

Rapport environnemental annuel
relatif aux installations nucléaires du
site de

FESSENHEIM

2023

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

SOMMAIRE

Partie I - Le site de Fessenheim en 2023	4
I. Contexte	4
II. Le site de Fessenheim	4
III. Modifications apportées au voisinage du site de Fessenheim	5
IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	5
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des événements significatifs pour l'environnement	5
Partie II - Prélèvements d'eau	8
I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement	10
II. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel	10
III. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique	10
IV. Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance	11
Partie III – Restitution et consommation d'eau	13
I. Restitution d'eau	13
II. Consommation d'eau	13
Partie IV - Rejets d'effluents	15
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	16
II. Rejets d'effluents liquides	23
III. Rejets thermiques	32
Partie V - Surveillance de l'environnement	35
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	35
II. Physico-chimie des eaux souterraines	43
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	43
IV. Physico-chimie et Hydrobiologie	48
V. Acoustique environnementale	49
Partie VI - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation	51

Partie VII - Gestion des déchets	55
I. Les déchets radioactifs	55
II. Les déchets non radioactifs	60
ABREVIATIONS	62
ANNEXE 1 : Suivi radioécologique annuel du site de Fessenheim Année 2022	63

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 2023 du site de Fessenheim en matière d'environnement.

II. Le site de Fessenheim

La centrale nucléaire de Fessenheim s'étend sur 106 hectares, au bord du grand canal d'Alsace. Implantée au sein du bassin rhénan, elle est installée sur le territoire de la commune de Fessenheim, à l'est du département du Haut-Rhin (68), à 30 kilomètres de Mulhouse et composée de 2 réacteurs, d'une puissance de 900MWe chacun.

Le réacteur numéro 1 a été raccordé au réseau électrique le 6 avril 1977, suivi du réacteur numéro 2, le 7 octobre 1977. Conformément au décret paru le 19 février 2020, les réacteurs n° 1 et n° 2 ont été définitivement mis à l'arrêt, respectivement les 22 février et 30 juin 2020. Le site a produit, en 43 années d'exploitation, près de 430 TWh d'électricité bas carbone.

Après l'arrêt définitif des réacteurs, le site est entré dans une phase dite de pré démantèlement. En décembre 2020, un dossier de démantèlement a été transmis à l'ASN pour instruction. Le démantèlement de la centrale pourra débuter dès la mise en application d'un décret, prévu pour 2026. Ce décret, pris par le ministre de l'Environnement, s'appuiera notamment sur une enquête publique dont la réalisation a eu lieu du 25 mars au 30 avril 2024, une consultation de l'autorité environnementale et l'avis de l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

Cette phase de pré démantèlement répond à différents objectifs :

- Obtenir les conditions techniques d'entrée en démantèlement ;
- Diminuer la radioactivité ;
- Evacuer l'acide borique, les déchets d'exploitation et les produits dangereux ;
- Caractériser l'installation ;
- Préparer les chantiers de démantèlement et la gestion des déchets ;
- Récupérer des pièces de rechange ;

- Réaliser un examen de sûreté décennal ;
- Adapter l'organisation du site ;
- Redéployer le personnel ;
- Instruire le processus administratif pour obtenir le décret de démantèlement.

Au 31 décembre 2023, le site employait 195 salariés EDF et près de 230 salariés d'entreprises prestataires permanents.

III. Modifications apportées au voisinage du site de Fessenheim

La surveillance de l'environnement industriel est réalisée en application d'une prescription interne d'EDF. Lors de l'année 2023, aucune modification notable au voisinage du site de Fessenheim n'a été identifiée.

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

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

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

- les Valeurs Toxicologiques de Référence pour l'impact sanitaire sur l'Homme, valeurs sélectionnées selon les critères définis dans la note d'information n°DGS/EA/DGPR/2014/307 du 31/10/2014,
- les valeurs seuils ou valeurs guides issues des textes réglementaires ou des grilles de qualité d'eau, les données écotoxicologiques, en particulier les PNEC (Predicted No Effect Concentration), et les études testant la toxicité et l'écotoxicité des effluents CRT, pour l'analyse des incidences sur l'environnement.

A noter que les PNEC sont validées par la R&D d'EDF après revue bibliographique exhaustive et, si nécessaire, réalisation de tests écotoxicologiques commandités par EDF et réalisés selon les normes OCDE et les Bonnes Pratiques de Laboratoire.

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

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

En 2001, le site de Fessenheim 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 site de Fessenheim 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 site de Fessenheim. L'ensemble des salariés du site, 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 site de Fessenheim a mis en place un système permettant de détecter, tracer, déclarer, les Événements Significatifs pour l'Environnement (ESE) à l'Autorité de Sûreté Nucléaire, de traiter ces événements et d'en analyser les causes profondes pour les éradiquer.

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

1. Bilan des évènements significatifs pour l'environnement déclarés

Aucun évènement significatif pour l'environnement n'est survenu sur le site de Fessenheim en 2023

2. Bilan des incidents de fonctionnement

Le site de Fessenheim a eu, durant l'année 2023, des matériels indisponibles tels que : les dispositifs de traitement des effluents et de prélèvement, les dispositifs de mesure et de surveillance, 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 ses matériels. Des remises en état rapides des matériels ont permis de limiter au maximum l'indisponibilité des matériels.

- Perte de la surveillance en continu des balises KRS clôture, 5 km et 10 km en avril 2023,
- Indisponibilité de la filtration THE « 0DCN 005FI » du local du circuit de réfrigération intermédiaire des auxiliaires des circuits primaires (« RRI ») en juillet 2023,
- Indisponibilité du préleveur « 9DVA 051MA » de la ventilation du bâtiment « BES » en septembre 2023,

- Indisponibilité du préleveur « 1DVN 001MA » de la ventilation de la verrière associée au tampon d'accès au Bâtiment Réacteur n°1, en décembre 2023.

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 stockages de sécurité dont l'alimentation des circuits de lutte contre les incendies (usage industriel),
- alimenter les installations sanitaires et les équipements de restauration des salariés (usage domestique).

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

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

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

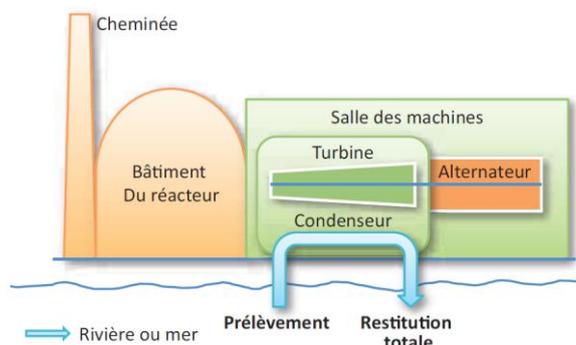


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert (Source : EDF)

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 implantées.

I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement

Le tableau ci-dessous détaille les volumes mensuels de prélèvement d'eau destinée au refroidissement de l'année 2023.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	5,865 999
Février	16,448 627
Mars	6,397 669
Avril	8,290 279
Mai	6,234 578
Juin	10,166 212
Juillet	5,310 729
Août	8,127 881
Septembre	7,107 919
Octobre	4,516 120
Novembre	7,661 800
Décembre	0,297 660
TOTAL	86,425 474

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

Le tableau ci-dessous détaille les volumes mensuels de prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel de l'année 2023.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	0,000 563
Février	0,001 119
Mars	0,001 380
Avril	0,001 978
Mai	0,003 434
Juin	0,004 236
Juillet	0,003 306
Août	0,001 557
Septembre	0,003 957
Octobre	0,003 360
Novembre	0,003 553
Décembre	0,003 523
TOTAL	0,031 966

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

Le tableau ci-dessous détaille les volumes mensuels de prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique de l'année 2023.

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	0,021 880
Février	0,025 748
Mars	0,029 686
Avril	0,028 985
Mai	0,033 593
Juin	0,026 836
Juillet	0,023 710
Août	0,024 226
Septembre	0,024 231
Octobre	0,023 929
Novembre	0,023 091
Décembre	0,024 560
TOTAL	0,310 481

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

1. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2023

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2021 à 2023 avec la valeur du prévisionnel 2023.

Année	Milieu	Volume (milliers de m ³)
2021	Eau douce superficielle - Grand Canal d'Alsace	192 370, 823
2022		118 243, 048
2023		86 425, 474
Prévisionnel 2023		250 000
2021	Eau douce souterraine - Nappe phréatique d'Alsace	224,865
2022		177,266
2023		166,310
Prévisionnel 2023		240

Commentaires : Le volume annuel d'eau prélevée est plus faible que le prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2023.

L'absence de retour d'expérience depuis l'arrêt définitif des deux réacteurs en 2020 explique ces différences entre valeurs prévisionnelles et réelles.

2. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des débits instantanés et des volumes d'eau prélevés cette année avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASN n° 2016-DC-0551 du 26 mars 2016.

Milieu	Limites de prélèvement		Prélèvement		Unité
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
Eau douce superficielle - Grand Canal d'Alsace	Débit instantané	87,5	25	-	m ³ /s
	Volume journalier	7 600 000	2 150 000	-	m ³
	Volume annuel	2 760 000 000	86 425 474*	S.O.	m ³
Eau douce souterraine - Nappe phréatique d'Alsace (eau déminéralisée)	Débit instantané	0,060	0,026	-	m ³ /s
	Volume journalier	3 080	713	-	m ³
	Volume annuel	241 000	31 966*	S.O.	m ³

*Correspond au volume annuel prélevé

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

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

L'année 2023 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

4. Opérations exceptionnelles de prélèvements

Le site de Fessenheim n'a pas réalisé d'opérations exceptionnelles de prélèvement d'eau dans le milieu en 2023.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du site de Fessenheim pour l'année 2023 est présentée dans le tableau ci-dessous.

		Restitution d'eau				Unités
		Eau de refroidissement	Rejets radioactifs	Rejets industriels	Rejets domestiques (PAC)	
Restitution mensuelle	Janvier	5,865 999	0	0,001901	0,134344	millions de m ³
	Février	16,448 627	0,001230	0,002009		
	Mars	6,397 669	0	0,002227		
	Avril	8,290 279	0	0,003079		
	Mai	6,234 578	0	0,001883		
	Juin	10,166 212	0,001140	0,002289		
	Juillet	5,310 729	0	0,002406		
	Août	8,127 881	0,000976	0,001721		
	Septembre	7,107 919	0	0,001813		
	Octobre	4,516 120	0	0,001810		
	Novembre	7,661 800	0,000589	0,002014		
	Décembre	0,297 660	0	0,001236		
TOTAL	Restitution au milieu aquatique	86,588 143				millions de m ³
	Pourcentage de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement	100				%

II. Consommation d'eau

1. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous détaille les volumes mensuels de consommation d'eau de l'année 2023.

	Consommation d'eau (en milliers de m3)
Janvier	10, 685
Février	14, 553
Mars	18, 491
Avril	17, 790
Mai	22, 398
Juin	15, 641
Juillet	12, 515
Août	13, 031
Septembre	13, 036
Octobre	12, 734
Novembre	11, 896
Décembre	13, 365
TOTAL	176, 137

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

Sur le site de Fessenheim, les rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère sont dits « aérés ». Ils 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 avant d'être rejeté en continu à la cheminée. Ces rejets sont dits « permanents ». Ces deux types d'effluents sont rejetés dans l'atmosphère par une cheminée dédiée à la sortie de laquelle est réalisé, en permanence, un contrôle de l'activité rejetée.

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

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

a. Règles spécifiques de comptabilisation

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

La deuxième règle fondamentale consiste à déclarer obligatoirement une activité rejetée pour les radionucléides appartenant à ces différents « spectres de référence ». Les

radionucléides dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision¹ donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au SD.

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

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

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

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

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

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

c. Cumul mensuel

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

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

	131I (GBq)	133I (GBq)	133Xe (GBq)	135Xe (GBq)	134Cs (GBq)	137Cs (GBq)	58Co (GBq)	60Co (GBq)
Janvier	7,27E-05	3,97E-04	5,90E+00	2,64E+00	2,15E-05	2,00E-05	1,94E-05	8,11E-05
Février	6,61E-05	3,13E-04	5,18E+00	2,09E+00	1,62E-05	1,51E-05	1,67E-05	1,64E-04
Mars	5,93E-05	2,81E-04	4,29E+00	2,04E+00	1,52E-05	1,47E-05	1,40E-05	1,68E-04
Avril	6,09E-05	3,49E-04	6,04E+00	2,57E+00	1,68E-05	1,85E-05	1,77E-05	2,27E-04
Mai	6,17E-05	3,07E-04	6,01E+00	2,35E+00	1,47E-05	1,60E-05	1,55E-05	3,47E-05
Juin	5,33E-05	3,08E-04	6,64E+00	2,36E+00	1,60E-05	1,56E-05	3,09E-05	2,41E-05
Juillet	5,74E-05	3,84E-04	7,15E+00	2,71E+00	1,40E-05	1,49E-05	1,42E-05	2,20E-05
Août	5,83E-05	2,98E-04	7,19E+00	2,94E+00	1,60E-05	1,68E-05	1,56E-05	2,38E-05
Septembre	5,29E-05	3,08E-04	8,37E+00	3,12E+00	1,59E-05	1,67E-05	1,45E-05	2,12E-05
Octobre	5,96E-05	2,96E-04	7,11E+00	2,92E+00	1,40E-05	1,81E-05	1,50E-05	2,46E-05
Novembre	5,94E-05	3,12E-04	6,40E+00	2,47E+00	1,58E-05	1,61E-05	1,76E-05	2,24E-05
Décembre	6,50E-05	3,96E-04	8,87E+00	3,54E+00	1,73E-05	1,48E-05	1,76E-05	2,57E-05
TOTAL	7,27E-04	3,95E-03	7,91E+01	3,18E+01	1,93E-04	1,97E-04	2,09E-04	8,38E-04

Commentaires : Depuis l'arrêt des deux tranches en 2020, il n'y a plus eu de décompression des bâtiments réacteurs entraînant la prise en compte systématique du radioélément ⁴¹Ar. De même, depuis mars 2021, il n'y a plus de rejets concertés entraînant la vidange des réservoirs RS, et la prise en compte des radioéléments ^{131m}Xe et ⁸⁵Kr.

	Volumes rejetés (m3)	Iodes (GBq)	Gaz rares (GBq)	Autres PF et PA (GBq)	Tritium (GBq)	Carbone 14 (GBq)
Janvier	1,87E+08	4,69E-04	8,54E+00	1,42E-04	7,34E+00	2,45E+00
Février	1,49E+08	3,79E-04	7,26E+00	2,12E-04	4,67E+00	
Mars	1,55E+08	3,40E-04	6,33E+00	2,12E-04	5,13E+00	
Avril	1,78E+08	4,10E-04	8,61E+00	2,80E-04	7,73E+00	4,60E+00
Mai	1,70E+08	3,68E-04	8,37E+00	8,10E-05	7,37E+00	
Juin	1,63E+08	3,62E-04	9,00E+00	8,66E-05	7,20E+00	
Juillet	1,78E+08	4,41E-04	9,85E+00	6,51E-05	1,03E+01	1,53E+00
Août	1,75E+08	3,57E-04	1,01E+01	7,22E-05	1,08E+01	
Septembre	1,73E+08	3,61E-04	1,15E+01	6,83E-05	1,14E+01	
Octobre	1,75E+08	3,55E-04	1,00E+01	7,17E-05	1,11E+01	6,79E-01
Novembre	1,60E+08	3,72E-04	8,87E+00	7,19E-05	8,75E+00	
Décembre	1,88E+08	4,61E-04	1,23E+01	7,55E-05	6,83E+00	
TOTAL	2,05E+09	4,68E-03	1,11E+02	1,44E-03	9,87E+01	9,25E+00

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

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

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023.

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2021	91,323	348,85	34,608	0,00751	0,00065
2022	105	286	21,9	0,0071	0,000784
2023	111	98,6	9,26	0,00468	0,00144
Prévisionnel 2023	130	450	70	0,01	0,002

Commentaires : Les rejets radioactifs gazeux sont plus faibles que le prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2023 (prévisionnel établi fin d'année 2022). Un REX se constitue depuis l'arrêt définitif des deux réacteurs en 2020, entraînant un ajustement progressif du prévisionnel. Cela justifie les différences observées entre valeurs prévisionnels et réelles.

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2016-DC-0550 du 29 mars 2016.

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet	
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	24000	1,11E+02	S.O.
	Cheminée du BAN	Débit instantané (Bq/s)	10 ⁸	3,00E+06	2,64E+06
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1100	9,26E+00	S.O.
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	4000	9,86E+01	S.O.
	Cheminée du BAN	Débit instantané (Bq/s)	10 ⁷	4,78E+03	3,44E+03
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,6	4,68E-03	S.O.
	Cheminée du BAN	Débit instantané (Bq/s)	10 ³	2,30E-01	1,74E-01
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,14	1,44E-03	S.O.
	Cheminée du BAN	Débit instantané (Bq/s)	10 ³	3,03E-01	9,63E-02

*Correspond à l'activité annuelle rejetée

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n°2016-DC-0550 du 29 mars 2016. Les débits instantanés ont respecté les valeurs de la décision ASN n°2016-DC-0550 du 29 mars 2016 tout au long de l'année 2023.

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

Les rejets radioactifs diffus des sites ont notamment pour origine :

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

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

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

	Volume des rejets diffus (m ³)	Rejets au niveau des événements des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines et d'entreposage des effluents liquides	
		Tritium (Bq)	Iodes (Bq)
Janvier	869	0	0
Février	2054	2,74E+06	0
Mars	873	0	0
Avril	1680	0	0
Mai	859	5,96E+01	0
Juin	2001	2,01E+06	0
Juillet	1660	0	0
Août	1806	1,05E+06	0
Septembre	866	0	0
Octobre	844	0	0
Novembre	1461	2,28E+06	0
Décembre	0	0	0
TOTAL ANNUUEL	14973	8,08E+06	0

Commentaires : En raison de l'arrêt définitif des deux réacteurs en 2020, il n'y a plus de production de vapeur au niveau du circuit secondaire.

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

Le site de Fessenheim engendre également des rejets d'effluents à l'atmosphère non radioactifs dont les origines sont :

- Les émissions des chaudières auxiliaires, servant au chauffage des installations, au traitement des effluents, et au maintien en température des réservoirs d'entreposage de liquides. Ces émissions des gaz de combustion (SO₂, NOX) sont réglementairement déclarées et comptabilisées.
- Les émissions de fluides frigorigènes. En effet, un CNPE est équipé de groupes frigorifiques pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs. Ces matériels utilisent des produits pouvant accroître l'effet de serre. Le fonctionnement des matériels et les opérations de maintenance conduisent à des émissions de fluides frigorigènes. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.

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

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SOx) et d'azote (NOx) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement des chaudières auxiliaires, ayant une durée estimée de fonctionnement égale à 8536,5 heures en 2023, est de :

Paramètre	Unité	Chaudières auxiliaires	TOTAL
SOx	kg	4826,657	4826,657
NOx	kg	11726,063	11726,063

b. 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 site de Fessenheim.

L'estimation des émissions de fluides frigorigènes est la suivante :

Paramètre	Masse en kg	Tonne équivalent CO ₂
Chloro-fluoro-carbone (CFC)	0	0
Hydrogéo-chloro-fluor-carbone (HCFC)	0	0
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)	10,36	32,97
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	0	0
Total des émissions de GES en tonne équivalent CO₂		32,97

Dans le respect de la réglementation relative aux systèmes d'échanges de quota d'émissions de gaz à effet de serre, le site de Fessenheim déclare chaque année les émissions de CO₂ provenant de l'activité de combustion de combustibles dans les installations dont la puissance thermique totale de combustion est supérieure à 20 MW. Pour l'année 2023, les émissions liées à cette activité représentent 7669,92 tonnes équivalent CO₂.

Les émissions de GES du site de Fessenheim constituées des pertes de fluides frigorigène et de la combustion des chaudières auxiliaires, représentent 7702,89 tonnes équivalent CO₂.

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

L'année 2023 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. Par ailleurs, en raison de l'arrêt des deux tranches en 2020, il n'y a plus de production d'effluents hydrogénés nécessitant l'entreposage en réservoirs pour décroissance. De ce fait, ces derniers ont été mis au rebut au cours de l'année 2021.

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

Le site de Fessenheim n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejets d'effluents à l'atmosphère en 2023.

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).

Le site de Fessenheim ne produit plus l'ensemble de ces effluents en raison de l'arrêt définitif de ses réacteurs en 2020.

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

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

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

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

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

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

a. Règles spécifiques de comptabilisation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

c. Cumul mensuel

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

	¹³¹ I (GBq)	^{110m} Ag (GBq)	^{123m} Te (GBq)	¹²⁴ Sb (GBq)	¹²⁵ Sb (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)	⁵⁴ Mn (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	⁶³ Ni (GBq)
Janvier	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Février	7,20E-04	3,37E-02	4,65E-04	7,00E-04	1,45E-02	8,02E-04	9,00E-04	7,41E-04	7,26E-04	3,43E-02	3,56E-03
Mars	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Avril	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Mai	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5,11E-04	/
Juin	4,92E-04	2,88E-03	3,93E-04	5,93E-04	1,65E-02	4,43E-04	6,86E-04	4,63E-04	5,04E-04	5,61E-03	5,68E-03
Juillet	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Août	4,48E-04	3,02E-03	3,18E-04	4,36E-04	5,77E-03	4,39E-04	6,73E-04	4,39E-04	4,40E-04	9,14E-03	4,00E-03
Septembre	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Octobre	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Novembre	2,82E-04	8,95E-04	1,99E-04	2,79E-04	2,77E-03	2,65E-04	4,54E-04	4,11E-04	3,38E-04	1,28E-02	7,95E-03
Décembre	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
TOTAL ANNUEL	1,94E-03	4,05E-02	1,38E-03	2,01E-03	3,96E-02	1,95E-03	2,71E-03	2,05E-03	2,01E-03	6,24E-02	2,12E-02

	Volumes rejetés (m ³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	869	4,29E-03	/	/	/
Février	2054	2,36E+02	6,51E-03	7,20E-04	8,86E-02
Mars	873	4,27E-03	/	/	/
Avril	1680	7,94E-03	/	/	/
Mai	859	4,24E-03	/	/	5,11E-04
Juin	2001	1,65E+02	6,82E-03	4,92E-04	2,81E-02
Juillet	1660	7,26E-03	/	/	/
Août	1806	7,84E+01	1,85E-02	4,48E-04	2,07E-02
Septembre	866	4,04E-03	/	/	/
Octobre	844	3,92E-03	/	/	/
Novembre	1461	1,21E+02	1,09E-02	2,82E-04	1,84E-02
Décembre	/	/	/	/	/
TOTAL ANNUEL	14973	6,00E+02	4,28E-02	1,94E-03	1,55E-01

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

Commentaires : Le seuil de détection du tritium a été abaissé depuis 2020, révélant des fluctuations proches des valeurs de tritium naturel.

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023.

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres PA et PF
2021	1843	0,286	0,00253	0,170
2022	1170	0,158	0,0039	0,219
2023	600	0,0428	0,00194	0,155
Prévisionnel 2023	3000	2	0,005	0,8

Commentaires : Les rejets radioactifs liquides sont plus faibles que le prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2023 (prévisionnel établi fin d'année 2022). Un REX se constitue depuis l'arrêt définitif des deux réacteurs en 2020, entraînant un ajustement progressif du prévisionnel. Cela justifie les différences observées entre valeurs prévisionnelles et réelles.

e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n°2016-DC-0550 du 29 mars 2016.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur (GBq)	Valeur (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	45000	600
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	130	0,0428
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,2	0,00194
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	18	0,155

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 (bêta globale, tritium et 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 2023 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 2023	Valeur maximale mesurée en 2023	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2023	Valeur maximale mesurée en 2023	Limite réglementaire	
Eau filtrée	Activité bêta globale	0,11 Bq/L	0,19 Bq/L	2 Bq/L	-	-	-
	Tritium	5,23 Bq/L	7,3 Bq/L	280 Bq/L	4,78 Bq/L	25,10 Bq/L	140 ⁽¹⁾ / 100 ⁽²⁾ Bq/L
	Potassium	1,93 mg/L	2,27 mg/L	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	0,035 Bq/L	0,102 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 2023 sont cohérentes avec les valeurs attendues du fait des rejets d'effluents autorisés du site. Les mesures d'activité bêta globale et de l'activité en tritium dans l'eau sont très inférieures aux limites réglementaires.

2. Rejets d'effluents liquides chimiques

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

Ces rejets d'effluents chimiques sont issus :

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

Les eaux vannes issues du site de Fessenheim sont traitées par la station d'épuration de la commune de Nambenheim via une convention.

Les principales substances utilisées sont :

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

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

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

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 rappelés ci-après :

- La morpholine a des propriétés irritantes (respiratoire, oculaire et cutané) et corrosives. Une Valeur Toxicologique de Référence (VTR) chronique par voie orale de 0,12 mg/kg/j a été établie par l'ANSES en 2019. Une mise à jour de l'évaluation de risque sanitaire suite à la prise en compte de cette VTR pour la morpholine a été réalisée. Elle conclut à une absence de risque sanitaire pour les populations riveraines et à des concentrations ajoutées faibles dans l'environnement.

- Les produits de dégradation de la morpholine sont constitués de composés carbonés : ions acétates, formiates, glycolates et oxalates, ainsi que de composés azotés : diéthanolamine, éthanolamine, méthylamine, pyrrolidine, diéthylamine, éthylamine, N-nitrosomorpholine. Il s'agit de substances qui sont faiblement toxiques dans les conditions de rejet. Aucune VTR issue des bases de données de référence n'est associée à ces substances à l'exception de la N-nitrosomorpholine.

- De plus, la morpholine peut notamment être transformée in vivo en N-nitrosomorpholine en présence de nitrites. Une VTR chronique par voie orale pour la N-nitrosomorpholine de 4 (mg/kg/j)⁻¹ a été établie par l'ANSES en 2012.

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

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

b. Règles spécifiques de comptabilisation

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

lorsque le résultat de la mesure est en dessous de la limite de quantification des moyens métrologiques employés pour effectuer l'analyse.

c. Rejets d'effluents liquides chimiques via « l'émissaire de rejet »

i. Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets chimiques transitant par l'ouvrage de rejet principal est donné dans le tableau suivant :

	Acide borique (kg)	Morpholine (kg)	Hydrazine (kg)	Détergents (kg)	Azote total (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	DCO (kg)	Sodium (kg)	Chlorures (kg)	MES (kg)
Janvier	/	2,17E-02	2,17E-03	/	1,52E+00	2,17E-02	1,17E-01	2,61E+00	/	/	/
Février	2,87E+03	5,13E-02	5,13E-03	3,07E-02	2,76E+00	4,37E+00	8,51E-01	6,16E+00	4,04E+02	9,95E+02	8,24E-01
Mars	/	2,18E-02	2,18E-03	/	3,23E+00	7,86E-02	8,63E-02	2,62E+00	3,74E+02	8,78E+02	/
Avril	/	4,20E-02	4,20E-03	/	2,16E+00	1,39E-01	1,80E-01	1,01E+01	/	/	8,32E-01
Mai	/	2,15E-02	2,15E-03	/	9,50E-01	6,70E-02	1,41E-01	4,66E+00	6,80E+02	1,49E+03	/
Juin	2,13E+03	4,99E-02	4,99E-03	2,84E-02	2,07E+00	3,94E+00	3,59E-01	5,99E+00	6,85E+02	1,51E+03	/
Juillet	/	4,14E-02	4,14E-03	/	2,30E+00	1,34E-01	1,75E-01	4,97E+00	3,67E+02	8,15E+02	/
Août	4,81E+02	4,51E-02	2,44E-03	2,44E-02	2,19E+00	3,57E+00	6,71E-01	5,42E+00	3,81E+02	7,89E+02	8,30E-01
Septembre	/	2,17E-02	/	/	1,80E+00	1,21E-01	1,19E-01	2,60E+00	7,10E+02	1,54E+03	/
Octobre	/	2,11E-02	/	/	1,41E+00	2,16E-01	1,19E-01	2,53E+00	3,49E+02	7,60E+02	8,44E-01
Novembre	5,19E+02	3,65E-02	/	1,47E-02	1,38E+00	4,18E+00	2,86E-01	1,23E+01	7,27E+02	1,63E+03	/
Décembre	/	/	/	/	/	/	/	/	3,57E+02	7,90E+02	/
TOTAL ANNUEL	6,00E+03	3,74E-01	2,74E-02	9,82E-02	2,18E+01	1,68E+01	3,10E+00	5,99E+01	5,04E+03	1,12E+04	3,33E+00

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents non radioactifs liquides de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023.

Substances	Unité	2021	2022	2023	Prévisionnel 2023
Acide borique	kg	6022	6010	6000	6500
Morpholine	kg	0,40	0,418	0,374	5
Hydrazine	kg	0,04	0,0418	0,0274	0,15
Détergents	kg	0,15	0,172	0,0982	1
Azote	kg	18,32	25,7	21,8	50
Phosphates	kg	34,95	9,27	16,8	60
Sodium	kg	8155	7540	5036	20 000
Chlorures	kg	18894	16500	11205	40 000
Métaux totaux	kg	3,81	3,18	3,10	12
DCO	kg	79,4	50,1	59,9	-

Commentaires : Les rejets chimiques liquides sont plus faibles que le prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2023 (prévisionnel établi fin d'année 2022). Un retour d'expérience se constitue depuis l'arrêt définitif des deux réacteurs en 2020, entraînant un ajustement progressif du prévisionnel. Cela justifie les différences observées entre valeurs prévisionnelles et réelles.

Depuis l'arrêt des réacteurs, le circuit secondaire n'est plus conditionné en morpholine et hydrazine, d'où les rejets associés particulièrement faibles ces trois dernières années.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n°2016-DC-0550.

Substances	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée (mg/L)	Valeur maximale calculée	Valeur moyenne calculée	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé
Acide borique	12	8,30E-01	6,23E-01	2800	1,14E+03	2000	1,20E+02	10000	6,00E+03
Morpholine	0,338	5,45E-05	4,61E-05	22	3,07E-02	-	-	800	3,74E-01
Hydrazine	0,005	5,45E-06	4,34E-06	1,5	3,07E-03	0,85	7,85E-04	9	2,74E-02
Détergents	0,69	2,36E-05	1,47E-05	100	1,56E-02	-	-	5000	9,82E-02
Azote	0,35	7,59E-03	3,08E-03	110	3,23E+00	-	-	5000	2,18E+01
Phosphates	0,307	6,41E-03	1,16E-03	75	4,01E+00	40	9,23E-01	530	1,68E+01
Sodium	35,3	1,93E+02	5,09E+01	500	4,04E+02	-	-	-	-
Chlorures	112	4,28E+02	1,14E+02	1600	9,95E+02	-	-	-	-
Métaux totaux	0,011	4,36E-04	2,65E-04	-	-	-	-	60	3,10E+00
MES	0,031	2,18E-03	1,91E-03	17	8,44E-01	-	-	-	-
DCO	0,79	1,13E-02	6,92E-03	350	7,07E+00	-	-	-	-

L'article 5.3.1 de la décision ASN n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2023, la quantité de lithine rejetée par le site de Fessenheim est évaluée à 0 kg.

Commentaires :

Les concentrations maximales ajoutées en chlorures et sodium ont dépassé les valeurs limites de la décision ASN n° 2016-DC-0550 entre octobre et février 2024. Cette situation n'a pas été détectée en temps réel du fait d'une méthode de calcul erronée. Elle a été détectée en 2024 et a fait l'objet de la déclaration d'un évènement significatif pour l'environnement (ESE critère 2 déclaré le 19/03/2024 « Dépassement des concentrations maximales en chlorures et sodium ajoutées dans l'ouvrage de rejet SEO lors de rejets de la station de déminéralisation »).

Les autres rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites de rejet de la décision ASN n° 2016-DC-0550.

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

Commentaires : L'année 2023 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

4. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

Commentaires : Le site de Fessenheim n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2023.

III. Rejets thermiques

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

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

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

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

L'échauffement de l'eau (écart de température entre la sortie et l'entrée : $\Delta T^{\circ}\text{C}$) est lié à la puissance thermique (P_{th}) à évacuer au condenseur et 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'aéroréfrigérants. Dans un aéroréfrigérant, une grande part de la chaleur extraite du condenseur est transférée directement à l'atmosphère sous forme de chaleur latente de vaporisation (75 %) et sous forme de chaleur sensible (25 %). Le reste de la chaleur est rejeté au cours d'eau par la purge. La purge de l'aéroréfrigérant constitue donc le rejet thermique de l'installation.

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

1. En conditions climatiques normales

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du site de Fessenheim et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans la décision ASN n°2016-DC-0551 du 29 mars 2016.

Le site de Fessenheim réalise en continu des mesures de températures en amont, au rejet et en aval du site et un suivi des rejets thermiques conformément aux autorisations de rejet en vigueur. Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents paramètres pour l'année 2023 est présenté dans le tableau suivant :

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

2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites fixées à l'article [EDF-FSH-125] de la décision ASN n° 2016-DC-0551 du 29 mars 2016.

Paramètres	Unité	Limite en vigueur	Valeurs maximales
Echauffement amont- aval calculé	°C	3	0,05
Température aval après mélange	°C	28	25,5

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

3. En conditions climatiques exceptionnelles

Depuis l'arrêt des tranches en 2020, le site de Fessenheim n'est plus concerné par une entrée en conditions climatiques exceptionnelles.

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

Commentaires : L'année 2023 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 - 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 site de Fessenheim selon les modalités fixées par les autorisations délivrées par l'administration. La stricte application du programme de surveillance fait l'objet d'inspections programmées ou inopinées de la part de l'ASN, qui réalise des expertises indépendantes.

Le site de Fessenheim 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 site de Fessenheim réalise annuellement, sous le contrôle de l'ASN, près de 6000 analyses dont les résultats sont transmis à l'administration et publiés par EDF sur le site internet du site : <https://www.edf.fr/centrale-nucleaire-fessenheim>.

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 site de Fessenheim 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 site de Fessenheim. Les prélèvements collectés dans l'environnement terrestre sont répartis en distinguant les zones potentiellement influencées des zones non influencées par les rejets atmosphériques du site de Fessenheim. 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.

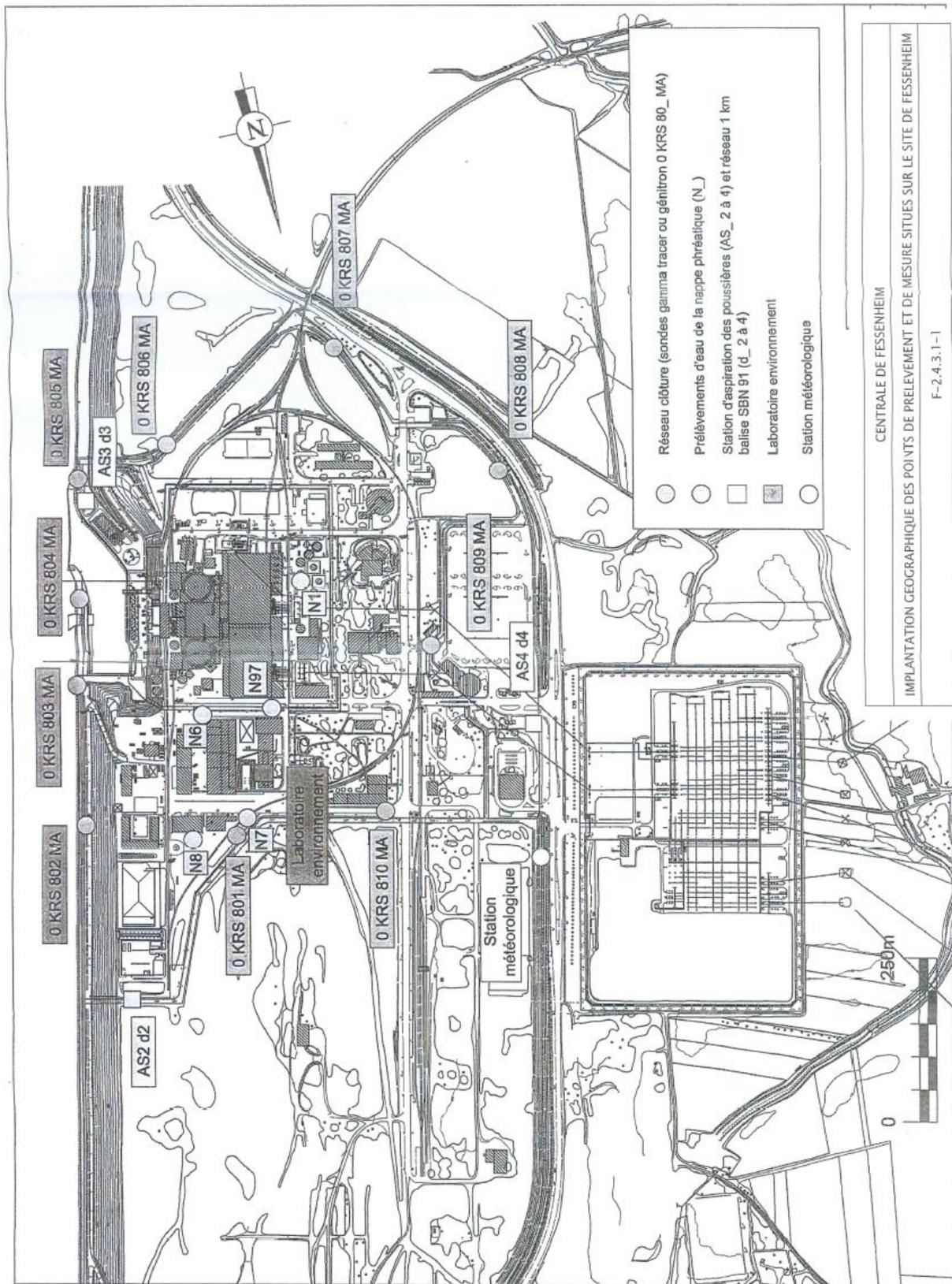
Ces études radioécologiques ont permis de caractériser finement les niveaux de radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les différents compartiments de l'environnement autour du site de Fessenheim, et de préciser l'influence des rejets d'effluents liquides et à l'atmosphère. Les données collectées depuis plusieurs décennies ont montré que

la radioactivité naturelle constitue la principale composante de la radioactivité dans l'environnement, et que la radioactivité artificielle provient majoritairement d'une rémanence des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl. Du fait de l'éloignement de ces événements anciens et des efforts réalisés par EDF pour diminuer les rejets de ses installations nucléaires, le niveau de radioactivité dans l'environnement à proximité du site de Fessenheim a considérablement diminué depuis une vingtaine d'années.

1. Surveillance de la radioactivité ambiante

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

Plans d'implantation des balises radiamétriques (clôture, 1km, 5km et 10km)





Les informations (débits de dose et états de fonctionnement) issues des balises sont envoyées en continu vers un centralisateur qui permet la visualisation et l'enregistrement des données. Les débits de dose moyens enregistrés par les différents réseaux de mesure pour l'année 2023 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 2023 (nSv/h)	Débit de dose max année 2023 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2022 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2021 (nSv/h)
Clôture	99	330	98	94
1 km	89	1500	90	95
5 km	100	220	100	103
10 km	110	180	115	115

Commentaires : Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2023 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et cohérents avec les résultats des années antérieures.

Voici les justifications des valeurs maximales enregistrées :

- ✓ Balise 1km en août 2023 : 360 nSv/h → passage d'un transport nucléaire
- ✓ Balise 5km en août 2023 : 220 nSv/h → passage d'un transport nucléaire
- ✓ Balise clôture en octobre 2023 : 330 nSv/h → passage d'un transport nucléaire
- ✓ Balise 1km en octobre 2023 : 350 nSv/h → passage d'un transport nucléaire
- ✓ Balise clôture en novembre 2023 : 300 nSv/h → passage d'un transport nucléaire
- ✓ Balise 1km en novembre 2023 : 1500 nSv/h → passage d'un transport nucléaire
- ✓ Balise 1km en décembre 2023 : 430 nSv/h → passage d'un transport nucléaire

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 site de Fessenheim. 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 2023 sont donnés dans le tableau suivant :

Compartiment	Paramètres		Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)
Poussières atmosphériques	Bêta globale		6,63E-04 Bq/m ³	2,97E-03 Bq/m ³	0,01 Bq/m ³
	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	1,40E-05 Bq/m ³	2,00E-05 Bq/m ³	-
		⁴⁰ K	1,34E-04 Bq/m ³	1,80E-04 Bq/m ³	-
		⁶⁰ Co	8,26E-06 Bq/m ³	1,20E-05 Bq/m ³	-
		¹³⁷ Cs	6,77E-06 Bq/m ³	8,90E-06 Bq/m ³	-
		¹³⁴ Cs	9,20E-06 Bq/m ³	1,20E-05 Bq/m ³	-
Tritium atmosphérique			< 0,16 Bq/m ³	0,21 Bq/m ³	50 Bq/m ³
Eau de pluie	Bêta globale		< 0,179 Bq/L	0,31 Bq/L	-
	Tritium		< 4,08 Bq/L	4,60 Bq/L	-

Commentaires : Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2023 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 2023 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	⁵⁸ Co	Mensuelle	0,354	0,460
		⁶⁰ Co		0,396	0,440
		¹³⁴ Cs		0,339	0,410
		¹³⁷ Cs		0,341	0,370
		⁴⁰ K		493	787

Commentaires : Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment terrestre ainsi que leur interprétation pour l'année 2022 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en **annexe 1**.

4. Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment aquatique ainsi que leur interprétation pour l'année 2022 sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique annuel, présenté en **annexe 1**.

5. Surveillance des eaux souterraines

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

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
Bêta global	Bq/L	0,74
Potassium	mg/L	12,6
Tritium	Bq/L	9,5
Matières en suspension	Bq/L	0,0077

Commentaires : RAS

II. Physico-chimie des eaux souterraines

Une surveillance physico-chimique des eaux souterraines est effectuée sur les paramètres physicochimiques par le biais de prélèvements sur 17 piézomètres du site de Fessenheim.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	7,7
Conductivité	µS / cm	1020
NTK	mg / L	< 0,5
Nitrates		35
Phosphates		0,18
Sodium		120
Chlorures		150
Hydrocarbures totaux		< 0,1

Commentaires : RAS

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 site de Fessenheim, 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 2023 pour les stations amont, rejet et aval.

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11,5	12,2	11,8	11,4	10,8	8,4	7,9	8,7	8,7	9,2	11,5	13,0
Conductivité (µS/cm)	379	403	377	366	344	333	321	309	310	327	327	352
pH	7,9	8,1	8,1	8,2	8,1	8,0	7,9	8,0	8,0	7,9	7,9	8,0
Température	7,1	6,6	8,0	10,1	14,2	21,5	22,9	21,7	21,2	17,3	11,0	7,7
Station rejet	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Conductivité (µS/cm)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
pH	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Température	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	12,0	12,8	12,5	11,9	11,3	8,5	7,8	8,7	8,6	9,3	11,6	13,4
Conductivité (µS/cm)	386	413	388	370	338	336	321	312	313	331	332	355
pH	8,1	8,0	8,0	8,1	8,1	8,0	7,8	7,9	7,9	7,9	8,0	8,0
Température	7,1	6,5	8,0	10,1	14,2	21,5	22,8	21,7	21,1	17,3	11,0	7,6

Commentaires : Depuis février 2021, la station de rejet n'est plus alimentée en eau. Elle est remise en fonction pour la mesure en continu des paramètres lors des rejets.

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 site de Fessenheim.

2. Physico-chimie des eaux de surface

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

Station A (amont)	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Température (°C)	-	7	-	-	16	-	22	21	22	-	8,1	-
pH	-	8,1	-	-	8,1	-	8,2	8,1	8,1	-	12	-
O ₂ (mg/L)	-	12,2	-	-	11,9	-	8,5	8,9	10	-	10,7	-
Conductivité (µS/cm)	-	413	-	-	341	-	334	315	308	-	347	-
DCO (mg/L)	-	<5	-	-	10	-	<5	5	6	-	6	-
DBO ₅ (mg/L)	-	3	-	-	3	-	<2	<3	2	-	2	-
MES (mg/L)	-	<2	-	-	120	-	3	4	2	-	2	-
Turbidité (FNU)	-	1,4	-	-	130	-	2,8	3,4	6,2	-	6,9	-
Silicates (mg/L)	-	3,6	-	-	10	-	1,7	2,1	1,9	-	3,2	-
COD (mg/L)	-	1,4	-	-	2,5	-	2,2	3,2	1,7	-	2,1	-
Phosphates (mg/L)	-	<0,01	-	-	0,095	-	<0,01	<0,01	0,017	-	<0,01	-
Phosphore total (mg/L)	-	0,014	-	-	0,088	-	0,025	0,028	0,027	-	0,020	-
Nitrites (mg/L)	-	0,057	-	-	0,044	-	0,068	0,063	0,032	-	0,048	-
Nitrates (mg/L)	-	8,1	-	-	5,6	-	4,8	3,9	3,2	-	6,2	-
Ammonium (mg/L)	-	0,11	-	-	0,130	-	0,10	0,065	0,086	-	0,10	-
Azote Kjeldahl (mg/L)	-	<0,5	-	-	1,5	-	<0,5	1,1	0,5	-	4,8	-
Calcium (mg/L)	-	-	-	-	61	-	-	-	44	-	-	-
Magnésium (mg/L)	-	-	-	-	7,1	-	-	-	6,9	-	-	-
Potassium (mg/L)	-	-	-	-	7,2	-	-	-	1,6	-	-	-
TAC (°f)	-	-	-	-	15	-	-	-	12	-	-	-
TH (°f)	-	-	-	-	19	-	-	-	14	-	-	-
Sulfates (mg/L)	-	-	-	-	23	-	-	-	25	-	-	-
Chlorures (mg/L)	-	-	-	-	10	-	-	-	8,2	-	-	-
Sodium (mg/L)	-	-	-	-	1,8	-	-	-	6,9	-	-	-
Bicarbonates (mg/L)	-	-	-	-	180	-	-	-	140	-	-	-

Station B (aval)	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Température (°C)	-	6	-	-	15	-	22	21	22	-	12	-
pH	-	8,0	-	-	8,1	-	8,2	8,1	8,1	-	8,0	-
O ₂ (mg/L)	-	12	-	-	11,5	-	8,4	8,4	9,7	-	10,5	-
Conductivité (µS/cm)	-	413	-	-	341	-	334	316	305	-	346	-
DCO (mg/L)	-	<5	-	-	13	-	<5	<5	7	-	6	-
DBO ₅ (mg/L)	-	3	-	-	4	-	<2	<2	2	-	<2	-
MES (mg/L)	-	<1	-	-	170	-	4	<2	4	-	2	-
Turbidité (FNU)	-	1,2	-	-	160	-	3,7	7,4	12,0	-	5,2	-
Silicates (mg/L)	-	3,6	-	-	10	-	1,8	2,1	1,9	-	3,2	-
COD (mg/L)	-	1,5	-	-	2,3	-	2,3	2,5	1,7	-	2,7	-
Phosphates (mg/L)	-	0,012	-	-	0,066	-	<0,01	0,013	0,029	-	<0,01	-
Phosphore total (mg/L)	-	0,016	-	-	0,14	-	0,021	0,019	0,027	-	0,033	-
Nitrites (mg/L)	-	0,051	-	-	0,036	-	0,072	0,061	0,033	-	0,045	-
Nitrates (mg/L)	-	8,1	-	-	5,9	-	4,9	3,8	3,3	-	6,2	-
Ammonium (mg/L)	-	0,1	-	-	0,21	-	0,1	0,082	0,084	-	0,11	-
Azote Kjeldahl (mg/L)	-	<0,5	-	-	1,5	-	<0,5	1,3	0,6	-	1,4	-

Station B (aval)	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Calcium (mg/L)	-	-	-	-	64	-	-	-	45	-	-	-
Magnésium (mg/L)	-	-	-	-	7,1	-	-	-	7,0	-	-	-
Potassium (mg/L)	-	-	-	-	1,6	-	-	-	1,6	-	-	-
TAC (°f)	-	-	-	-	15	-	-	-	12	-	-	-
TH (°f)	-	-	-	-	19	-	-	-	15	-	-	-
Sulfates (mg/L)	-	-	-	-	24	-	-	-	25	-	-	-
Chlorures (mg/L)	-	-	-	-	10	-	-	-	9	-	-	-
Sodium (mg/L)	-	-	-	-	7,4	-	-	-	6,9	-	-	-
Bicarbonates (mg/L)	-	-	-	-	190	-	-	-	140	-	-	-

Commentaires : L'étude des paramètres physico-chimiques sur échantillons liquides, sur le Grand Canal d'Alsace (GCA), relative à la surveillance hydroécologique du site de Fessenheim en 2023, a mis en évidence une bonne et très bonne qualité, selon l'arrêté du 9 octobre 2023. De plus, l'ensemble des paramètres ne présente pas de différence notable entre les deux stations amont A et aval C. Les résultats ne montrent donc pas d'influence du site de Fessenheim sur le GCA.

L'évolution saisonnière des paramètres physico-chimiques, au cours de l'année 2023, semble normale et dans la continuité vis-à-vis des années précédentes (évolution principalement liée aux variations du débit du GCA et des précipitations).

3. Chimie des eaux de surface

Les rejets chimiques résultant du fonctionnement du site de Fessenheim 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 GCA en amont et en aval du site de Fessenheim. Les tableaux suivants présentent les valeurs mesurées aux deux stations amont et aval sur l'année 2023

Paramètres Station amont			Unité	Février 2023	Mai 2023	Août 2023	Novembre 2023
Bore				0,022	0,024	0,020	<0,005
Métaux totaux	Fraction brute	Al	mg/L	0,026	6,5	0,160	0,095
		Cr		<0,005	0,022	<0,005	<0,005
		Cu		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
		Fe		0,030	5,1	0,120	0,083
		Mn		0,005	0,190	0,013	0,008
		Ni		<0,005	0,017	<0,005	<0,005
		Pb		0,002	0,007	0,001	<0,001
		Zn		<0,005	0,022	<0,005	<0,005
	Fraction dissoute	Al		0,0118	0,353	0,00999	0,0275
		Cr		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		Cu		<0,0003	0,00235	0,00155	<0,005
		Fe		0,017	0,499	0,0286	0,0396
		Mn		0,00319	0,0362	0,00522	0,00374
		Ni		<0,001	0,00159	<0,001	<0,001
		Pb		<0,0004	0,00124	<0,0004	<0,0004
Zn	0,00207	0,00581	0,0036	0,00289			
Morpholine				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Détergents anioniques				0,015	<0,010	0,011	0,130
Hydrazine				0,001	0,003	0,001	0,004
Paramètres Station aval			Unité	Février 2023	Mai 2023	Août 2023	Novembre 2023
Bore				0,020	0,021	0,017	<0,005
Métaux totaux	Fraction brute	Al	mg/L	0,029	4,9	0,090	0,300
		Cr		<0,005	0,020	<0,005	<0,005
		Cu		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
		Fe		0,031	3,8	0,081	0,310
		Mn		0,005	0,140	0,009	0,036
		Ni		<0,005	0,015	<0,005	<0,005
		Pb		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		Zn		<0,005	0,015	<0,005	<0,005
	Fraction dissoute	Al		0,0134	0,309	0,00675	0,0722
		Cr		<0,001	0,00103	<0,001	<0,001
		Cu		0,00144	0,00262	0,0013	0,0016
		Fe		0,019	0,463	0,0198	0,137
		Mn		0,00317	0,0313	0,00344	0,012
		Ni		<0,001	0,00159	<0,001	<0,001
		Pb		<0,0004	0,001	<0,0004	<0,0004
Zn	0,00341	0,00603	0,00293	0,00404			
Morpholine				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Détergents anioniques				0,012	<0,010	<0,010	0,034
Hydrazine				0,001	0,003	<0,001	0,007

Commentaires : Les tableaux précédents démontrent qu'un certain nombre de paramètres ont une concentration plus élevée au niveau de la station SMP aval par rapport aux concentrations de la station SMP amont. Toutefois, en tenant compte des incertitudes de mesure, la plupart des augmentations de concentration de l'amont vers l'aval ne sont pas notables, seuls quelques paramètres lors des campagnes de février et novembre 2023, témoignent d'une réelle augmentation de concentrations en métaux lourds sur fraction brute et dissoute. En effet, la campagne de février est marquée par une augmentation du Cuivre dissous (de <0,3 µg/l en amont à 1,44 µg/l en aval). Concernant la campagne du mois de novembre 2023, on observe plusieurs métaux sur fraction brute et dissoute en concentrations plus élevées au niveau de la station SMP aval : il s'agit de l'Aluminium (fraction brute et dissoute), du Cuivre (fraction dissoute), du Fer (fraction brute et dissoute), du Manganèse (fraction brute et dissoute) et du Zinc (fraction dissoute). Pour cette même campagne, on observe également une concentration en Hydrazine plus élevée pour la station SMP aval.

Les campagnes 2 et 3 révèlent quelques concentrations supérieures au niveau de la station amont mettant ainsi en évidence des fluctuations de concentrations indépendantes du site de Fessenheim. Il en est de même pour la concentration en détergents anioniques lors de la campagne de novembre qui passe de 130 µg/l en amont à 34 µg/l en aval.

IV. Physico-chimie et Hydrobiologie

Chaque année, le site de Fessenheim confie la réalisation de la surveillance physico-chimique et hydrobiologique à la société ASPECT. Sont distinguées la surveillance pérenne, réalisée annuellement, des surveillances en conditions climatiques exceptionnelles (CCE), dont le déclenchement est défini au III de la prescription [EDF-FSH-170] de la décision n° 2016-DC-0550 du 29 mars 2016.

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 site. 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, site en fonctionnement.

Le site de Fessenheim ayant été mis à l'arrêt définitif en 2020, il n'est plus possible d'entrer en conditions climatiques exceptionnelles en raison de l'absence de production électrique, principale source de rejets thermiques. Les rejets thermiques restent ainsi minimes.

1. Surveillance pérenne

La synthèse du rapport de surveillance, réalisée la société ASPECT, est présentée ci-dessous.

Les résultats obtenus en 2023 mettent en évidence l'absence d'influence notoire du site de Fessenheim sur l'ensemble des compartiments étudiés.

L'étude de l'évolution des différents compartiments du GCA depuis plusieurs années, montre que le milieu est relativement stable d'amont en aval du site et évolue de façon plus ou moins parallèle sur les trois stations d'étude.

Néanmoins, le suivi réalisé dans le cadre de cette surveillance hydroécologique du GCA met en évidence des tendances pour les compartiments biologiques comme :

- les macroinvertébrés : La présence des *Dikerogammarus villosus*, taxon fortement invasif et prédateur des autres invertébrés (notamment concernant le taxon autochtone *Gammarus*), influence le peuplement autochtone et conduit à déstabiliser son équilibre dans un milieu déjà peu favorable à son installation du fait de l'artificialisation des berges. La connexion progressive entre les grandes aires biogéographiques européennes (aires balkaniques et subatlantiques dans le cas de l'étude) par la construction de canaux et l'augmentation du trafic fluvial a facilité la migration d'espèces hors de leur aire de répartition naturelle et provoqué des phénomènes d'invasion biologique.
- La faune piscicole : Depuis plus d'une dizaine d'années, de nouvelles espèces ont fait leur apparition et ne cessent de se développer, il s'agit des Gobies et dans ce cas des Gobies de Kessler, Gobies demi-lune et des Gobies à tâche noire. Ce sont de médiocres nageurs, ils se déplacent par le biais de la navigation et colonisent ainsi les milieux artificialisés comme les canaux. Leur fort pouvoir de reproduction leur permet de se développer rapidement et d'occuper la niche écologique d'autres espèces et perturbent ainsi leur développement.

Le rapport complet est disponible sur demande auprès du site de Fessenheim.

2. Surveillance en conditions climatiques exceptionnelles

La prescription [EDF-FSH-137] de la décision modalités n° 2016-DC-0551 prévoit qu'une surveillance chimique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique spécifique soit réalisée en cas de conditions climatiques exceptionnelles définies au III de la prescription [EDF-FSH-170] de la décision n° 2016-DC-0550 du 29 mars 2016.

En 2023, le site de Fessenheim n'a pas recouru à cette surveillance. Le site de Fessenheim ayant été mis à l'arrêt définitif en 2020, il n'est plus possible d'entrer en conditions climatiques exceptionnelles en raison de l'absence de production électrique, principale source de rejets thermiques. Les rejets thermiques restent ainsi minimales.

V. Acoustique environnementale

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

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

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

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

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

La Mission Communication du site de Fessenheim réalise des informations, par le biais d'une liste de diffusion électronique à toutes les parties prenantes, dont les communes françaises et allemandes alentours, lors de la réalisation d'opérations pouvant générer du bruit, par exemple lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation.

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

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

Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent que la radioactivité mesurée dans l'environnement du site est principalement d'origine naturelle. Les niveaux de radioactivité artificielle mesurés dans l'environnement du site sont faibles et trouvent pour partie leur origine dans d'autres sources (retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl,...). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique annuel réalisé par l'IRSN, présenté en annexe 1.

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

https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/environnement/IRSN-ENV_Bilan-Radiologique-France-2018-2020.pdf

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

Le calcul de dose efficace annuelle tient compte de données spécifiques à chaque 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 site ;
- ils vivent toute l'année à proximité de leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...) ;
- l'eau captée à l'aval des installations est considérée comme provenant de captages d'eaux superficielles, même s'il s'agit de captages en nappes d'eaux souterraines, ce

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

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

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

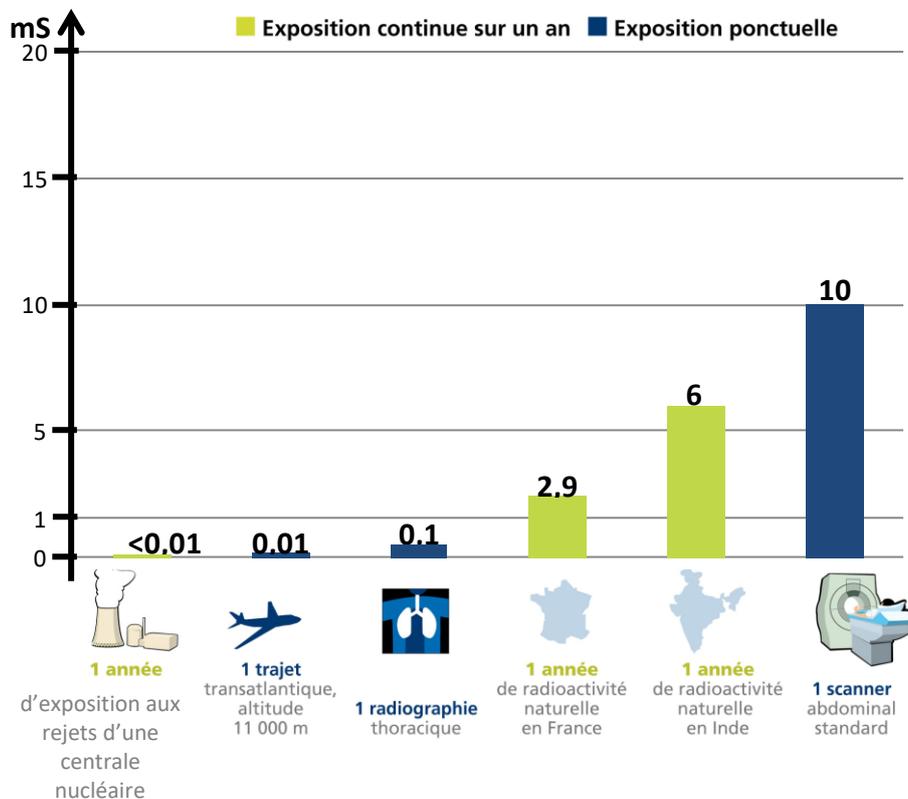


Figure 2 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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

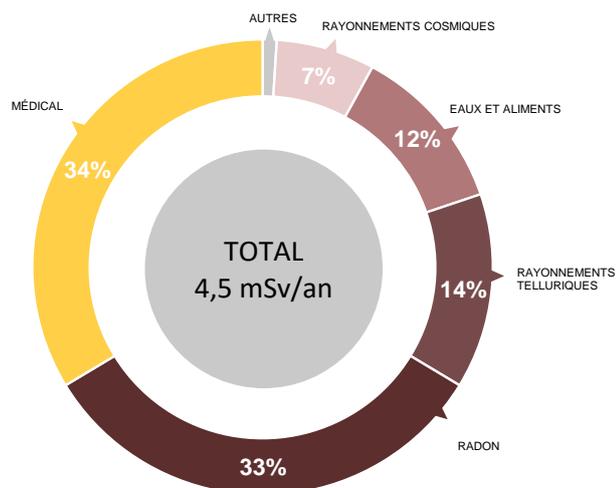


Figure 3 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2023 effectués par le site de Fessenheim, pour la personne représentative. Cette personne représente les individus pouvant recevoir la dose efficace annuelle maximale induite par les rejets d'effluents radioactifs autorisés du site.

ADULTE	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	2,9E-07	6,5E-07	9,4E-07
Rejets d'effluents liquides	1,4E-07	6,6E-07	8,0E-07
Total	4,3E-07	1,3E-06	1,7E-06

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	3,0E-07	5,3E-07	8,2E-07
Rejets d'effluents liquides	s.o.	6,2E-07	6,2E-07
Total	3,0E-07	1,1E-06	1,4E-06

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	3,1E-07	1,3E-06	1,6E-06
Rejets liquides	s.o.	1,1E-06	1,1E-06
Total	3,1E-07	2,4E-06	2,7E-06

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à 1.10^{-5} 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 2023 sont plus de 100 000 fois inférieures à la limite d'exposition fixée à 1 mSv par an pour la population, par l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique. L'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du site est exposé à une dose efficace inférieure ou égale à la dose calculée pour la personne représentative, présentée ci-dessus.

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

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

I. Les déchets radioactifs

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

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

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

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

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

1. Les catégories de déchets radioactifs

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

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

Ces déchets proviennent essentiellement :

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

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

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

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

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

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

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

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

Depuis la mise en service du parc nucléaire d'EDF, et à production énergétique équivalente, l'amélioration continue de l'efficacité énergétique du combustible a permis de réduire de 25 % la quantité de combustible consommée chaque année. Ce gain a permis de réduire dans les mêmes proportions la production de déchets issus des structures métalliques des assemblages de combustible. La déconstruction produit également des déchets de catégorie similaire. Enfin, les empilements de graphite des anciens réacteurs dont la déconstruction est programmée généreront des déchets « de faible activité à vie longue (FAVL) ».

En ce qui concerne les déchets de haute et moyenne activité « à vie longue », la solution industrielle de gestion à long terme retenue par la loi du 28 juin 2006 est celle du stockage géologique (projet Cigéo, en cours de conception). Les déchets déjà existants sont pour le moment entreposés en toute sûreté sur leur lieu de production. L'installation ICEDA (Installation de conditionnement et d'entreposage des déchets activés) permet de conditionner les déchets métalliques MAVL actuellement présents dans les piscines de désactivation et de les entreposer jusqu'à l'ouverture du stockage géologique.

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

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

2. Le transport des déchets

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

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

DE LA CENTRALE AUX CENTRES DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE

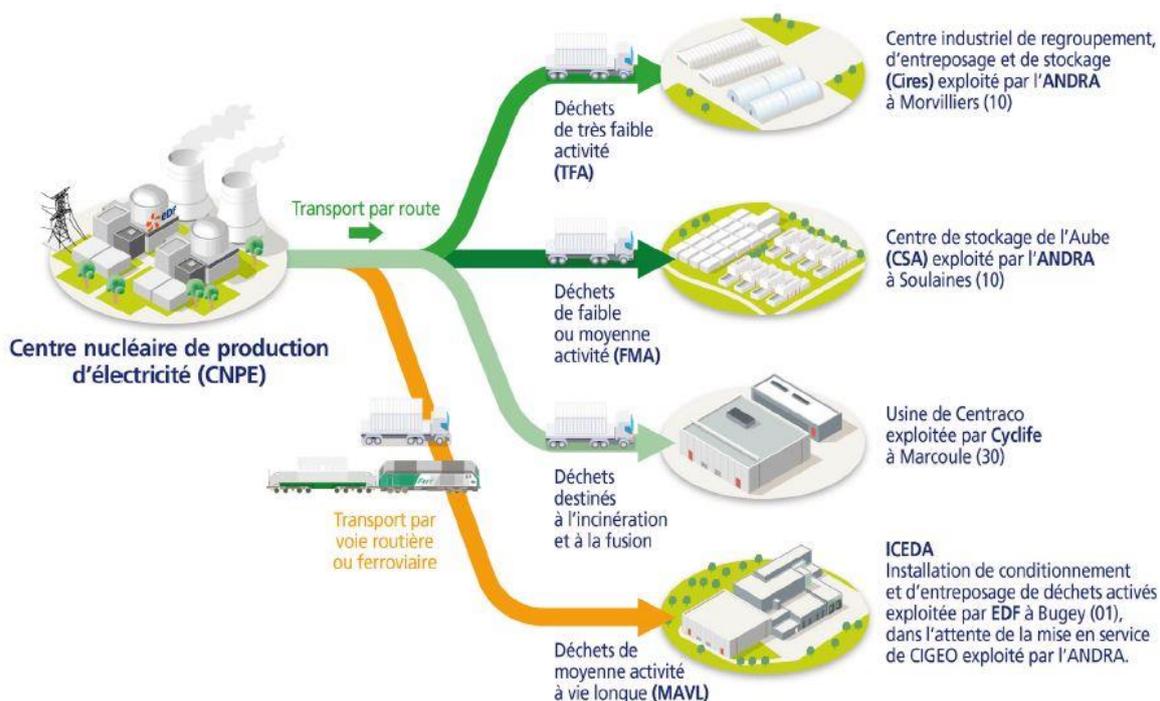


Figure 4 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

3. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2023

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2023 pour le site de Fessenheim.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2023
TFA	16,788 tonnes
FMAVC (Liquides)	11,206 tonnes
FMAVC (Solides)	142,048 tonnes
MAVL	114 objets

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2023 pour le site de Fessenheim.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2023	Type d'emballage
TFA	21 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC	42 colis	Coques béton
FMAVC	145 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
FMAVC	3 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2023 pour le site de Fessenheim.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	144
CSA à Soulaines	171
Centraco à Marcoule	440
ICEDA au Bugey	12

En 2023, 767 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra ou ICEDA).

II. Les déchets non radioactifs

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

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

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

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

marquées aux hydrocarbures, résines, peintures, piles, néons, déchets inertes et industriels banals souillés, déchets amiantifères, bombes aérosols, ...).

Le tableau ci-dessous présente les quantités de déchets conventionnels produites en 2023 par le site de Fessenheim.

Quantités 2023 (tonnes)							
Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
100.833	14.92 %	2353.047	96.97 %	377.46	100 %	2831.34	94.45 %

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.

Les productions de déchets dangereux, de déchets non dangereux non inertes et de déchets inertes restent relativement stables.

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

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

En 2023, le site de Fessenheim a produit 2831.34 tonnes de déchets conventionnels : 94.45 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

ASN - Autorité Sûreté Nucléaire

CNPE - Centre Nucléaire de Production d'Électricité

COT - Carbone Organique Total

DBO5 - Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours

DCO - Demande Chimique en Oxygène

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

ESE - Évènement Significatif Environnement

FMA - Faible Moyenne Activité

ICPE - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

INB - Installation Nucléaire de Base

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

ISO - International Standard Organization

KRT – Chaîne de mesure de radioactivité

MES - Matières En Suspension

PA – Produit d'Activation

PF – Produit de Fission

REX - Retour d'Expérience

SME - Système de Management de l'Environnement

SMP - Station Multi Paramètres

TEU - Traitement des Effluents Usés

TFA - Très Faible Activité

THE – Très Haute Efficacité

UFC - Unité Formant Colonie

**ANNEXE 1 : Suivi radioécologique annuel du site de
Fessenheim Année 2022**

**RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE
FESSENHEIM**

SOMMAIRE

1.	OBJET.....	4
2.	STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE IMPOSEE AU TITRE REGLEMENTAIRE	5
3.	COMPTE-RENDU D'ECHANTILLONNAGE	7
4.	RESULTATS 2022.....	13
	4.1 GAMMA.....	13
	4.2 CARBONE 14.....	17
	4.3 TRITIUM LIBRE	18
	4.4 TRITIUM LIE	19
5.	ANNEXES.....	20

RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

1. OBJET

Dans le cadre du « suivi radioécologique de l'environnement proche des C.N.P.E. et des sites en déconstruction du Rhône, de la Seine, de la Manche et du Nord-est – Année 2022 », une partie des prélèvements et les analyses (référence à la note EDF D455618001439 indice F) sont réalisées pour respecter les prescriptions réglementaires relatives à la surveillance radiologique de l'environnement (marché N° C4498C0170).

Les mesures ont été réalisées par l'IRSN, les prélèvements et traitements d'échantillons par OTND. Les prélèvements trimestriels de végétaux sont effectués par le C.N.P.E.

Les mesures de radioactivité de l'environnement réalisées à titre réglementaire sont effectuées par des laboratoires agréés par l'Autorité de Sûreté Nucléaire pour les mesures de radioactivité de l'environnement (portée détaillée de l'agrément disponible sur le site Internet de l'Autorité de Sûreté Nucléaire).

Les résultats sont exprimés à la date de prélèvement conformément aux exigences du RNM (Réseau National de Mesure).

Les rapports de masse utilisés sont définis comme suit :

- Frais/Sec : rapport de masse entre l'échantillon frais et l'échantillon sec ;
- Sec/Cendres : rapport de masse entre l'échantillon sec et l'échantillon en cendres ;
- Vi/Psec : rapport entre le volume initial (en litres) et la masse de l'échantillon sec.

Les résultats des analyses de carbone 14 et spectrométrie gamma sont exprimés en Bq/kg frais ou en Bq/L pour les produits biologiques solides ou liquides directement consommables par l'homme (produits alimentaires) et en Bq/kg sec pour les produits biologiques non directement consommables par l'homme. Toutes les mesures sur le tritium libre et organiquement lié sont exprimées en Bq/kg ou Bq/L de produit frais quelle que soit la matrice, consommable directement par l'homme ou non sauf pour les sols et les sédiments où l'unité est Bq/kg sec. Le choix de l'unité est contraint par l'ASN (cf. guide RNM). L'intégralité des résultats de la surveillance de la radioactivité de l'environnement réalisée à titre réglementaire par le C.N.P.E. de Fessenheim est consultable sur le site internet du Réseau National de Mesure de la radioactivité de l'environnement (www.mesure-radioactivite.fr).

L'application des prescriptions de la décision ASN n°2013-DC-0360 du 16 juillet 2013 modifiée par la décision n° 2016-DC-0569 du 29 septembre 2016 a nécessité la mise en place d'une nouvelle organisation et de moyens matériels supplémentaires, engendrant des délais de réalisation des analyses $^3\text{H}/^{14}\text{C}$ trimestrielles et annuelles, comme l'an dernier. Ceci a conduit à l'édition du présent addenda au rapport simplifié réglementaire.

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D

RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 5 de 20

2. STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE IMPOSEE AU TITRE REGLEMENTAIRE**FESSENHEIM-TERRESTRE**

Nature	Espèce	Situation	Nom station réglementaire	Nom station préconisée	Intitulé localisation prélèvement effectif LIMS 2020 (commune) Cf 2019-Général-01	Distance	Orientation	Remarques	HTO	TOL	14C	Ctot	d13C/12C	spectro y
légumes-feuilles	salade	ZI	sous les vents dominants, au nord de l'installation à proximité des localités de Balgau, Geisswasser et Namsheim	Balgau-ober-Rheinfeld	Fessenheim	3	NNO		1	1	1	1	1	1
		ZNI	entre Munchouse et Niederhergheim	Hirtzfelden	Hirtzfelden	8,5	ONO		1	1	1	1	1	1
végétaux herbacés	herbe	ZI	sous les vents dominants	Namsheim	Namsheim	3,5	N	station de prélèvement de la décision modalités site	1	1	4 (trim)	4 (trim)	4 (trim)	
couches superficielles des terres	sols de cultures (salade)	ZI	sous les vents dominants, au nord de l'installation à proximité des localités de Balgau, Geisswasser et Namsheim	Balgau-ober-Rheinfeld	Fessenheim	3	NNO	terres associées aux productions agricoles						1
		ZNI	entre Munchouse et Niederhergheim	Munchouse	Hirtzfelden	9,5	SO	terres associées aux productions agricoles						1
TOTAL REGLO									3	3	6	6	6	4
réglementaire														

Tableau 1. Plan de prélèvements et d'analyses réglementaires prescrits dans le milieu terrestre du C.N.P.E. de Fessenheim.

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D



RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 6 de 20

FESSENHEIM-AQUATIQUE

Nature	Espèce	Situation	Nom station réglementaire	Nom station préconisée	Intitulé localisation prélèvement effectif LIMS 2020 (commune) Cf 2019-Général-01	Distance	Remarques	HTO	TOL	14C	Ctot	d13C/12C	spectro γ
phanérogames immergées (ou à défaut bryophytes)	potamot	amont	GCA amont	Vieux Rhin à Ottmarsheim	Ottmarsheim	15,5	à défaut : Kembs	1					1
		aval	GCA aval	Vogelgrun	Vogelgrun	15		1					1
poissons	chevesne ou barbeau	amont	GCA amont	Vieux Rhin à Ottmarsheim	Kembs	15,5		1	1	1	1	1	1
		aval	GCA aval	Rhin, aval Gand Canal d'Alsace	Biesheim	17		1	1	1	1	1	1
sédiments	sédiments	amont lointain	Kembs, usine hydraulique	Kembs, usine hydraulique	Kembs	31							1
		aval	Vogelgrun	Vogelgrun	Vogelgrun	15							1
		aval lointain	Marckolsheim	Marckolsheim	Marckolsheim		même station que suivi réglementaire 2017						
TOTAL REGLO								4	2	2	2	2	7
réglementaire													

Tableau 2. Plan de prélèvements et d'analyses réglementaires prescrits dans le milieu aquatique du C.N.P.E. de Fessenheim.

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D



RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 7 de 20

3. COMPTE-RENDU D'ECHANTILLONNAGE

Tableau 3. Identification des échantillons prélevés et analysés, réalisés à titre réglementaire, dans les domaines terrestre et aquatique de l'environnement du C.N.P.E. de Fessenheim :

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
3,52 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55333	47,93417	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	06/04/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	3,16	-
3,52 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55333	47,93417	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	06/04/2022	C élémentaire (Sec)	3,16	-
3,52 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55333	47,93417	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	06/04/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	3,16	-
3,52 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55530	47,93440	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	05/07/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	2,13	-
3,52 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55530	47,93440	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	05/07/2022	C élémentaire (Sec)	2,13	-
3,52 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55530	47,93440	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	05/07/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	2,13	-
3,52 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55530	47,93440	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	04/10/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	4,81	-
3,52 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55530	47,93440	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	04/10/2022	C élémentaire (Sec)	4,81	-
3,52 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55530	47,93440	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	04/10/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	4,81	-
3,52 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55530	47,93440	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	05/01/2023	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	2,27	-
3,52 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55530	47,93440	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	05/01/2023	C élémentaire (Sec)	2,27	-
3,52 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55530	47,93440	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	05/01/2023	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	2,27	-

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D



RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 8 de 20

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
8,46 km O	Fessenheim - Zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	07,45120	47,91542	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	Gamma (Cendre)	8,62	15,52
8,46 km O	Fessenheim - Zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	07,45120	47,91542	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	8,50	-
8,46 km O	Fessenheim - Zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	07,45120	47,91542	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	C élémentaire (Sec)	8,50	-
8,46 km O	Fessenheim - Zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	07,45120	47,91542	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	8,50	-
8,46 km O	Fessenheim - Zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	07,45120	47,91542	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	H-3 lié (Sec)	8,50	-
8,46 km O	Fessenheim - Zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	07,45120	47,91542	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	8,50	-
8,46 km O	Fessenheim - Zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	07,45120	47,91542	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	H-3 libre (Liquide)	8,50	-
2,55 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	07,55578	47,92556	Sols cultivés	Sol de salade	Tamisé < 2000 µm	20/07/2022	Gamma (Sec)	1,16	-
2,55 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	07,55578	47,92556	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	Gamma (Cendre)	29,58	3,46
2,55 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	07,55578	47,92556	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	17,41	-
2,55 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	07,55578	47,92556	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	C élémentaire (Sec)	17,41	-
2,55 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	07,55578	47,92556	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	17,41	-
2,55 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	07,55578	47,92556	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	H-3 lié (Sec)	17,41	-
2,55 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	07,55578	47,92556	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	17,41	-
2,55 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	07,55578	47,92556	Légumes	Salade	Parties aériennes	20/07/2022	H-3 libre (Liquide)	17,41	-
8,46 km O	Fessenheim - Zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	07,45120	47,91542	Sols cultivés	Sol de salade	Tamisé < 2000 µm	20/07/2022	Gamma (Sec)	1,19	-

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D



RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 9 de 20

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
3,57 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55382	47,93470	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	26/04/2022	H-3 lié (Sec)	4,79	-
3,57 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55382	47,93470	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	26/04/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,79	-
3,57 km NNO	Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	07,55382	47,93470	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	26/04/2022	H-3 libre (Liquide)	4,79	-

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D



RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 10 de 20

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Commentaire	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
14,76 km amont	Rhin en amont de Fessenheim	Ottmarsheim	07,52645	47,77277	Rive droite	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Parties aériennes	20/07/2022	Gamma (Cendre)	7,82	1,79
14,76 km amont	Rhin en amont de Fessenheim	Ottmarsheim	07,52645	47,77277	Rive droite	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Parties aériennes	20/07/2022	H-3 libre (Liquide)	7,35	-
22,31 km amont	Rhin en amont de Fessenheim	Kembs	07,50942	47,70583	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	09/05/2022	Gamma (Cendre)	4,94	17,26
22,31 km amont	Rhin en amont de Fessenheim	Kembs	07,50942	47,70583	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	09/05/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	5,29	-
22,31 km amont	Rhin en amont de Fessenheim	Kembs	07,50942	47,70583	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	09/05/2022	C élémentaire (Sec)	5,29	-
22,31 km amont	Rhin en amont de Fessenheim	Kembs	07,50942	47,70583	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	09/05/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	5,29	-
22,31 km amont	Rhin en amont de Fessenheim	Kembs	07,50942	47,70583	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	09/05/2022	H-3 lié (Sec)	5,29	-
22,31 km amont	Rhin en amont de Fessenheim	Kembs	07,50942	47,70583	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	09/05/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	5,29	-
22,31 km amont	Rhin en amont de Fessenheim	Kembs	07,50942	47,70583	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	09/05/2022	H-3 libre (Liquide)	5,29	-
27,18 km amont	Rhin en amont de Fessenheim	Kembs	07,51585	47,66090	Rive gauche	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	26/04/2022	Gamma (Sec)	1,59	-
12,7 km aval	Rhin en aval de Fessenheim	Vogelgrun	07,58337	48,01666	Rive droite	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aériennes	20/07/2022	Gamma (Cendre)	7,93	1,57
12,7 km aval	Rhin en aval de Fessenheim	Vogelgrun	07,58337	48,01666	Rive droite	Phanérogames immergées	Myriophylle <i>Myriophyllum spicatum L.</i>	Parties aériennes	20/07/2022	H-3 libre (Liquide)	8,03	-
12,86 km aval	Rhin en aval de Fessenheim	Vogelgrun	07,58089	48,01824	Rive droite	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	26/04/2022	Gamma (Sec)	1,81	-
13,69 km aval	Rhin en aval de Fessenheim	Biesheim	07,57585	48,02607	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	06/05/2022	Gamma (Cendre)	4,76	17,94
13,69 km aval	Rhin en aval de Fessenheim	Biesheim	07,57585	48,02607	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	06/05/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	4,07	-
13,69 km aval	Rhin en aval de Fessenheim	Biesheim	07,57585	48,02607	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	06/05/2022	C élémentaire (Sec)	4,07	-
13,69 km aval	Rhin en aval de Fessenheim	Biesheim	07,57585	48,02607	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	06/05/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	4,07	-
13,69 km aval	Rhin en aval de Fessenheim	Biesheim	07,57585	48,02607	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	06/05/2022	H-3 lié (Sec)	4,07	-

Propriété d'ONET TECHNOLOGIES. Reproduction ou exploitation interdite sans notre autorisation préalable écrite.

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D

RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 11 de 20

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Commentaire	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
13,69 km aval	Rhin en aval de Fessenheim	Biesheim	07,57585	48,02607	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	06/05/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,07	-
13,69 km aval	Rhin en aval de Fessenheim	Biesheim	07,57585	48,02607	Rives droite et gauche	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	06/05/2022	H-3 litre (Liquide)	4,07	-
27,09 km aval	Rhin en aval de Fessenheim	Marckolsheim	07,58883	48,14622	Rive droite	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	26/04/2022	Gamma (Sec)	1,74	-

RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

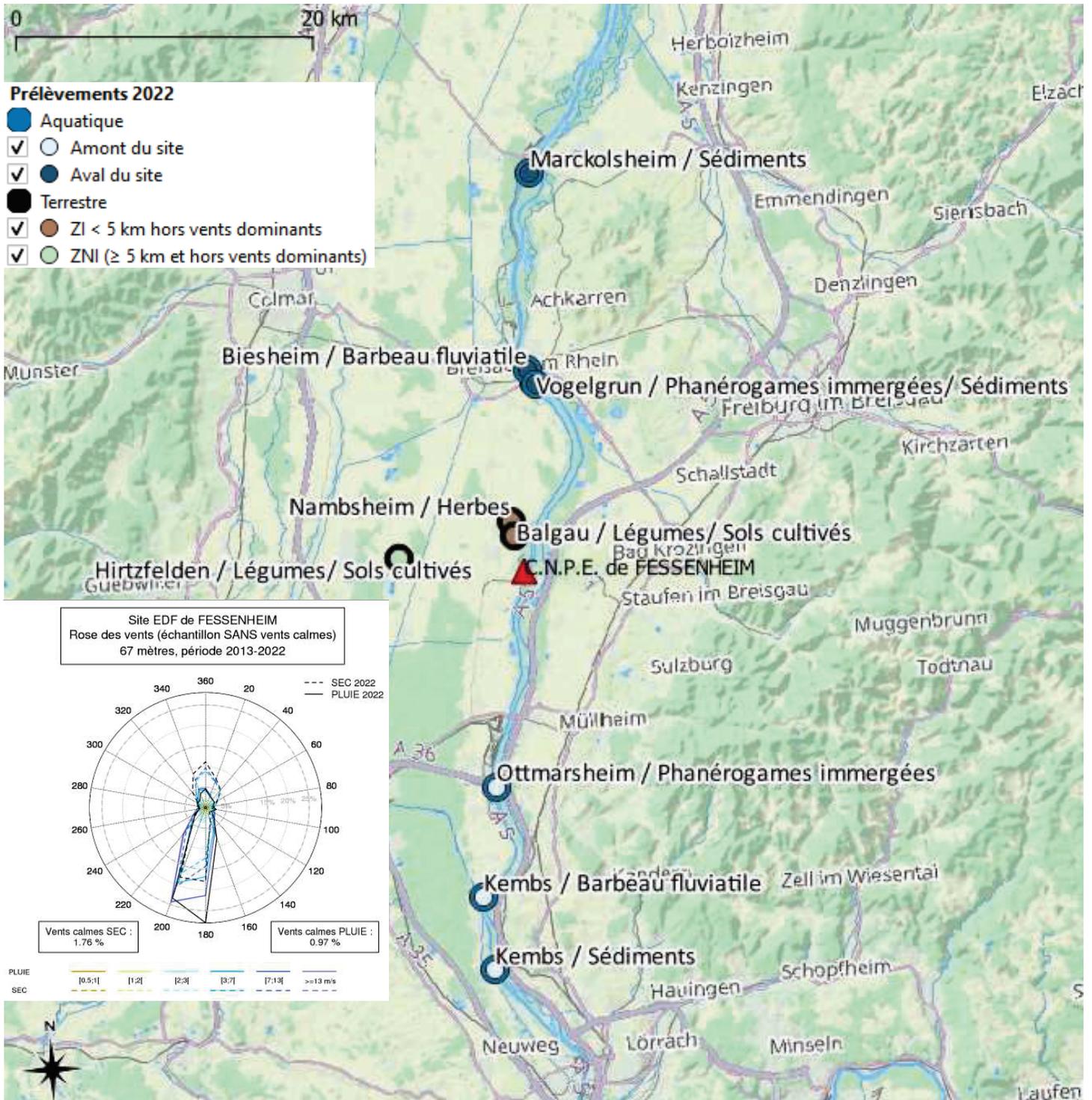


Figure 1. Localisation des stations de prélèvements du C.N.P.E. de Fessenheim réalisés à titre réglementaire, dans les milieux terrestre et aquatique.

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D

RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 13 de 20

4. RESULTATS 2022**4.1 GAMMA**

Tableau 4. Activités massiques en radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Fessenheim :

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	⁴⁰ K	Famille du ²³² Th		Famille de l' ²³⁸ U			⁷ Be	Unité
										²²⁸ Ac	²³⁴ Th	^{234m} Pa	²¹⁰ Pb			
Fessenheim - zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	20/07/2022	Sols	Sol de salade	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,19	22/09/2022	439±31	27,9±3,2	29±6	20±11	43±13	≤ 2,4	Bq.kg ⁻¹ sec	
Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	20/07/2022	Sols	Sol de salade	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,16	20/10/2022	396±28	26,5±3	28±5	28±9	34±11	≤ 3,1	Bq.kg ⁻¹ sec	
Fessenheim - zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	20/07/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	Cendre	8,62	20/09/2022	62,8±5,2	0,055±0,016	≤ 0,067	≤ 0,82	0,224±0,052	2,08±0,17	Bq.kg ⁻¹ frais	
Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	20/07/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	Cendre	29,58	20/09/2022	96,7±7,8	0,051±0,016	≤ 0,068	≤ 0,78	≤ 0,11	0,153±0,038	Bq.kg ⁻¹ frais	

≤ : Les valeurs non significatives correspondent au seuil de décision.

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D

RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 14 de 20

Tableau 5. Activités massiques en radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Fessenheim :

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	^{123m} Te	Unité
Fessenheim - zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	20/07/2022	Sols	Sol de salade	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,19	22/09/2022	≤ 0,14	6,23±0,46	≤ 0,24	≤ 0,16	≤ 0,19	≤ 0,19	≤ 0,26	≤ 0,42	≤ 0,17	Bq.kg ⁻¹ sec
Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	20/07/2022	Sols	Sol de salade	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,16	20/10/2022	≤ 0,13	5,53±0,4	≤ 0,28	≤ 0,14	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 0,33	≤ 0,38	≤ 0,18	Bq.kg ⁻¹ sec
Fessenheim - zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	20/07/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	Cendre	8,62	20/09/2022	≤ 0,0052	≤ 0,0052	≤ 0,011	≤ 0,0082	≤ 0,0082	≤ 0,0067	≤ 0,010	≤ 0,013	≤ 0,0036	Bq.kg ⁻¹ frais
Fessenheim - Zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	20/07/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	Cendre	29,58	20/09/2022	≤ 0,0049	0,0059±0,0026	≤ 0,0098	≤ 0,0078	≤ 0,0078	≤ 0,0059	≤ 0,0088	≤ 0,013	≤ 0,0035	Bq.kg ⁻¹ frais

≤ : Les valeurs non significatives correspondent au seuil de décision.

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D

RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 15 de 20

Tableau 6. Activités massiques en radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Fessenheim :

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	⁴⁰ K	Famille du ²³² Th		Famille de l' ²³⁸ U		⁷ Be	Unité
										²²⁸ Ac	²³⁴ Th	^{234m} Pa	²¹⁰ Pb		
Rhin en amont de fessenheim	Kembs	26/04/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,59	19/07/2022	349±24	22±2,5	23,9±3,8	21±9	44±9	24,2±2,7	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhin en aval de fessenheim	Marckolsheim	26/04/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,74	23/05/2022	384±26	22±2,5	25,4±3,9	≤ 18	58±12	7,1±1,1	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhin en aval de fessenheim	Vogelgrun	26/04/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,81	19/07/2022	482±33	28,5±3,1	29,1±4,3	30±13	61±12	5±1,9	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhin en amont de fessenheim	Ottmarsheim	20/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Cendre	7,82	22/09/2022	541±45	15,0±1,8	17,8±2,1	25±10	43,5±6,7	86,5±7,8	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhin en aval de fessenheim	Vogelgrun	20/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum sp.</i>	Parties aériennes	Cendre	7,93	22/09/2022	440±32	13,8±1,7	14,4±1,9	≤ 16	29,3±5,1	67,6±5,7	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhin en amont de fessenheim	Kembs	09/05/2022	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	Cendre	4,94	20/10/2022	93,8±7,0	≤ 0,059	≤ 0,13	≤ 2,0	≤ 0,15	≤ 0,70	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhin en aval de fessenheim	Biesheim	06/05/2022	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	Cendre	4,76	19/10/2022	102,0±8,2	≤ 0,045	≤ 0,11	≤ 1,4	≤ 0,14	≤ 0,48	Bq.kg ⁻¹ frais

≤ : Les valeurs non significatives correspondent au seuil de décision.

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D

RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 16 de 20

Tableau 7. Activités massiques en radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Fessenheim :

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	^{123m} Te	Unité
Rhin en amont de fessenheim	Kembs	26/04/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,59	19/07/2022	≤ 0,12	2,44±0,21	≤ 0,25	≤ 0,15	≤ 0,17	≤ 0,17	≤ 0,29	≤ 0,34	≤ 0,15	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhin en aval de fessenheim	Marcolsheim	26/04/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,74	23/05/2022	≤ 0,13	5,09±0,38	≤ 0,16	≤ 0,17	≤ 0,17	≤ 0,14	≤ 0,16	≤ 0,38	≤ 0,12	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhin en aval de fessenheim	Vogelgrun	26/04/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,81	19/07/2022	≤ 0,15	8,4±0,6	≤ 0,33	≤ 0,24	≤ 0,22	≤ 0,22	≤ 0,37	≤ 0,46	≤ 0,19	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhin en amont de fessenheim	Ottmarsheim	20/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Cendre	7,82	22/09/2022	≤ 0,13	3,85±0,33	≤ 0,23	0,257±0,078	≤ 0,18	≤ 0,17	≤ 0,24	≤ 0,33	≤ 0,10	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhin en aval de fessenheim	Vogelgrun	20/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum sp.</i>	Parties aériennes	Cendre	7,93	22/09/2022	≤ 0,13	2,74±0,24	≤ 0,22	0,268±0,077	≤ 0,18	≤ 0,17	≤ 0,24	≤ 0,38	≤ 0,11	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhin en amont de fessenheim	Kembs	09/05/2022	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	Cendre	4,94	20/10/2022	≤ 0,015	0,088±0,014	≤ 0,070	≤ 0,022	≤ 0,027	≤ 0,021	≤ 0,082	≤ 0,035	≤ 0,014	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhin en aval de fessenheim	Biesheim	06/05/2022	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	Cendre	4,76	19/10/2022	≤ 0,011	0,101±0,011	≤ 0,052	≤ 0,014	≤ 0,018	≤ 0,014	≤ 0,054	≤ 0,025	≤ 0,012	Bq.kg ⁻¹ frais

≤ : Les valeurs non significatives correspondent au seuil de décision.

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D

RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 17 de 20

4.2 CARBONE 14

Tableau 8. Activités massiques en carbone 14 des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Fessenheim :

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure ¹⁴ C	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ de C)	δ ^{12/13} C (‰)	pMC (%)	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	C TOT. (kg.kg ⁻¹ sec ou frais ou kg.L ⁻¹)	Unité
Fessenheim - zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	06/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	3,16	04/07/2023	215±11	-28,63	95,8±4,9	91,8±4,7	0,43	Sec
Fessenheim - zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	05/07/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	2,13	17/07/2023	223±11	-28,65	99,4±4,9	97,8±4,8	0,44	Sec
Fessenheim - zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	04/10/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	4,81	25/07/2023	220±11	-28,58	98,0±4,9	96,7±4,8	0,44	Sec
Fessenheim - zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	05/01/2023	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	2,27	02/08/2023	221±11	-30,05	98,8±4,9	89,5±4,5	0,41	Sec
Fessenheim - zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	20/07/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	8,50	18/06/2023	222±11	-28,38	98,9±4,9	10,46±0,52	0,047	Frais
Fessenheim - zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	20/07/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	17,41	21/03/2023	219±11	-29,1	97,7±4,9	4,41±0,22	0,02	Frais

Tableau 9. Activités massiques en carbone 14 des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Fessenheim :

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure ¹⁴ C	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ de C)	δ ^{12/13} C (‰)	pMC (%)	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	C TOT. (kg.kg ⁻¹ sec ou frais ou kg.L ⁻¹)	Unité
Rhin en amont de fessenheim	Kembs	09/05/2022	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	5,29	31/10/2022	218±11	-24,89	96,4±4,9	18,85±0,95	0,086	Frais
Rhin en aval de fessenheim	Biesheim	06/05/2022	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	4,07	31/10/2022	256±13	-26,44	113,6±5,8	29,7±1,5	0,12	Frais

Propriété d'ONET TECHNOLOGIES. Reproduction ou exploitation interdite sans notre autorisation préalable écrite.

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D

RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 18 de 20

4.3 TRITIUM LIBRE

Tableau 10. Activités massiques et volumique en tritium libre des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Fessenheim :

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	³ H libre (Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation)	³ H libre (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité
Fessenheim - zone hors vents dominants (>5 km)	Hirtzfelden	20/07/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	8,50	27/09/2022	1,3±0,7	1,15±0,62	Bq.kg ⁻¹ frais
Fessenheim - zone hors vents dominants (<5 km)	Balgau	20/07/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	17,41	02/11/2022	1,6±0,7	1,51±0,66	Bq.kg ⁻¹ frais
Fessenheim - zone hors vents dominants (<5 km)	Nambsheim	26/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	4,79	06/06/2022	0,9±0,7	0,71±0,55	Bq.kg ⁻¹ frais

Tableau 11. Activités massiques en tritium libre des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Fessenheim :

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	³ H libre (Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation)	³ H libre (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité
Rhin en amont de fessenheim	Ottmarsheim	20/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamogeton pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	7,35	16/11/2022	≤ 0,70	≤ 0,60	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhin en aval de fessenheim	Vogelgrun	20/07/2022	Phanérogames aquatiques	Myriophylle <i>Myriophyllum sp.</i>	Parties aériennes	8,03	16/11/2022	1,1±0,8	0,96±0,70	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhin en amont de fessenheim	Kembs	09/05/2022	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	5,29	02/11/2022	1,1±0,7	0,89±0,57	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhin en aval de fessenheim	Biesheim	06/05/2022	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	4,07	02/11/2022	1,8±0,8	1,36±0,60	Bq.kg ⁻¹ frais

Réf. :

A3001 17 NT 0040 0089 D

RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

Page : 19 de 20

4.4 TRITIUM LIE

Tableau 12. Activités massiques en tritium lié des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du C.N.P.E. de Fessenheim :

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité
Fessenheim - zone hors vents dominants (-5 km)	Hirtzfelden	20/07/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	8,50	22/11/2022	1,9±0,6	0,123±0,039	Bq.kg ⁻¹ frais
Fessenheim - zone hors vents dominants (-5 km)	Balgau	20/07/2022	Légumes	Salades	Parties aériennes	17,41	26/03/2023	3,0±0,8	0,082±0,022	Bq.kg ⁻¹ frais
Fessenheim - zone hors vents dominants (-5 km)	Nambsheim	26/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	4,79	29/09/2022	2,4±0,7	0,299±0,088	Bq.kg ⁻¹ frais

Tableau 13. Activités massiques en tritium lié des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du C.N.P.E. de Fessenheim :

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité
Rhin en amont de fessenheim	Kembs	09/05/2022	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	5,29	26/03/2023	3,6±1,0	0,43±0,12	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhin en aval de fessenheim	Biesheim	06/05/2022	Poissons	Barbeau fluviatile <i>Barbus barbus</i>	Muscle	4,07	26/03/2023	3,3±0,8	0,53±0,13	Bq.kg ⁻¹ frais

RAPPORT SIMPLIFIE REGLEMENTAIRE DE FESSENHEIM

5. ANNEXES

Tableau récapitulatif des traitements par matrices et analyses :

	Spectrométrie gamma	Carbone 14	Tritium libre	Tritium lié
Herbe	Etuvage 105°C Calcination 480°C Broyage	Lyophilisation Broyage	Extraction de l'eau par lyophilisation Filtration à 0,22 µm	Lyophilisation Broyage
Lait	Etuvage 105°C Calcination 480°C Broyage	Lyophilisation Broyage	Extraction de l'eau par lyophilisation Filtration à 0,22 µm	Lyophilisation Broyage
Principales production agricoles	Etuvage 105°C Calcination 480°C Broyage	Lyophilisation Broyage	Extraction de l'eau par lyophilisation Filtration à 0,22 µm	Lyophilisation Broyage
Couches superficielles des terres	Lyophilisation Tamisage à 2mm Broyage	Lyophilisation Tamisage à 2mm Broyage	Extraction de l'eau par lyophilisation Filtration à 0,22 µm	Lyophilisation Tamisage à 2mm Broyage
Eau de pluie	Acidification Evaporation partielle 70°C	Précipitation des carbonates Lyophilisation	Eau filtrée à 0,22 µm	/
Eau de nappe	Acidification Evaporation partielle 70°C	Précipitation des carbonates Lyophilisation	Eau filtrée à 0,22 µm	/
Eau de surface	Acidification Evaporation partielle 70°C	Précipitation des carbonates Lyophilisation	Eau filtrée à 0,22 µm	/
Eau de boisson	Acidification Evaporation partielle 70°C	Précipitation des carbonates Lyophilisation	Eau filtrée à 0,22 µm	/
Sédiment	Lyophilisation Tamisage à 2mm Broyage	Lyophilisation Tamisage à 2mm Broyage	Extraction de l'eau par lyophilisation Filtration à 0,22 µm	Lyophilisation Tamisage à 2mm Broyage
Végétaux aquatiques et marins	Etuvage 105°C Calcination 480°C Broyage	Lyophilisation Broyage	Extraction de l'eau par lyophilisation Filtration à 0,22 µm	Lyophilisation Broyage
Poissons	Eviscération/Dissection Etuvage 105°C Calcination 480°C Broyage	Lyophilisation Broyage	Extraction de l'eau par lyophilisation Filtration à 0,22 µm	Lyophilisation Broyage
Crustacés	Dissection (selon espèces) Etuvage 90°C Calcination 480°C Broyage	Lyophilisation Broyage	Extraction de l'eau par lyophilisation Filtration à 0,22 µm	Lyophilisation Broyage
Mollusques	Séparation chair/coquille Etuvage 90°C Calcination 480°C Broyage	Lyophilisation Broyage	Extraction de l'eau par lyophilisation Filtration à 0,22 µm	Lyophilisation Broyage



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

Site de Fessenheim
BP 15
68 740 Fessenheim
03 89 83 50 00