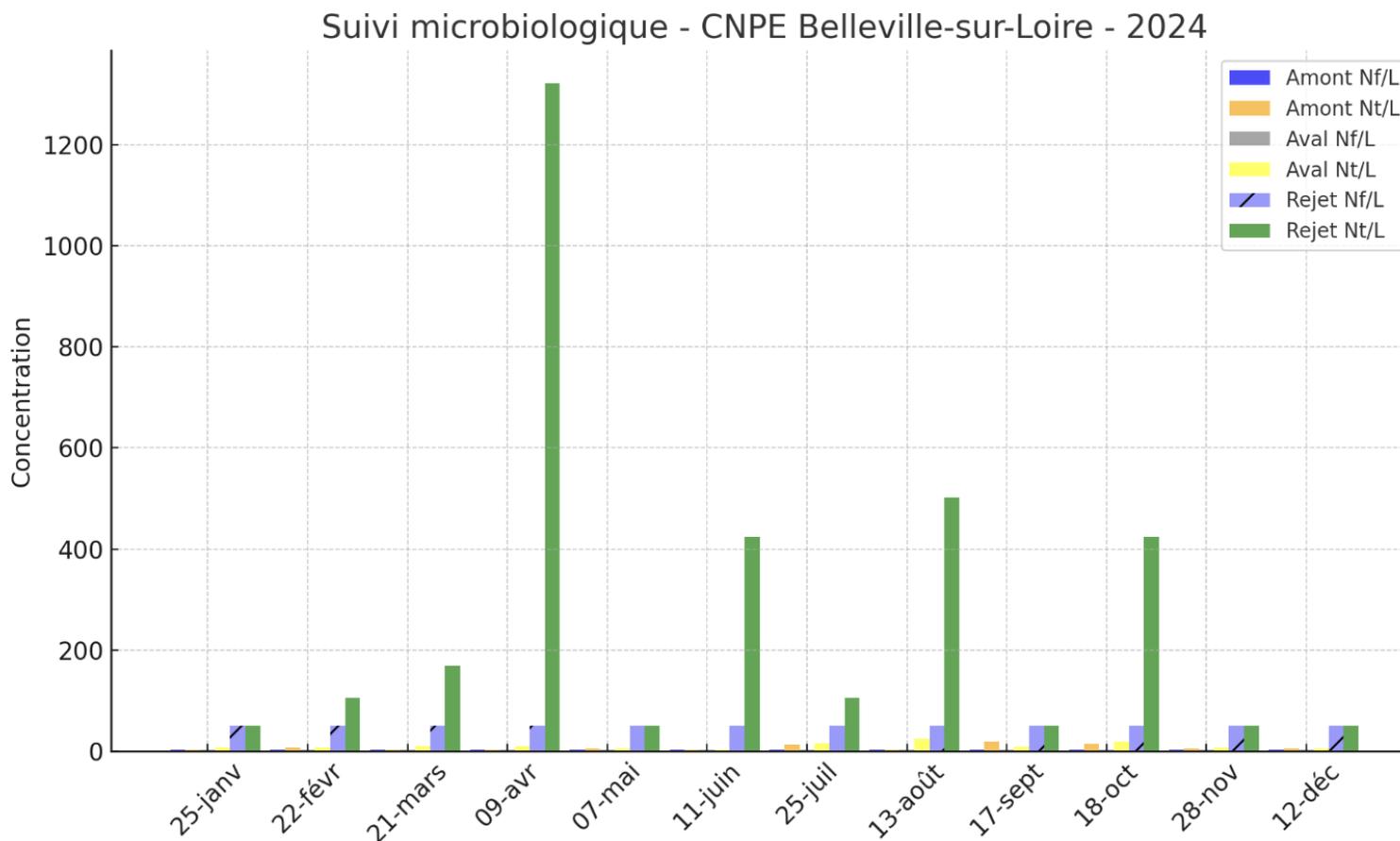
TEU - Traitement des Effluents Usés

TFA - Très Faible Activité

THE – Très Haute Efficacité

UFC - Unité Formant Colonie

# ANNEXE 1 : Suivi microbiologique – Amibes du CNPE de Belleville-sur-Loire : Année 2024



## ANNEXE 2 : Suivi radio-écologique réglementaire du CNPE de Belleville-sur-Loire : Année 2024

### Janvier

	Tranche 1			Tranche 2			
	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	
1		Hebdomadaire			Hebdomadaire		
2	<100					<100	
3							
4							
5							
6							
7							
8	<100					10 000	
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15	<100					4 800	
16							
17						Bi-hebdomadaire	
18					<100		
19							
20							
21							
22	<100				<100		
23							
24							
25					<100		
26							
27							
28							
29							
30	<100				41 000		
31							

## Février

	Tranche 1			Tranche 2			
	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	
1		Hebdomadaire			Hebdomadaire		
2							
3							
4							
5	<100					200	
6							
7							
8							
9					600	Bi-hebdomadaire	
10							
11							
12	<100				1 600		
13							
14							
15			Hebdomadaire		1100		
16							
17							
18							
19	<100			<100			
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26	<100			3 900			
27							
28							
29							

## Mars

	Tranche 1			Tranche 2			
	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	
1		Hebdomadaire			Hebdomadaire		
2							
3							
4	300					27 000	
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11	400					1600	
12							
13						Bi-hebdomadaire	
14					<100		
15							
16			Hebdomadaire				
17							
18	<100			5900			
19							
20							
21				<100			
22							
23							
24							
25	<100			3500			
26							
27					Hebdo		
28							
29							
30							
31							

## Avril

	Tranche 1			Tranche 2		
	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques
1		Hebdomadaire			Hebdomadaire	
2	<100			<100		
3						
4						
5						
6						
7						
8	320 000			4 500		
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15	<100	Quotidienne		5 600	Hebdomadaire	
16	<100					
17	<100					
18	<100					
19	<100					
20	<100					
21	<100					
22	200			6 900		
23	<100					
24	<100					
25	<100					
26						
27		Hebdomadaire			Hebdomadaire	
28						
29	<100			15 000		
30						

## Mai

	Tranche 1			Tranche 2				
	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques		
1					Hebdomadaire			
2								
3								
4								
5								
6	<100				5 000			
7								
8						Bi- Hebdomadaire		
9								
10					16 000			
11								
12								
13	<100				14 000			
14								
15								
16		Hebdomadaire		4 000				
17								
18								
19								
20								
21	<100			2 000				
22								
23								
24				1 500				
25								
26								
27	2 700			2 400				
28								
29								
30				1 100				
31								

## Juin

	Tranche 1			Tranche 2		
	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques
1		Hebdomadaire			Bi-Hebdo	
2						
3	<100			4 000		
4					Hebdomadaire	
5						
6						
7						
8						
9						
10	200			8 000		
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17	<100			2 100		
18						
19						
20						
21						
22					AT	
23						
24	<100					
25						
26						
27						
28						
29						
30						

Prélèvement annuel Amont le 17/06/2024 : Lp < 100 UFC/l (NF T90-431) ; [MeS] = 14mg/l (NF EN 872)

## Juillet

	Tranche 1			Tranche 2		
	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques
1	100	Hebdomadaire		Hebdomadaire		
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8	400					
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15	300					
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22	<100					
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29	1 100					
30						
31						

## Août

	Tranche 1			Tranche 2		
	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques
1		Hebdomadaire			Hebdomadaire	
2						
3						
4						
5	<100					<100
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12	<100					<100
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21	<100					1 500
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28	200					1 500
29						
30						
31						

## Septembre

	Tranche 1			Tranche 2			
	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	
1		Hebdomadaire			Hebdomadaire		
2	22 000 (1)		8 200				
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9	100	Bi-hebdomadaire		31 000 (1)	Hebdomadaire		
10							
11							
12							
13	<100						
14							
15							
16							
17	100		300			Bi-hebdomadaire	
18							
19							
20	<100	<100					
21							
22							
23	<100	1 800					
24							
25							
26	<100	<100		Hebdomadaire			
27							
28							
29							
30	<100	<100					

## Octobre

	Tranche 1			Tranche 2		
	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques
1					Bi-Hebdomadaire	
2						
3						
4						
5						
6						
7	<100				700	
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14	<100				1 000	
15						
16		Hebdomadaire			Hebdomadaire	
17						
18						
19						
20						
21	<100			300		
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28	200			280		
29						
30						
31						

## Novembre

	Tranche 1			Tranche 2		
	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques
1		Hebdomadaire			Hebdomadaire	
2						
3						
4	<100			500		
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12	<100			2 000		
13						
14						
15						
16						
17						
18	<100			<100		
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25	<100			300		
26						
27						
28						
29						
30						

## Décembre

	Tranche 1			Tranche 2			
	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	Lp (UFC/L)	Fréquence	Remarques	
1							
2	<100					100	
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9	100					1200	
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16	<100	Hebdomadaire		300	Hebdomadaire		
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23	<100			<100			
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30	<100			700			
31							

# ANNEXE 3 : Suivi radioécologique annuel du CNPE de Belleville-sur-Loire : Année 2023

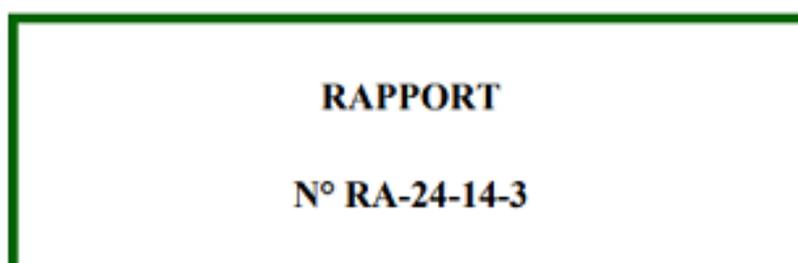
	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOlogies associées Unité Mixte de Recherche 6457 IMT Atlantique Nantes, INSP/CNRS, Université de Nantes	
	<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023	Page 1 sur 23

## DESTINATAIRE

Société : EDF-DPNT-DIPDE-DE

Référence dossier : Rapport réglementaire sur la surveillance radiologique de l'environnement du site de Belleville-sur-Loire – Année 2023

Date de réception des échantillons : 2023



Date d'émission du rapport : 26/09/24

Ce rapport d'essai ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Les analyses sont exécutées dans les locaux de SMART. Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire d'essais. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte : 23 pages.  
Le laboratoire est agréé par l'Autorité de Sécurité Nucléaire (ASN) pour les mesures de radioactivité dans l'environnement. Le point de détail des agréments est disponible sur le site internet de l'ASN.



SUBATECH - SMART  
4, RUE ALFRED KASTLER - LA CHANTERIE - BP 20722 - 44307 NANTES CEDEX 3  
TEL. 02 51 85 81 00 - FAX 02 51 85 84 79 - HTTP://WWW.SUBATECH.IN2P3.FR



RAC-SMA-0000 - Version / 08 - Reattachement / SMA 97.17 - Date : 16/04/2024

	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHnologies associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457          IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	
	<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023	Page 2 sur 23

### Historique des versions

N° Rapport	Date	Description de la modification
RA-24-14	01/07/24	Version provisoire
RA-24-14-2	04/09/24	Prise en compte des remarques d'EDF
RA-24-14-3	26/09/24	Prise en compte de la demande d'EDF

### En cas d'amendement, origine de l'amendement :

*Important : en cas de rapport d'amendement, le laboratoire décline toute responsabilité en cas d'utilisation de résultat non amendé qui n'aurait pas été retiré.*

### Informations utiles :

La concentration d'activité ( $C_A$ ) est comparée au seuil de décision ( $SD$ ), conformément aux normes de la série NF EN ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme  $< SD$  si le résultat est en dessous du  $SD$ . Sinon les résultats sont fournis sous la forme  $C_A \pm U$  avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à  $k = 2$ .

Les risques  $\alpha$  et  $\beta$  sont pris égaux à 2,5%.

Sauf mention particulière, le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, le client est responsable des informations transmises dans le tableau ci-dessous et les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le préleveur.

La date de publication des  $C_A$  correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

### Informations complémentaires : /



SUBATECH - SMART  
 4, RUE ALFRED KASTLER - LA CHANTRERIE - BP 20722 - 44307 NANTES CEDEX 3  
 TEL. 02 51 85 81 00 - FAX 02 51 85 84 79 - HTTP://WWW.SUBATECH.IN2P3.FR



RAC.SMA.0300 - Version : 08 - Rattachement : SMA.97.17 - Date : 16/04/2024

	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOlogies associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457          IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	
	<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023	Page 3 sur 23

## Sommaire

<b>1.</b>	<b>PREAMBULE.....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>COMPTE-RENDU D'ECHANTILLONNAGE .....</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTATS .....</b>	<b>11</b>
4.1	MILIEU TERRESTRE .....	11
4.1.1.	<i>Radionucléides émetteurs gamma .....</i>	<i>11</i>
4.1.2.	<i>Tritium libre .....</i>	<i>13</i>
4.1.3.	<i>Tritium organiquement lié.....</i>	<i>14</i>
4.1.4.	<i>Carbone 14 et Carbone total .....</i>	<i>15</i>
4.2	MILIEU AQUATIQUE.....	16
4.2.1.	<i>Radionucléides émetteurs gamma .....</i>	<i>16</i>
4.2.2.	<i>Tritium libre .....</i>	<i>18</i>
4.2.3.	<i>Tritium organiquement lié.....</i>	<i>19</i>
4.2.4.	<i>Carbone 14 et Carbone total .....</i>	<i>20</i>
4.2.5.	<i>Indice de radioactivité bêta global et teneur en potassium stable.....</i>	<i>21</i>
<b>5.</b>	<b>ANNEXE .....</b>	<b>22</b>
5.1	TRAITEMENTS .....	22
5.2	FICHE DE CONSTAT .....	23

	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOLOGIES associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457          IMT Atlantique Nantes, INSP-3CHPS, Université de Nantes</small>	Page 5 sur 23
	<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces <b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023	

## 2. Stratégie d'échantillonnage

Tableau 1 : Prélèvements et analyses réglementaires prescrits dans le milieu terrestre du site de Belleville-sur-Loire extraits de la note d'étude EDF D455623003526 A – Année 2023.

BELLEVILLE-TERRESTRE												
Nature	Espèce	Situation	Nom station réglementaire	Nom station préconisée	Distance	Orientatation	Remarques	HTO	TOL	14C	Csot	spectro Y
feuilles d'arbre	terre	ZI	Neuilly sur Loire (47,5194; 2,8997)	station AS1	1,2	NE		1	1	4 (trim)	4 (trim)	
légumes-fruités	sabde	ZI	Beaujeu sur Loire (47,5488 ; 2,8336)	Beaujeu sur Loire (47,5488 ; 2,8336)	5,5	NO		1	1	1	1	1
lait	lait de vache	ZI	Neuilly sur Loire (47,5194; 2,8997)	Neuilly sur Loire (47,5197; 2,9002)	1,5	NE		1		1	1	
couches superficielles des terres	sois non cultivés (prairie)	ZI	Neuilly sur Loire (47,5197; 2,9002)	Neuilly sur Loire (47,5197; 2,9002)	1,5	NE						1
<b>TOTAL REGLO</b>								<b>3</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>

réglementaire  
 Zi: quart NE (340-80) et SO (180-220)  
 ZNI: NO et SE



SUBATECH - SMART  
 4, RUE ALFRED KASTLER - LA CHANTRIERIE - BP 20722 - 44307 NANTES CEDEX 3  
 TEL: 02 51 85 81 00 - FAX 02 51 85 84 79 - HTTP://WWW.SUBATECH.NI.NL.FR

RAC: SMI.A.0300 - Version: 08 - Rattachement: SMI.97.17 - Date: 16/04/2024

Tableau 2 : Prélèvements et analyses réglementaires prescrits dans le milieu aquatique du site de Belleville-sur-Loire extraits de la note d'étude EDF D455623003526 A – Année 2023.

<b>BELLEVILLE-AQUATIQUE</b>														
Nature	Espèce	Situation	Nom station réglementaire	Nom station préconisée	Distance	Rive	Remarques	HTO	TOL	14C	C tot	spectro Y	teneur en potassium stable	$\beta$ global
phanérogames immergées (ou à défaut bryophytes)	myriophylle	amont	Coëne sur Loire (47,3888 ; 2,9055)	Coëne sur Loire (47,3888 ; 2,9055)	13,7			1				1		
		aval/loistain	Oussou sur Loire (47,5872 ; 2,7899)	Oussou sur Loire (47,5872 ; 2,7899)	10,7	G		1					1	
poissons	chevennes et barbaux de préférence	amont	Sury près Léré	Sury près Léré	1			1	1	1	1	1		
		aval/loistain	Châtillon sur Loire "Les Mantelets"	Châtillon sur Loire "Les Mantelets"	12			1	1	1	1	1		
sédiments	sédiments	amont	La Cèze sur Loire (47,4902 ; 2,9011)	La Cèze sur Loire (47,4902 ; 2,9011)	3							1		
		aval	Beaulieu sur Loire (47,5488 ; 2,8336)	Beaulieu sur Loire (47,5488 ; 2,8336)	5,3	G							1	
eaux de boisson		aval	station de pompage de Bomy sur Loire	station de pompage de Bomy sur Loire	5,1		eau filtrée matières en suspension	1					1	1
								5	2	2	2	6	1	2

TOTAL REGLO réglementaire



	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOlogies associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457          IRT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	
	<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023	Page 7 sur 23

### 3. Compte-rendu d'échantillonnage

Tableau 3 : Identification des échantillons prélevés et analysés à titre réglementaire dans le milieu terrestre de l'environnement du site de Belleville-sur-Loire – Année 2023

Station	Situation par rapport à la centrale	Coordonnées WGS84		Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Rapport Frais/Sec	Rapport Frais / Lyophilisé	Rapport Sec/Cendres
		Latitude	Longitude								
Beaujeu-sur-Loire	5,5 km NO	47,54750	2,82750	Production agricole	Salade Batavia Lactuca sativa L.	Feuille	23/05/23	$\gamma$ , $^3\text{H}$ , TOL, $^{14}\text{C}$ , Ctot	18,15	13,59	3,92
Neuzy-sur-Loire	1,5 km NE	47,52472	2,90167	Sol non cultivé	Sol de pâturage Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	22/05/23	$\gamma$	1,23	-	-
Neuzy-sur-Loire Station AS1	1,2 km NE	47,51940	2,89870	Feuilles d'arbre	Lierre Hedera helix L.	Feuille	22/05/23	$^3\text{H}$ , TOL	3,05	2,85	14,60
Neuzy-sur-Loire	1,5 km NE	47,52472	2,90167	Lait	Lait de vache	Entier	22/05/23	$^3\text{H}$ , $^{14}\text{C}$ , Ctot	-	7,81	15,49
Neuzy-sur-Loire Station AS1	1,2 km NE	47,51940	2,89870	Feuilles d'arbre	Lierre Hedera helix L.	Feuille	11/04/23	$^{14}\text{C}$ , Ctot	2,11	-	-
							07/07/23		2,64	-	-
							04/10/23		2,71	-	-
							03/01/24		2,79	-	-

Sous les vents

	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOLOGIES associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457          IMT Atlantique Nantes, INRS/CNRS, Université de Nantes</small>	Page 8 sur 23
<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces		
<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023		

Tableau 4 : Identification des échantillons prélevés et analysés à titre réglementaire dans le milieu aquatique de l'environnement du site de Belleville-sur-Loire – Année 2023

Station	Situation par rapport à la centrale	Coordonnées WGS84		Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Rapport frais/sec	Rapport Frais / Lyophilisé	Rapport sec/cendre
		Latitude	Longitude								
Cosne-Cours-sur-Loire Rive droite	13,7 km amont	47,38889	2,90556	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Parties aériennes	21/08/23	$\gamma$ , $^3\text{H}$	10,34	9,56	6,19
Ousson-sur-Loire Rive droite	10,7 km aval lointain	47,58722	2,78944	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Parties aériennes	22/08/23	$\gamma$ , $^3\text{H}$	8,95	7,44	4,13
Surryprès-Léré Rives gauche et droite	1 km amont	47,50417	2,88556	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	09/10/23	$\gamma$ , $^3\text{H}$ , TOL, $^{14}\text{C}$ , Ciot	-	4,38	15,14
Château-sur-Loire "Les Martlois" Rives gauche et droite	12 km aval	47,59111	2,76861	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	10/10/23	$\gamma$ , $^3\text{H}$ , TOL, $^{14}\text{C}$ , Ciot	-	4,40	19,08
La Celle-sur-Loire Rive droite	3 km amont	47,49028	2,90111	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	21/08/23	$\gamma$	1,35	-	-
Pont de Beaufeu-sur-Loire Rive gauche	5,3 km aval	47,54889	2,83361	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	22/08/23	$\gamma$	1,39	-	-
Marie de Bonny-sur-Loire Rive droite	5,1 km aval	47,54302	2,81665	Eau	Eau de boisson	Fileté MES	22/08/23	$^3\text{H}$ , K, $\beta$ global $\beta$ global	-	-	-



SUBATECH - SMART  
 4, RUE ALFRED KASTLER - LA CHANTRIÈRE - BP 20722 - 44307 NANTES CEDEX 3  
 TEL: 02 51 85 81 00 - FAX: 02 51 85 84 79 - HTTP://WWW.SUBATECH.NRS.FR

RAC-SMA/0100 - Version : 08 - Remplacement : SMA.97.17 - Date : 16/04/2024

	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHnologies associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457          IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	
	<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023	Page 9 sur 23

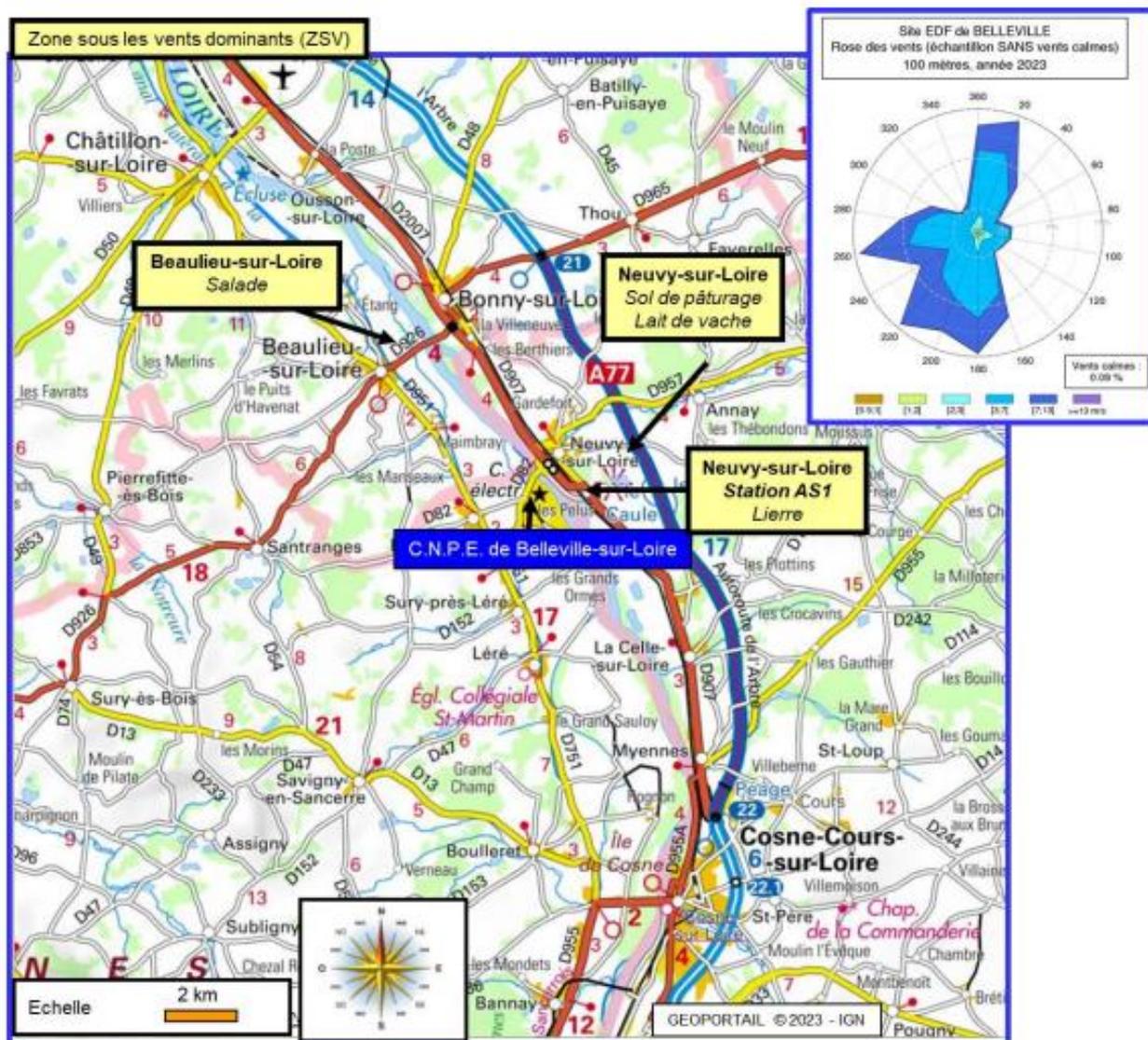


Figure 1 : Stations et natures des prélèvements réalisés à titre réglementaire en 2023 dans le milieu terrestre du site de Belleville-sur-Loire.

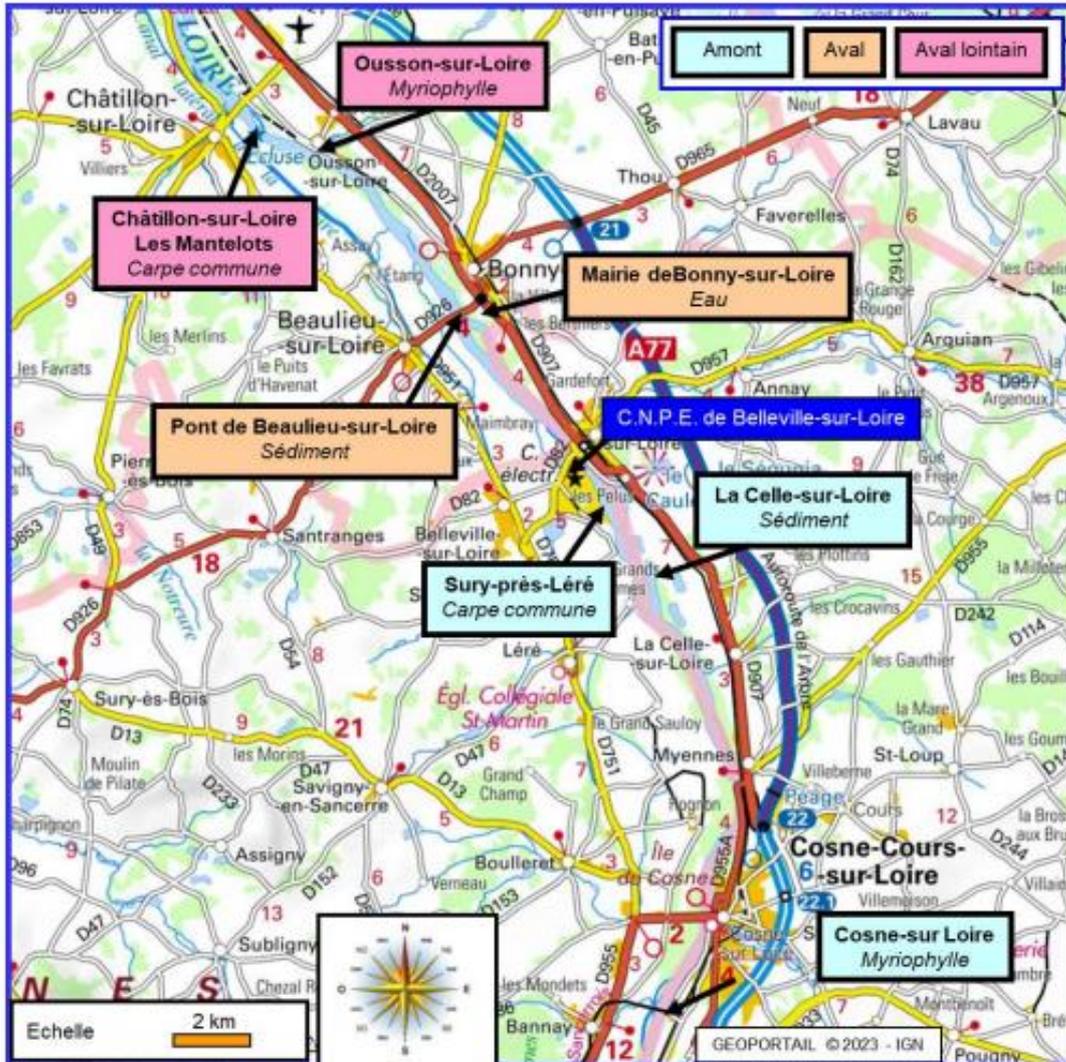


Figure 2 : Stations et natures des prélèvements réalisés à titre réglementaire en 2023 dans le milieu aquatique du site de Belleville-sur-Loire.

	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOLOGIES associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457          IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	
<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023	Page 11 sur 23

## 4. Résultats

### 4.1 Milieu terrestre

#### 4.1.1. Radionucléides émetteurs gamma

Tableau 5 : Activités des radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Belleville-sur-Loire à titre réglementaire – Année 2023.

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	<sup>40</sup> K	Emetteurs γ d'origine naturelle				
								Activité Bq.kg <sup>-1</sup> frais (salade), Bq.kg <sup>-1</sup> sec (sol)				
								Famille de <sup>232</sup> Th	Famille de <sup>235</sup> U			
Beauve-sur-Loire	Production agricole	Salade Batavia Lactuca sativa L.	Feuille	23/05/23	09/06/23	Cendres	125 ± 18	0,309 ± 0,052	0,15 ± 0,13	n.a.	0,56 ± 0,18	3,51 ± 0,40
Neuzy-sur-Loire	Sol non cultivé	Sol de pâturage Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	22/05/23	07/06/23	Sec	470 ± 67	30,0 ± 3,9	n.a.	28 ± 17	n.a.	4,7 ± 1,6

	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOlogies associées <small>Unité Mixte de Recherche 6467</small> <small>IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	Page 12 sur 23
<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023			

Tableau 6 : Activités des radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Belleville-sur-Loire à titre réglementaire – Année 2023.

Sous les verts

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Emetteurs $\gamma$ d'origine artificielle					
							$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{60}\text{Co}$	$^{90}\text{Co}$	$^{109m}\text{Ag}$	$^{54}\text{Mn}$
Beauve-sur-Loire	Production agricole	Salade Batavia Lectuce salée L.	Feuille	23/05/2023	09/06/2023	Cendres	< 0,0072	< 0,0061	< 0,0083	< 0,0094	< 0,0083	< 0,0077
Neuilly-sur-Loire	Sol non cultivé	Solide pâturage Horizon 0 - 5 cm	Diamètre inférieur à 2 mm	22/05/2023	07/06/2023	Sec	< 0,16	4,78 ± 0,55	< 0,14	< 0,14	< 0,21	< 0,16



SUBATECH - SMART  
 4, RUE ALFRED KASTLER - LA CHANTREIÈRE - BP 20722 - 44307 NANTES CEDEX 3  
 TEL. 02 51 85 81 00 - FAX 02 51 85 84 79 - HTTP://WWW-SUBA.TECH.NPL.FR

RAC: SMA-0809 - Version : 08 - Référence : SMA.97.17 - Date : 16/09/2024

 <b>SMART</b>	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOLOGIES associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457          IMT Atlantique Nantes, INSPIC/CRIS, Université de Nantes</small>	Page 13 sur 23
<b>Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces</b> <b>SMART</b> <b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> <b>Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023</b>		

#### 4.1.2. Tritium libre

Tableau 7 : Activités en <sup>3</sup>H libre des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Belleville-sur-Loire à titre réglementaire – Année 2023.

Sous les vents									<sup>3</sup> H libre	
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de déshydratation	Bq.kg <sup>-1</sup> frais (végétaux)	Bq.L <sup>-1</sup> de lait	
Neuvy-sur-Loire	Feuilles d'arbre	Lierre <i>Hedera helix</i> L.	Feuilles	22/05/23	30/07/23	Eau de lyophilisation	< 0,77	< 0,50		
Beaulieu-sur-Loire	Production agricole	Salade Batavia <i>Lactuca sativa</i> L.	Feuilles	23/05/23	15/10/23	Eau de lyophilisation	< 0,82	< 0,80		
Neuvy-sur-Loire	Lait	Lait de vache	Entier	22/05/23	09/09/23	Eau de lyophilisation	0,96 ± 0,59	0,83 ± 0,51		



SUBATECH - SMART  
 4, RUE ALFRED KASTLER - LA CHANTERIE - BP 20722 - 44107 NANTES CEDEX 3  
 TEL. 02 51 85 81 00 - FAX 02 51 85 84 79 - HTTP://WWW.SUBATECHINP3.FR

RAC: SMA 0000 - Fenest. : 081 - Rattachement : SMA 97 17 - Dow : 16/04/2024

	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des Technologies associées <small>Unité Mixte de Recherche 6467          IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	Page 14 sur 23
<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces		
<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023		

### 4.1.3. Tritium organiquement lié

Tableau 8 : Activités en TOL des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Belleville-sur-Loire à titre réglementaire – Année 2023.

Sous les vents							<sup>3</sup> H organiquement lié	
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de combustion	Bq.kg <sup>-1</sup> frais (végétaux) Bq.L <sup>-1</sup> de lait
Neuzy-sur-Loire	Feuilles d'arbre	Lierre <i>Hedera helix L.</i>	Feuilles	22/05/23	27/11/23	Lyophilisé	3,48 ± 0,82	0,74 ± 0,20
Beaulieu-sur-Loire	Production agricole	Salade Batavia <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuille	23/05/23	20/04/24	Lyophilisé	< 0,84	< 0,010

	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOlogies associées Unité Mixte de Recherche 6457 IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes	
<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023	Page 15 sur 23

#### 4.1.4. Carbone 14 et Carbone total

Tableau 9 : Activités en  $^{14}\text{C}$  et Ctot des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du site de Belleville-sur-Loire à titre réglementaire – Année 2023.

Sous les vents

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	$^{14}\text{C}$			C tot
							Bq.kg <sup>-1</sup> de C	Bq.kg <sup>-1</sup> sec (lierre), Bq.kg <sup>-1</sup> frais (salade), Bq.L <sup>-1</sup> (lait)	Bq.kg <sup>-1</sup> sec (lierre), Bq.kg <sup>-1</sup> frais (salade), kg.L <sup>-1</sup> de lait	
Neuilly-sur-Loire Station AS1	Feuilles d'arbre	Lierre Hedera helix L.	Feuilles	11/04/23	22/09/23	Sec	227 ± 9	101,1 ± 4,0	0,445	
Neuilly-sur-Loire Station AS1	Feuilles d'arbre	Lierre Hedera helix L.	Feuilles	07/07/23	23/12/23	Sec	227 ± 8	104,2 ± 3,7	0,459	
Neuilly-sur-Loire Station AS1	Feuilles d'arbre	Lierre Hedera helix L.	Feuilles	04/10/24	19/01/24	Sec	228,5 ± 1,0	106,21 ± 0,46	0,465	
Neuilly-sur-Loire Station AS1	Feuilles d'arbre	Lierre Hedera helix L.	Feuilles	03/01/24	26/03/24	Sec	226,0 ± 1,0	107,60 ± 0,48	0,476	
Beaulieu-sur-Loire	Production agricole	Salade Batavia Lactuca sativa L.	Feuille	23/05/23	26/01/24	Lyophilisé	227 ± 10	1,746 ± 0,077	0,021	
Neuilly-sur-Loire	Lait	Lait de vache	Entier	22/05/23	13/01/24	Lyophilisé	231 ± 8	16,24 ± 0,56	0,070	

Les mesures de carbone total ont été mesurées par le laboratoire Platin.

 <b>SMART</b> Unité Mixte de Recherche 6457 IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOLOGIES associées
<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	Page 16 sur 23
<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023	

## 4.2 Milieu aquatique

### 4.2.1. Radionucléides émetteurs gamma

Tableau 10 : Activités des radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Belleville-sur-Loire à titre réglementaire – Année 2023.

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	<sup>40</sup> K	Emission γ d'origine naturelle				
								Activité Bq.kg <sup>-1</sup> sec (sédiments, végétaux), Bq.kg <sup>-1</sup> frais (poissons)		Familie de <sup>238</sup> U		<sup>7</sup> Be
							<sup>232</sup> Th	<sup>228</sup> Ac	<sup>234</sup> Th	<sup>234m</sup> Pa	<sup>210</sup> Pb	
Cosne-Cours-sur-Loire Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Parties aériennes	21/08/23	13/10/23	Cendres	549 ± 79	25,7 ± 3,3	9,4 ± 2,1	n.a.	13,9 ± 2,7	59,6 ± 6,8
Ousson-sur-Loire Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Parties aériennes	22/08/23	17/11/23	Cendres	433 ± 62	41,6 ± 5,4	13,6 ± 2,2	n.a.	26,3 ± 4,2	104 ± 12
Sury-près-Léré Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	09/10/23	22/11/23	Cendres	108 ± 15	<0,085	<0,18	n.a.	<0,26	<0,39
Les Mantelets Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	10/10/23	22/11/23	Cendres	107 ± 15	<0,079	<0,15	n.a.	<0,21	<0,33
La Celle-sur-Loire Rive droite	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	21/08/23	30/11/23	Sec	1020 ± 150	20,9 ± 2,8	n.a.	<18	n.a.	7,1 ± 4,2
Pont de Beauvais-sur-Loire Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	22/08/23	27/11/23	Sec	990 ± 140	20,2 ± 2,7	n.a.	22 ± 18	n.a.	26,0 ± 5,0

Tableau 11 : Activités des radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Belleville-sur-Loire à titre réglementaire – Année 2023.

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Emetteurs γ d'origine artificielle					
							<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>60</sup> Co	<sup>110m</sup> Ag	<sup>54</sup> Mn	
Cosne-Cours-sur-Loire Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Parties aériennes	21/08/2023	13/10/2023	Cendres	<0,077	0,158 ± 0,040	<0,11	<0,078	<0,10	<0,090
Osson-sur-Loire Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Parties aériennes	22/08/2023	17/11/2023	Cendres	<0,077	0,317 ± 0,052	0,88 ± 0,13	0,86 ± 0,15	<0,11	<0,10
Sury-près-Léré Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	09/10/2023	22/12/2023	Cendres	<0,024	<0,020	<0,040	<0,027	<0,032	<0,024
Les Manisotés Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	10/10/2023	22/12/2023	Cendres	<0,021	0,056 ± 0,013	<0,035	<0,024	<0,028	<0,021
La Celle-sur-Loire Rive droite	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	21/08/2023	30/11/2023	Sec	<0,17	<0,14	<0,34	<0,16	<0,21	<0,19
Pont de Beauveu-sur-Loire Rive gauche	Sédiment	Sédiment	Diamètre inférieur à 2 mm	22/08/2023	27/11/2023	Sec	<0,15	0,141 ± 0,061	<0,33	<0,15	<0,20	<0,17

	<p align="center"><b>SUBATECH</b>          Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOlogies associées  <small>Unité Mixte de Recherche 6457          IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small></p>	Page 18 sur 23
	<p align="center"><b>SMART</b>          Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces</p> <p align="center"><b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b>          Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023</p>	

#### 4.2.2. Tritium libre

Tableau 12 : Activités en <sup>3</sup>H libre des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Belleville-sur-Loire à titre réglementaire – Année 2023.

Station	Aval		Aval lointain		<sup>3</sup> H libre			
	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.L <sup>-1</sup>	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Cosne-Cours-sur-Loire Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Parties aériennes	21/08/23	11/09/23	Eau de lyophilisation	0,66 ± 0,58	0,59 ± 0,52
Ousson-sur-Loire Rive droite	Phanérogame immergée	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum</i>	Parties aériennes	22/08/23	16/11/23	Eau de lyophilisation	< 0,56	< 0,49
Sury-près-Léré Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	09/10/23	30/12/23	Eau de lyophilisation	1,00 ± 0,59	0,77 ± 0,46
Les Mantelots Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	10/10/23	31/12/23	Eau de lyophilisation	0,62 ± 0,57	0,48 ± 0,44
Mairie de Bonny-sur-Loire Rive droite	Eau	Eau de boisson	Filtrée à 0,45µm	22/08/23	28/09/23	-	4,46 ± 0,92	-

 <b>SMART</b> Unité Mixte de Recherche 6457 IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOlogies associées Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces <b>SMART</b>	Page 19 sur 23
<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023		

#### 4.2.3. Tritium organiquement lié

Tableau 13 : Activités en TOL des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Belleville-sur-Loire à titre réglementaire – Année 2023.

Amont		Aval lointain						<sup>3</sup> H organiquement lié	
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de combustion	Bq.kg <sup>-1</sup> frais	
Sury-près-Léré Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	09/10/23	14/03/24	Eau de combustion	< 0,81	< 0,13	
Les Mantelots Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	10/10/23	21/03/24	Eau de combustion	7,0 ± 1,5	1,10 ± 0,26	

 <b>SMART</b>	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOLOGIES associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457          IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	Page 20 sur 23
<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces		
<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023		

#### 4.2.4. Carbone 14 et Carbone total

Tableau 14 : Activités en <sup>14</sup>C et Ctot des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Belleville-sur-Loire à titre réglementaire – Année 2023.

Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	<sup>14</sup> C		C tot
							Bq.kg <sup>-1</sup> de C	Bq.kg <sup>-1</sup> frais	
Sury-près-Léré Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	09/10/23	02/03/24	Lyophilisé	348 ± 11	38,6 ± 1,2	0,111
Les Mantelots Rives gauche et droite	Poisson	Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i>	Muscle	10/10/23	06/03/24	Lyophilisé	512 ± 15	55,9 ± 1,6	0,109

Les mesures de carbone total ont été mesurées par le laboratoire Platin.

	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOLOGIES associées <small>Unité Mixte de Recherche 6487          IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	
<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023	Page 21 sur 23

#### 4.2.5. Indice de radioactivité bêta global et teneur en potassium stable

Tableau 15 : Indice de radioactivité bêta global et teneur en potassium stable des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du site de Belleville-sur-Loire à titre réglementaire – Année 2023.

Aval						β global		β global hors <sup>40</sup> K		Potassium stable	
Station	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Date de mesure	Qualité	Bq.L <sup>-1</sup>	Bq.L <sup>-1</sup>	Bq.L <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	
Mairie de Bonny-sur-Loire Rive droite	Eau	Eau de boisson	Filtrée à 0,45µm	22/08/23	20/09/23	-	0,146 ± 0,034	0,043 ± 0,037	3,69 ± 0,57	-	
Mairie de Bonny-sur-Loire Rive droite	Eau	Eau de boisson	Matières en suspensions	22/08/23	25/09/23	-	< 0,0030	-	-	-	



	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHnologies associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457          IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small> <b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023	Page 22 sur 23

## 5. Annexe

### 5.1 Traitements

Tableau 16 : Tableau récapitulatif des traitements par matrice et analyse.

Traitement	Analyses réglementaires						
	Matrice	Spectrométrie $\gamma$	$^{14}\text{C}$ et Ctot	$^3\text{H}$ libre	TOL	K	$\beta$ global
Couches superficielles des terres	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Tamisage à 2 mm	-	-	-	-	-	-
Principales productions agricoles	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Calcination	Prétraitement Séchage par étuvage à Tmax = 40°C ou lyophilisation Broyage	Prétraitement Séchage par lyophilisation	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage Combustion	-	-	-
Lierre	-	Prétraitement Séchage par étuvage à Tmax = 40°C ou lyophilisation Broyage	Prétraitement Séchage par lyophilisation	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage Combustion	-	-	-
Lait	-	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage	Prétraitement Séchage par lyophilisation	-	-	-	-
Eau de boisson	-	-	Filtration	-	Filtration	Filtration MES	
Sédiment	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Tamisage à 2 mm	-	-	-	-	-	-
Végétaux aquatiques	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Tamisage	-	Prétraitement Séchage par lyophilisation	-	-	-	-
Poissons	Prétraitement Séchage par étuvage ou lyophilisation Broyage Tamisage	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage	Prétraitement Séchage par lyophilisation	Prétraitement Séchage par lyophilisation Broyage Combustion	-	-	-



	<b>SUBATECH</b> Laboratoire de physique SUBAtomique et des TECHNOlogies associées <small>Unité Mixte de Recherche 6457          IMT Atlantique Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes</small>	
	<b>SMART</b> Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité et des éléments Traces	
	<b>RAPPORT N° RA-24-14-3</b> Rapport réglementaire de Belleville-sur-Loire - Année 2023	Page 23 sur 23

## 5.2 Fiche de constat

	<b>FICHE DE CONSTAT</b> N° FC - RE : 423-2	FC-RE Version 01 Rattachement : RC 2006-148a Date : 30/01/2017
	<b>Description du constat</b>	
Nom du C.N.P.E. : _____ C.N.P.E. de Belleville-sur-Loire Année : 2023 Milieu : <input type="checkbox"/> Terrestre <input checked="" type="checkbox"/> Aquatique <input type="checkbox"/> Marin Type d'étude : <input checked="" type="checkbox"/> Réglementaire <input type="checkbox"/> Suivi annuel <input type="checkbox"/> Bilan décennal Type de constat (station, matrice...) : Station de prélèvement Echantillon(s) concerné(s) : Eau de boisson référencé 423GV2R Origine : <input checked="" type="checkbox"/> Interne <input type="checkbox"/> Client <input type="checkbox"/> Autre Description : Dans la note d'étude EDF D455623003526A, un prélèvement d'eau de boisson est prévu à la station de pompage de Bonny sur Loire. Or une nouvelle station de pompage à été construite pour remplacer l'ancienne et les agents municipaux ne pouvaient pas y avoir accès. _____ _____ Enregistrement par : P. GILBERT Date et Visa : 23/10/2023 		
<b>Analyse et traitement</b>		
Dispositions proposées : <u>Le prélèvement de l'eau de boisson a été réalisé au robinet dans la mairie se situant proche de la nouvelle station.</u> _____ _____ _____ Par : P. GILBERT Date et Visa : 23/10/2023 		
<b>Validation EDF</b>		
Acceptation : <input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires : _____ _____ _____ _____ Date et Visa : Cécile Boyer 		
<b>Prise en compte</b>		
Acceptation : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Commentaires : _____ _____ _____ Date et Visa :		





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

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

CNPE de Belleville-sur-Loire  
Adresse : BP 11 – 18240 Léré  
Numéro de téléphone : 02 72 58 80 00