

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

FESSENHEIM

2019

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

SOMMAIRE

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de FESSENHEIM en 2019	4
I. Contexte	4
II. Le CNPE de FESSENHEIM	4
III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de FESSENHEIM	4
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. PRELEVEMENT DANS LES EAUX DE SURFACE	9
Les prélèvements d'eau dans le Grand Canal d'Alsace sont réalisés pour assurer le refroidissement des condenseurs et pour alimenter différents circuits (échangeurs de chaleur, réseau incendie ...) nécessaire au fonctionnement de la centrale.	
II. Prélèvement dans les eaux souterraines « Station de déminéralisation »	11
Partie III - Consommation et restitution d'eau	13
I. Consommation d'eau	13
II. Restitution d'eau	13
Partie IV - Rejets d'effluents	14
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	15
II. Rejets d'effluents liquides	22
III. Rejets thermiques	31
Partie V - Surveillance de l'environnement	34
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	34
II. Physico-chimie des eaux souterraines	46
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	46
IV. Physico-chimie et Hydrobiologie	52
V. Acoustique environnementale	53
VI. Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation	54

<i>Partie VI - Gestion des déchets</i>	<i>58</i>
I. Les déchets radioactifs	58
<i>ABREVIATIONS</i>	<i>64</i>
<i>Annexe 1 : Suivi radio écologique annuel du CNPE de Fessenheim année 2018</i>	<i>65</i>
<i>Annexe 2 : Estimation dosimétrique des rejets réels 2019 du site de Fessenheim</i>	<i>66</i>

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de FESSENHEIM en 2019

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 « ISO 14001 ».

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 2019 du CNPE de FESSENHEIM en matière d'environnement.

II. Le CNPE de FESSENHEIM

Le centre nucléaire de production d'électricité de Fessenheim s'étend sur 106 hectares au bord du grand canal d'Alsace. Implanté au sein du bassin rhénan, il est installé sur le territoire de la commune de Fessenheim, à l'Est du département du Haut-Rhin (68) à 30 kilomètres de Mulhouse.

L'installation de Fessenheim regroupe deux unités de production d'électricité en fonctionnement. Les deux unités de la filière à eau sous pression (REP) et d'une puissance de 900 mégawatts électriques chacune sont refroidies par l'eau du grand canal d'Alsace. Fessenheim 1 et Fessenheim 2 ont été couplées au réseau électrique en 1977. Ces deux réacteurs constituent l'installation nucléaire de base (INB) n°75.

La centrale de Fessenheim emploie près de 700 salariés EDF. De plus, près de 280 salariés d'entreprises extérieures y travaillent en permanence. Il peut être fait appel jusqu'à 2000 intervenants supplémentaires pour réaliser les travaux lors de chacun des arrêts pour maintenance des unités.

III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de FESSENHEIM

La surveillance de l'environnement industriel est réalisée en application d'une prescription interne d'EDF. Lors de l'année 2019, aucune modification notable au voisinage du CNPE de Fessenheim n'a été identifiée.

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

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

- les Valeurs Toxicologiques de Référence pour l'impact sanitaire sur l'Homme, valeurs sélectionnées selon les critères définis dans la note d'information n°DGS/EA/DGPR/2014/307 du 31/10/2014,
- les valeurs seuils ou valeurs guides issues des textes réglementaires ou des grilles de qualité d'eau, les données éco toxicologiques, 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 éco toxicologiques 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 événements significatifs pour l'environnement

En 2001, le CNPE 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 CNPE 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 CNPE de Fessenheim. L'ensemble des salariés du CNPE, ainsi que le personnel intervenant pour le compte d'entreprises extérieures, sont impliqués dans le respect de l'environnement.

Dans le cadre de l'amélioration continue, le CNPE de 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

Le tableau suivant récapitule les évènements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de Fessenheim en 2019.

Typologie	Date	Évènement	Impact sur l'environnement	Principales actions correctives
ESE2	15/09/19	Déversement des effluents de la fosse de neutralisation vers le compartiment trop plein en lien avec SEO	Très faible marquage de l'environnement dû à la dilution préalable des effluents	- Contrôle du bon fonctionnement du capteur de niveau de la fosse 0 SSD 002 MN, - Relevés des côtes réelles de la fosse de neutralisation, - Contrôle de l'étanchéité des vannes déversant dans la fosse de neutralisation, - Confirmation du fonctionnement programmé des automatismes de la station de déminéralisation par analyse de l'automate.

2. Bilan des incidents de fonctionnement

Le CNPE de Fessenheim a eu, durant l'année 2019, 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 nos matériels. Des remises en état rapides des matériels ont permis de limiter au maximum l'indisponibilité du matériel.

- Indisponibilité du préleveur RRI : « 0KRT001ED » durant le mois d'août 2019
Cette indisponibilité n'a pas eu d'impact sur l'environnement.
- Indisponibilité des données de la girouette du mât 80m sur une durée > 5 jours
- Indisponibilité de l'alarme de station de rejet « 0KRS300AR » du 20/03/19 au 14/05/19

Partie II - Prélèvements d'eau

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

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

Dans un CNPE, l'eau est nécessaire pour :

- refroidir les installations,
- constituer des réserves pour réaliser des appoints ou disposer de stockage de sécurité,
- alimenter les circuits de lutte contre les incendies,
- alimenter les installations sanitaires et les équipements de restauration des salariés.

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 :
 - en bord 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.

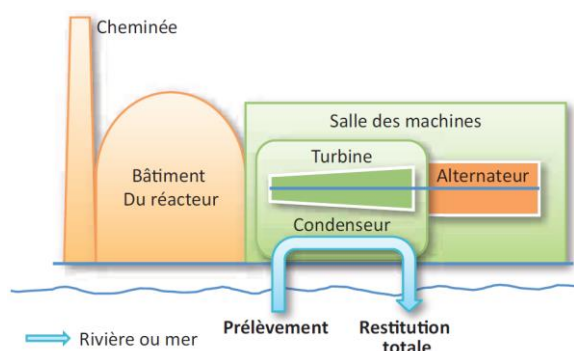


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert (Source : EDF)

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 très 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 alors très importants, tant pour les sanitaires que pour la restauration. Les CNPE d'EDF peuvent être reliées aux réseaux d'eau potable des communes sur lesquelles elles sont implantées.
-

I. PRELEVEMENT DANS LES EAUX DE SURFACE

Les prélèvements d'eau dans le Grand Canal d'Alsace sont réalisés pour assurer le refroidissement des condenseurs et pour alimenter différents circuits (échangeurs de chaleur, réseau incendie ...) nécessaire au fonctionnement de la centrale.

1. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement dans le Grand Canal d'Alsace de l'année 2019.

	Prélèvement d'eau (en m ³)
Janvier	175 435 674 m ³
Février	107 711 753 m ³
Mars	177 343 184 m ³
Avril	198 644 582 m ³
Mai	196 546 576 m ³
Juin	116 233 128 m ³
Juillet	158 966 746 m ³
Août	227 867 090 m ³
Septembre	227 077 290 m ³
Octobre	270 863 864 m ³
Novembre	168 015 196 m ³
Décembre	226 725 741 m ³
TOTAL (en millions de m³)	2 251 430 824 m³

2. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2020

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2017 à 2019 avec la valeur du prévisionnel 2019.

Année	Milieu	Volume	Unité
2017	Grand Canal d'Alsace	1 404 007 008 m ³	CNPE de Fessenheim (Tr1 & Tr2)
2018		2 267 316 688 m ³	
2019		2 251 430 824 m ³	
Prévisionnel 2019		2300 000 000 m ³	

Commentaires : Le volume annuel d'eau prélevé est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2019, compte tenu du temps effectif de fonctionnement des tranches.

3. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des volumes annuels d'eau prélevés cette année avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision n°2016-DC-0551 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 mars 2016.

Limites de prélèvement			Prélèvement	
Prescriptions	Valeur	Unité	Valeur maximale	Valeur moyenne
Débit instantané	87,5	m ³ / s	83,84	75,27
Volume journalier	7600000	m ³	7243776	6503328
Volume annuel	2 760 000000	m ³		

Commentaires : La valeur maximale observée est inférieure à la limite autorisée

4. Les compteurs horaires de prélèvements d'eau du grand canal d'Alsace suivants ont été remplacés :

- ✓ 1 CRF003 QH (remplacé le 24/09/19)
- ✓ 1 CRF 004 QH (remplacé le 24/09/19)
- ✓ 2 CRF 003 QH (remplacé le 24/09/19)
- ✓ 2 CRF 004 QH (remplacé le 24/09/19)

5. Opérations exceptionnelles de prélèvements dans le grand canal d'Alsace

Le CNPE de Fessenheim n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans le milieu en 2019.

II. Prélèvement dans les eaux souterraines « Station de déminéralisation »

Le fonctionnement d'une centrale nucléaire requiert de l'eau chimiquement pure notamment pour alimenter le circuit primaire et le circuit secondaire. Cette eau est produite à partir de l'eau de la nappe phréatique puis traitée dans une chaîne de déminéralisation composée en série de résines échangeuses d'ions.

1. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement dans la nappe phréatique pour la station de déminéralisation de l'année 2019.

	Prélèvement d'eau (en m3)
Janvier	8800
Février	7066
Mars	14173
Avril	11371
Mai	13757
Juin	6314
Juillet	16577
Août	11667
Septembre	8133
Octobre	10475
Novembre	10635
Décembre	10755
TOTAL (en millions de m³)	129723

2. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2019

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2017 à 2019 avec la valeur du prévisionnel 2019

Année	Milieu	Volume	Unité
2017	Station de déminéralisation	93 550 m ³	CNPE de Fessenheim (Tr1 & Tr2)
2018		142 200 m ³	
2019		129 723 m ³	
Prévisionnel 2019		300 000 m ³	

Commentaires : Le volume annuel d'eau prélevé est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2019.

3. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des volumes annuels d'eau prélevés cette année avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision n°2016-DC-0551 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 mars 2016.

Limites de prélèvement			Prélèvement	
Prescriptions	Valeur	Unité	Valeur maximale	Valeur moyenne
Débit instantané	216	m ³ / h	96 m ³ / h	89 m ³ / h
Volume journalier	3080	m ³	1681 m ³	1221 m ³
Volume annuel	241 000	m ³		

Commentaires : La valeur maximale observée est inférieure à la limite autorisée

4. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de prélèvements en « milieu de prélèvement 2 »

Un diagnostic de fonctionnement des deux débitmètres de la station de déminéralisation (chaîne 1 et chaîne 2) a été effectué le 26/11/19 par la société APAVE. Le contrôle est conforme aux exigences.

5. Opérations exceptionnelles de prélèvements dans la nappe phréatique pour la station de déminéralisation

Le CNPE de Fessenheim n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans la nappe phréatique en 2019.

Partie III - Consommation et restitution d'eau

I. Consommation d'eau

1. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel de consommation d'eau de l'année 2019.

	Restitution d'eau (en millions de m3)
Janvier	175,435
Février	107,711
Mars	177,343
Avril	198,644
Mai	196,546
Juin	116,233
Juillet	158,966
Août	227,867
Septembre	227,077
Octobre	270,863
Novembre	168,015
Décembre	226,725
TOTAL (en millions de m3)	2251,430

2. Comparaison au prévisionnel

La prévision de consommation d'eau est évaluée en tenant compte du programme prévisionnel de production et d'arrêt de tranche du CNPE de Fessenheim pour l'année 2019. Il a été établi pour l'année 2019 à une valeur de 2300 000 000 m3.

Le volume annuel d'eau consommé est cohérent au prévisionnel qui avait été défini pour l'année 2019.

II. Restitution d'eau

La restitution d'eau dans le milieu correspond à la différence entre la quantité d'eau prélevée et la consommation. La restitution d'eau du CNPE de Fessenheim pour l'année 2019 est présentée dans le tableau ci-dessous.

	Restitution d'eau (en millions de m3)
Janvier	175,435
Février	107,711
Mars	177,343
Avril	198,644
Mai	196,546
Juin	116,233
Juillet	158,966
Août	227,867
Septembre	227,077
Octobre	270,863
Novembre	168,015
Décembre	226,725
TOTAL (en millions de m3)	2251,430
Pourcentage de restitution d'eau par rapport au prélèvement	100%

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 radioactifs l'atmosphère

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

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

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

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

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

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
	^{133m} Xe
Tritium	³ H
Carbone 14	¹⁴ C
Iodes	¹³¹ I
	¹³³ I
Produits de fission et d'activation	⁵⁸ Co
	⁶⁰ Co
	¹³⁴ Cs
	¹³⁷ Cs

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

c. Cumul mensuel

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

	Volumes rejetés (m³)	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	181000000	11,12	43	22,8	0,000424	0,000081
Février	169000000	8,23	52,40	13,9	0,000705	0,000086
Mars	180000000	10,64	25,50	23,9	0,000813	0,000088
Avril	170000000	8,91	25,73	27,1	0,000856	0,000073
Mai	168000000	8,40	36,74	27,2	0,000443	0,000072
Juin	173000000	7,26	73,62	14,6	0,000515	0,001518
Juillet	173000000	7,39	82,71	14,3	0,000323	0,000107
Août	173000000	8,28	72,39	27,5	0,0001206	0,000079
Septembre	170000000	9,82	53,62	29,1	0,001194	0,000078
Octobre	178000000	12,27	44,03	30,5	0,000852	0,000116
Novembre	173000000	12,66	48,91	28,5	0,000370	0,000075
Décembre	162000000	12,38	30,68	30,9	0,001247	0,000076
TOTAL ANNUEL	2070000000	117,36	589,33	346,4	0,0089	0,00245

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

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2019 pour les tranches en fonctionnement.

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2017	769	715	117	0,01	0,001
2018	112,4	588,5	175,4	0,0074	0,0009
2019	117,39	589,36	346,4	0,0089	0,0024

Prévisionnel 2019	200	800	200	0,01	0,002
----------------------	-----	-----	-----	------	-------

Commentaires : Le CNPE de Fessenheim a dépassé son prévisionnel pour les rejets gazeux en « Autres produits de fission et d'activation » en Juillet 2019. Ce dépassement est dû à des opérations de maintenance singulières (nettoyage du 2 RCV 00 1 EX) réalisées durant l'arrêt de la tranche 2.

Concernant les rejets en carbone 14 gazeux, le prévisionnel a également été dépassé (346,4 GBq mesuré pour un prévisionnel de 200 GBq). Le prévisionnel ne s'est basé que sur 3 années de retour d'expérience parce qu'avant 2016, les rejets de C14 gazeux étaient calculés. Le retour d'expérience demande à être enrichi pour mieux appréhender l'impact du programme industriel des années précédentes sur les rejets de C14 gazeux à venir mais également pour mieux appréhender la variabilité des rejets de C14 vis-à-vis des 3 voies d'exhaure possibles (liquide, gazeux ou déchets). La valeur de rejet annuel de ¹⁴C reste cependant bien inférieure à la limite annuelle autorisée par la décision ASN n° 2016-dc-0550 DU 29 MARS 2016 fixée à 1100 GBq.

Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 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	12,66	9,78
	Cheminée du BAN	Débit instantané (Bq/s)	10 ⁸	9,21 x 10 ⁵	8,075 x 10 ⁵
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	1100	30.9	24,2
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	4000	82.71	49,11
	Cheminée du BAN	Débit instantané (Bq/s)	10 ⁷	3,68 x 10 ⁴	2,96 x 10 ⁴
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,6	0,001194	0,00074
	Cheminée du BAN	Débit instantané (Bq/s)	10 ³	1,52	1,15
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,14	0,001518	0.000204
	Cheminée du BAN	Débit instantané (Bq/s)	10 ³	2,39	0,648

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 2019

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

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

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

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

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

	Rejets de vapeur du circuit secondaire (m ³)	Rejets au niveau des événements des réservoirs d'entreposage des effluents liquides Ex, T et S ainsi que des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines	
		Volume (m ³)	Activité diffusée (Bq)
Janvier	5 x 10 ³	1,12 x 10 ³	1,14 x 10 ⁷
Février	0	1,05 x 10 ³	6,964 x 10 ⁶
Mars	5 x 10 ³	2,13 x 10 ³	1,911 x 10 ⁷
Avril	5 x 10 ³	2,79 x 10 ³	1,661 x 10 ⁷
Mai	5 x 10 ³	4,21 x 10 ³	1,107 x 10 ⁷
Juin	0	2,81 x 10 ³	2,752 x 10 ⁷
Juillet	0	6,09 x 10 ³	1,366 x 10 ⁷
Août	0	7,71 x 10 ³	1,07 x 10 ⁷
Septembre	0	5,10 x 10 ³	5,697 x 10 ⁶
Octobre	0	3,87 x 10 ³	1,642 x 10 ⁷
Novembre	5 x 10 ³	4,65 x 10 ³	8,13 x 10 ⁷
Décembre	0	2,33 x 10 ³	3,968 x 10 ²
TOTAL ANNUUEL	2 x 10⁴	4,38 x 10³	2,71 x 10⁸

3. Rejets diffus d'effluents à l'atmosphère non radioactifs

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

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

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

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SO_x) et d'azote (NO_x) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs Diesels) ayant fonctionné pendant 176 heures, des turbines à combustion (TAC) ayant fonctionné pendant 35,2 heures, au total sur les 2 tranches pour 2019 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	TAC	TOTAL
SO _x	kg	1	106	107
NO _x	kg	1428	168	1596

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2019, 10 m³ de calorifuges dans les enceintes du bâtiment réacteur 2 ont été renouvelés.

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

Concentration calculée	Unité	Paramètres	EBA	ETY
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère	mg/m ³	Formaldéhyde	1.08 x 10 ⁻³	3,21 x 10 ⁻⁵
		Monoxyde de carbone	1,01 x 10 ⁻³	2,99 x 10 ⁻⁵

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

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

Paramètre	Unité	TOTAL
Ammoniac	kg	57,2
Morpholine / Ethanolamine		34,2

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

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

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

Paramètre	Unité	TOTAL
Chloro-fluoro-carbone (CFC)	Kg	0
Hydrogéo-chloro-fluor-carbone (HCFC)		0
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)		64,8
Hexafluorure de soufre (SF6)		0

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

Au cours de l'année 2019, les 4 préleveurs aérosols des 4 stations du système KRS ont été remplacés dans le cadre du maintien de l'accréditation COFRAC.

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

Le CNPE de FESSENHEIM n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejets d'effluents à l'atmosphère en 2019.

II. Rejets d'effluents liquides

1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

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

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

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

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

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

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

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

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

a. Règles spécifiques de comptabilisation

Ces règles s'appuient en premier lieu sur la définition de « spectres de référence », en fonction du type de rejet (liquides ou atmosphériques). Ces rejets sont constitués d'une liste

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

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

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

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

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

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

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

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

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

c. Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets d'effluents radioactifs liquides pour les tranches en fonctionnement est donné dans le tableau suivant :

	Volumes rejetés (m ³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	6630	929,8	1,06	0,000437	0,026
Février	3980	546,1	0,44	0,000452	0,0206
Mars	9324	1511	0,78	0,001323	0,175
Avril	6731	1368	0,71	0,000399	0,0228
Mai	7523	873,6	0,69	0,000706	0,0405
Juin	5268	1989	2,67	0,000920	0,0540
Juillet	8487	721,6	0,25	0,000217	0,0205
Août	7705	893,9	0,6	0,000789	0,0686
Septembre	5104	422,5	0,12	0,000403	0,0427
Octobre	3869	1185	0,12	0,000278	0,0252
Novembre	4644	5678	0,88	0,000591	0,0397
Décembre	2330	0,051	0,0	0,0	0,0
TOTAL ANNUEL	71595	16118,6	8,3	0,00651	0,535

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

Commentaires :

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2019 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2019

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes (MBq)	Autres PA et PF (MBq)
2017	11583	4	0,0025	0,211
2018	31153	12,18	0,0048	0,404
2019	16118,6	8,3	0,00651	0,535

Prévisionnel 2019	37000	15	0 ,006	0,5
----------------------	-------	----	--------	-----

Commentaires :

Le CNPE de Fessenheim a dépassé légèrement son prévisionnel pour les rejets liquides radioactifs d'iodes. Au 31/12/2019 nous avons rejeté 0,0065 GBq pour un prévisionnel de 0,006 GBq. Il n'y a eu aucun événement significatif.

Notre arrêté de rejet et de prise d'eau (Décision n° 2016-DC-0550 de l'ASN du 29/03/2016) nous fixant une limite réglementaire de 0,2 GBq, il n'y a aucun dépassement de celle-ci.

Le CNPE de Fessenheim a dépassé légèrement son prévisionnel pour les rejets liquides radioactifs d'autres produits de fission ou d'activation (Nickel 63 inclus). Au 31/12/2019 nous avons rejeté 0,56 GBq pour un prévisionnel de 0,50 GBq. Il n'y a eu aucun événement significatif.

Notre arrêté de rejet et de prise d'eau (Décision n° 2016-DC-0550 de l'ASN du 29/03/2016) nous fixant une limite réglementaire de 18 GBq, il n'y a aucun dépassement de celle-ci

e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 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	Valeur maximale (GBq)	Valeur moyenne (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	45000	1989	1343,2
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	130	2,665	0,690
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,2	0,00092	0,00054
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	18	0,175	0,0445

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets ont été respectées

f. Surveillance des eaux de surface

Des prélèvements d'eau du grand canal d'Alsace 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, du tritium et de la teneur en potassium sur l'eau et mesures de l'activité bêta globale sur les matières en suspension). Ces analyses permettent de s'assurer du respect des valeurs d'activité volumique limites fixées par la réglementation.

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2019 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 2019	Valeur maximale mesurée en 2019	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2019	Valeur maximale mesurée en 2019	Limite réglementaire
Eau filtrée	Activité bêta globale	0,07 Bq/L	0,17 Bq/L	2 Bq/L	-	-	-
	Tritium	22,6 Bq/L	77 Bq/L	280 Bq/L	5,26 Bq/L	24,6 Bq/L	140 ⁽¹⁾ / 100 ⁽²⁾ Bq/L
	Potassium	2mg/L	2,71mg/L	-	-	-	-
Matières en suspension	Activité bêta globale	325Bq/kg sec	459Bq/kg sec	-	-	-	-

(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 2019 sont cohérentes avec les valeurs attendues du fait des rejets d'effluents autorisés du CNPE. Les mesures d'activité bêta globale et de l'activité en tritium dans l'eau sont très inférieures aux limites réglementaires.

2. Rejets d'effluents liquides chimiques

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

Ces rejets d'effluents chimiques sont issus :

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

Les eaux vannes issues du CNPE de Fessenheim sont traitées par la station d'épuration de la commune 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 également réglementés au niveau des émissaires de rejet.

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

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

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

- Les produits de dégradation de la morpholine sont constitués de composés carbonés : ions acétates, formiates, glycolates et oxalates, ainsi que de composés azotés : diéthanolamine, éthanolamine, méthylamine, pyrrolidine, diéthylamine, éthylamine, N-nitrosomorpholine. Il s'agit de substances qui sont faiblement toxiques dans les conditions de rejet. Aucune VTR issues 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 identifiée depuis le dernier rapport, formée à partir de la réaction de nitrosation d'un sous-produit de la morpholine, la pyrrolidine. Une VTR chronique par voie orale pour la N-nitrosopyrrolidine de $2,1 \text{ (mg/kg/j)}^{-1}$ a été établie par l'US EPA en 1987. Une mise à jour de l'évaluation de risque sanitaire suite à la prise en compte de cette substance a été réalisée. Elle conclut à une absence de risque sanitaire pour les populations riveraines et à des concentrations ajoutées faibles dans l'environnement. L'étude d'impact n'a pas mis en évidence de risque sanitaire attribuable aux rejets liquides de morpholine et de ses produits dérivés. »

b. Règles spécifiques de comptabilisation

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

c. Rejets d'effluents liquides chimiques via « l'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 boriqu e (kg)	Morpholine (kg)	Hydrazine (kg)	Détergent s (kg)	Azote (kg)	Phosphat es (kg)	Sodium (kg)	Chlorures (kg)	Métaux totaux (kg)	DCO (kg)
Janvier	190	8,44	0,095	0,028	195	23,1	2301	4717	0,58	10
Février	620	4,72	0,021	0,026	77	31,3	2341	4253	0,43	60
Mars	960	9,06	0,359	0,053	64	31,6	4151	7856	2	230
Avril	500	8,4	0,115	0,029	161	7,5	3294	6187	0,61	100
Mai	390	4,8	0,019	0,028	246	26,5	4450	8491	0,77	110
Juin	318	1,8	0,013	0,027	114	19,7	2636	4816	0,77	79
Juillet	11	5,92	0,066	0,008	125	20,6	5756	11022	1,40	120
Août	755	16,3	0,128	0,044	104	27,9	4063	7838	1,30	120
Septembre	1200	1,76	0,013	0,024	217	29,4	1214	2557	0,84	76
Octobre	44	0,13	0,0098	0,013	225	16,8	0	999	0,33	58
Novembre	467	3,07	0,043	0,028	213	24	0	950	0,71	69
Décembre	0	0,35	0,011	0	225	17,7	0	956	0,33	51
TOTAL ANNUEL	5455	64,75	0,89	0,308	1966	276,1	30206	60642	10,07	983

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 2019 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2019

Substances	Unité	2017	2018	2019	Prévisionnel 2019
Acide borique	kg	5594	4265	5455	8000
Morpholine	kg	36,73	116,6	64,75	160
Hydrazine	kg	0,42	0,865	0,89	1,4
Détergents	kg	0,38	0,26	0,308	7
Azote	kg	915,4	2296	1966	2600
Phosphates	kg	359,6	323	276,1	400
Sodium	kg	15834	33856	30206	40000
Chlorures	kg	35622	70520	60642	75000
Métaux totaux	kg	18,91	8,5	10,07	20
DCO	kg	680	1200	983	-

Commentaires : RAS

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2019 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2016-DC-0550

	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
Substances	Concentration maximale ajoutée (mg/L)	Valeur maximale calculée	Flux 24h (kg)	Valeur maximal calculée	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé
Acide borique	12	0,5	2800	1200	2000	140	10000	5455
Morpholine	0,338	0,0091	800	3,5	-	-	800	64,75
Hydrazine	0,005	0,00025	1,5	0,24	0,85	0,073	9	0,89
Détergents	0,69	0,00004	100	0,029	-	-	5000	0,308
Azote	0,35	0,091	110	75	-	-	5000	2600
Phosphates	0,307	0,012	75	13	40	3,9	530	400
Sodium	35,3	13,2	500	499	-	-	-	-
Chlorures	112	27	1600	1001	-	-	-	-
Métaux totaux	0,011	$8,6 \times 10^{-7}$	-	-	-	-	60	20
MES	0,031	0,0029	17	2,28	-	-	-	-
DCO	0,79	-	350		-	-	-	-

L'article 5.3.1 de la décision ASN n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2019, la quantité de lithine rejetée par le CNPE était inférieure à la limite de quantification : < 0,034mg/L

Commentaires : Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles 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 2019 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 CNPE de Fessenheim n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2019.

III. Rejets thermiques

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

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

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

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

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

Afin de réduire le volume d'eau prélevée et limiter l'échauffement du milieu aquatique, le refroidissement des CNPE implantés sur des cours d'eau à faible ou moyen débit est assuré en circuit fermé au moyen d'aéroréfrigérants. Dans un aéroréfrigérant, une grande part de la

chaleur extraite du condenseur est transférée directement à l'atmosphère sous forme de chaleur latente de vaporisation (75 %) et sous forme de chaleur sensible (25 %). Le reste de la chaleur est rejeté au cours d'eau par la purge. La purge de l'aéroréfrigérant constitue donc le rejet thermique de l'installation.

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

1. En conditions climatiques normales

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du CNPE de 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 CNPE de Fessenheim réalise en continu des mesures de températures en amont, au rejet et en aval du CNPE et un suivi des rejets thermiques conformément aux autorisations de rejet en vigueur. Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents paramètres pour l'année 2019 sont présentés dans les tableaux suivants :

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

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	1,9
Température aval après mélange	°C	28	25,9

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

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

Commentaires : L'année 2019 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 CNPE selon les modalités fixées par les autorisations délivrées par l'administration. La stricte application du programme de surveillance fait l'objet d'inspections programmés ou inopinés de la part de l'ASN, qui réalise des expertises indépendantes.

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

Ainsi, le CNPE réalise annuellement, sous le contrôle de l'ASN, 5986 analyses dont les résultats sont transmis à l'administration et publiés par EDF sur le site internet du CNPE : <https://www.edf.fr/groupe-edf/nos-energies/carte-de-nos-implantations-industrielles-en-france/centrale-nucleaire-de-fessenheim/decouvrir-la-production-d-electricite>. Les résultats des mesures de radioactivité réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire de l'environnement sont également accessibles en ligne gratuitement sur le site internet du

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

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

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

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

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

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

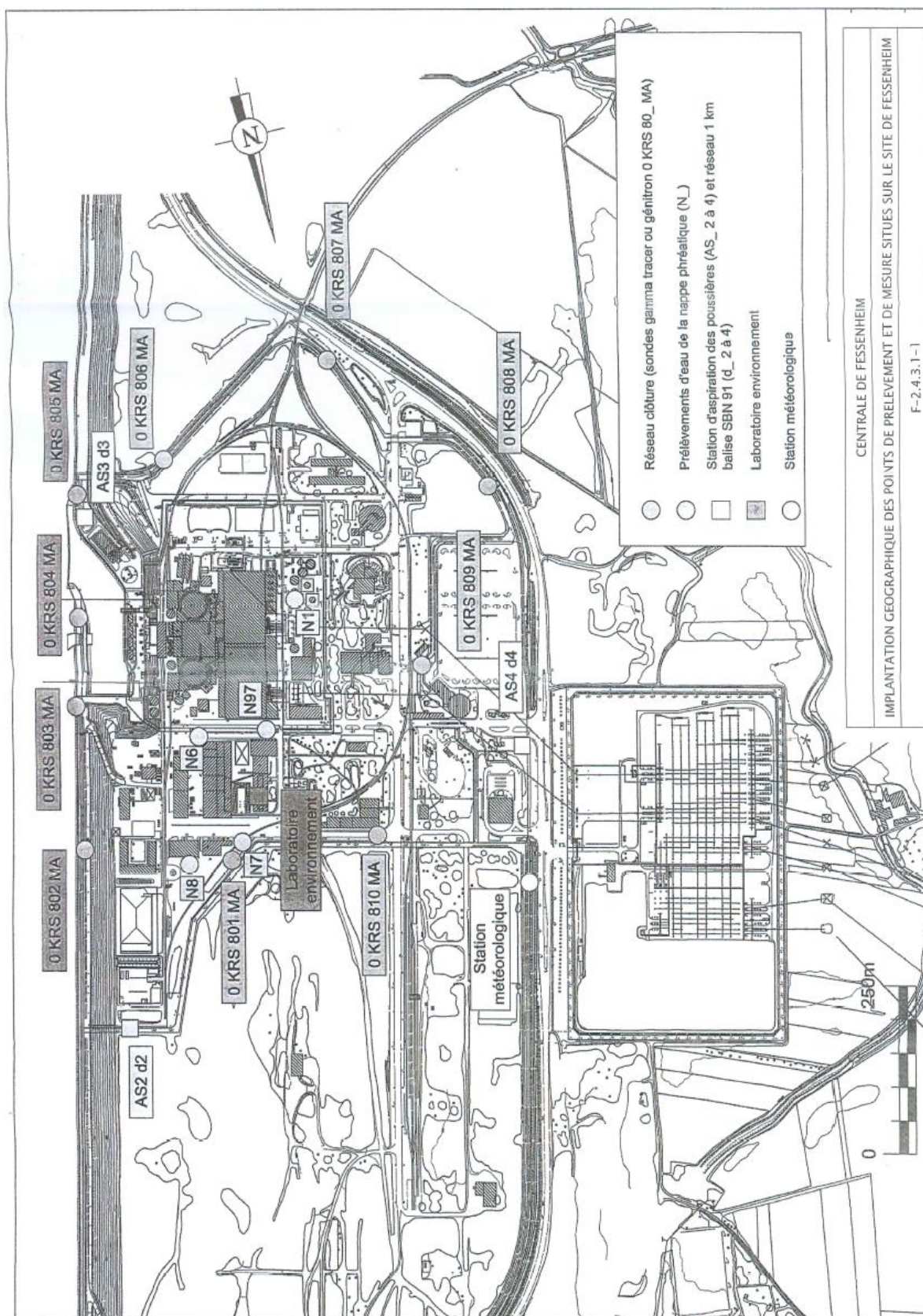
Ces études radioécologiques ont permis de caractériser finement les niveaux de radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les différents compartiments de l'environnement autour du CNPE, et de préciser l'influence des rejets d'effluents liquides et à l'atmosphère. Les données collectées depuis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

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

1. Surveillance de la radioactivité ambiante

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

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 2019 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives à l'année antérieure sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose moyen année 2019 (nSv/h)	Débit de dose max année 2019 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2018 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2017 (nSv/h)
Clôture	100,56	333,6	100,8	98,4
1 km	95,15	661,2	91 ,2	92 ,1
5 km	100,22	218,4	102	101,1
10 km	112,21	205	110,4	109,8

Commentaires : Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2019 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et cohérentes avec les résultats des années antérieures.

Voici les justifications des valeurs maximales enregistrées :

- ✓ Balise clôture en septembre 2019 : **333,6** nSv/h lors d'un déplacement d'un wagon de combustible irradié
- ✓ Balise 1km en mai 2019 : 661,2nSv/h pic électronique
- ✓ Balise 5km et 10km en juillet 2019 : respectivement 218,4 et 205 nSv/h pic électronique

2. Surveillance du compartiment atmosphérique

Quatre stations d'aspiration en continu des poussières atmosphériques (aérosols) sont implantées dans un rayon de 1 km autour du CNPE. Des analyses journalières 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 2019 sont donnés dans le tableau suivant.

Compartiment	Paramètres		Moyenne annuelle	Valeur minimale mesurée	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)
Poussières atmosphériques	Bêta globale		< 0,0019 Bq/m³	1,25 x 10 ⁻⁴ Bq/m3	1,8 x 10 ⁻³ Bq/m³	0,01 Bq/m³
	Spectrométrie gamma (Bq/m³)	⁵⁸ Co	3,57 x 10 ⁻⁵	6,10 x 10 ⁻⁶	1,10 x 10 ⁻³	-
		⁶⁰ Co	8,79 x 10 ⁻⁶	3,5 x 10 ⁻⁶	6,30 x 10 ⁻⁵	-
		¹³⁴ Cs	8,79 x 10 ⁻⁶	4,50 x 10 ⁻⁶	4,90 x 10 ⁻⁵	-
		¹³⁷ Cs	8,27 x 10 ⁻⁶	4,40 x 10 ⁻⁶	5,70 x 10 ⁻⁵	-
		⁴⁰ K	1,97 x 10 ⁻⁴	1,30 x 10 ⁻⁵	4,50 x 10 ⁻⁴	-
Tritium atmosphérique			< 0,125 Bq/m³	0,075 Bq/m³	0,278 Bq/m³	50 Bq/m³
Eau de pluie	Bêta globale		< 0,193 Bq/L	<0.0796 Bq/L	0,856 Bq/L	-
	Tritium		< 4,43 Bq/L	<3,52	5,40 Bq/L	-

Commentaires : Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2019 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 2018 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seules les activités relatives aux radionucléides d'origine artificielle et supérieures aux limites de détection sont présentées.

Nature du prélèvement	Radionucléide		Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur minimale mesurée	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres (Bq/kg sec)	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	Mensuelle	0,393	0 ,34	0,453
		⁶⁰ Co		0,432	0,373	0,483
		¹³⁴ Cs		0,342	0,301	0,370
		¹³⁷ Cs		0,355	0,237	0,399
		⁴⁰ K		824	381	1180
	Carbone 14		Trimestrielle	103.9	97,7 +/- 4.7	109+/-5
	Carbone élémentaire (g de C/kg sec)			433.33	430	440

Nature du prélèvement	Radionucléide		Périodicité	Valeur mesurée
Végétaux terrestres (Bq/L d'eau de dessiccation)	Tritium	HTO tritium libre	Annuelle	1,6 (2018)
		TOL tritium organiquement lié		2,1 (2018)
Productions agricoles (Salade) (Bq/kg sec)	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co		< seuil décision
		⁶⁰ Co		< seuil décision
		¹³⁴ Cs		< seuil décision
		¹³⁷ Cs		0,57
		^{110m} Ag		< seuil décision
		⁵⁴ Mn		< seuil décision
	Tritium	HTO tritium libre		1,5 Bq/L
		TOL tritium organiquement lié		2,2 Bq/L

Productions agricoles (Lait) (Bq/kg sec)	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co		< seuil décision
		⁶⁰ Co		< seuil décision
		¹³⁴ Cs		< seuil décision
		¹³⁷ Cs		0,0417
		^{110m} Ag		< seuil décision
		⁵⁴ Mn		< seuil décision
	Tritium	HTO tritium libre		1,3 Bq/L
		TOL tritium organiquement lié		1,2 Bq/L
	Carbone élémentaire (kg de C/kg)			227,5 Bq/kg sec
Couches superficielles des terres (Bq/kg sec)	Spectrométrie gamma	⁵⁸ Co	< seuil décision	
		⁶⁰ Co	< seuil décision	
		¹³⁴ Cs	10,7 Bq/kg sec	
		¹³⁷ Cs	< seuil décision	
		⁴⁰ K	< seuil décision	

Commentaires :

Dans l'environnement terrestre du CNPE de Fessenheim, le ¹³⁷Cs est détecté dans toutes les matrices, à l'exception de deux échantillons de végétaux, à des niveaux comparables à ceux des années précédentes. Ce radionucléide artificiel est issu des retombées des essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. Les activités du tritium et du ¹⁴C sont comparables à celles mesurables en dehors de tout apport local.

Une analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique annuel réalisé par IRSN, présenté en annexe 1.

4. Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment aquatique pour l'année 2018 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seules les activités relatives aux radionucléides d'origine artificielle et supérieures aux limites de détection sont présentées.

Nature du prélèvement	Radionucléide		Périodicité	Valeur mesurée
Sédiments (Bq/kg sec)	Spectrométrie gamma	⁵⁴ Mn	Annuelle	< seuil décision
		⁶³ Ni		< seuil décision
		⁵⁸ Co		< seuil décision
		⁶⁰ Co		< seuil décision
		^{110m} Ag		< seuil décision
		^{123m} Te		< seuil décision
		¹²⁴ Sb		< seuil décision
		¹²⁵ Sb		< seuil décision
		¹³⁴ Cs		< seuil décision
		¹³⁷ Cs		Amont : 2,46 Aval : 7,8
Végétaux aquatiques (Bq/kg sec en gamma mais en frais pour le tritium)	Spectrométrie gamma	⁵⁴ Mn		< seuil décision
		⁶³ Ni		< seuil décision
		⁵⁸ Co		< seuil décision
		⁶⁰ Co		< seuil décision
		^{110m} Ag		< seuil décision
		^{123m} Te		< seuil décision
		¹²⁴ Sb		< seuil décision
		¹²⁵ Sb		< seuil décision
		¹³⁴ Cs		< seuil décision
		¹³⁷ Cs		Amont : 1,17 Aval : 0,66
		¹³¹ I		Amont : 5,3 Aval : 3,7
	Tritium	HTO tritium libre		Amont : 2,6 Aval : 3,0

		TOL tritium organiquement lié		Amont : 4,4 Aval : 8,5
	Carbone 14 (Bq/kg de C)			Amont : 201,6 Aval : 215,1
Poissons (Bq/kg frais)	Spectrométrie gamma	⁵⁴ Mn		< seuil décision
		⁶³ Ni		< seuil décision
		⁵⁸ Co		< seuil décision
		⁶⁰ Co		< seuil décision
		^{110m} Ag		< seuil décision
		^{123m} Te		< seuil décision
		¹²⁴ Sb		< seuil décision
		¹²⁵ Sb		< seuil décision
		¹³⁴ Cs		< seuil décision
		¹³⁷ Cs		Amont : 0,110 Aval : 0,118
		¹³¹ I		< seuil décision
	Tritium	HTO tritium libre		Amont : 1Bq/L Aval : 1,2Bq/L
		TOL tritium organiquement lié		Amont : 3,4Bq/L Aval : 14,7Bq/L
	Carbone 14 (Bq/kg de C)			Amont : 207 Aval : 242

Commentaires :

Les mesures de surveillance du compartiment aquatique pour l'année 2019 mettent en évidence des activités significatives en ¹³⁷Cs dans la plupart des échantillons, qui traduisent la rémanence des retombées des essais nucléaires et de Tchernobyl. La détection de traces de ¹³¹I ainsi que de tritium et de carbone 14 dans le milieu aquatique traduit une influence des rejets d'effluents liquides du CNPE.

Dans l'environnement aquatique du CNPE de Fessenheim, le ^{137}Cs , détecté dans toutes les matrices, à l'exception d'un échantillon de végétaux aquatiques, à des niveaux comparables à ceux des années précédentes, est vraisemblablement issu des retombées des essais aériens nucléaires et de l'accident de Tchernobyl. En 2018, l' ^{131}I , mesuré dans les végétaux aquatiques prélevés à l'amont et à l'aval du CNPE de Fessenheim, est imputable aux rejets d'une installation située en amont du site. Les activités en ^3H dans les végétaux et les activités en ^3H et en ^{14}C dans les poissons sont plus élevées à l'aval du CNPE (comparativement à celles mesurées à l'amont). Elles témoignent d'un marquage de l'environnement aquatique par les effluents liquides du CNPE, du même ordre de grandeur que celui mesuré les années précédentes.

Une analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique annuel réalisé par IRSN, présenté en annexe 1.

5. Surveillance des eaux souterraines

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

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
Tritium	Bq/l	9,4
Bêta global	Bq/l	0,849
Potassium	mg/l	50
MES	Bq/l	4,52

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 16 piézomètres du CNPE.

Paramètres	Unité	Valeur maximale mesurée
pH	-	7,8
Conductivité	µS / cm	3300
Hydrocarbures totaux	mg / l	< 0,1
NTK		< 0,5
Nitrates		32
Chlorures		910

Commentaires : RAS

III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface

1. Physico-chimie en continu [CNPE bord de rivière uniquement]

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

Les tableaux suivants présentent les résultats du suivi sur l'année 2019 pour les stations amont, rejet et aval.

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11.6	12	11.8	10.6	10.4	9.7	8.2	8.2	8.4	9.3	9.8	10.9
Conductivité (µS/cm)	380	401	355	364	343	331	314	287	285	319	341	346
pH	8	8.1	8.2	8.2	8.1	8.0	8.0	7.9	8	7.9	7.9	7.9
Température	5.9	5.9	7.8	11	12.3	18	22.8	21.8	19.6	15.5	11.2	8.1

Commentaires : RAS

Station rejet	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	10.1	10	9.8	9.3	8.7	7.8	7	7	7.3	7.9	8.8	9.5
Conductivité (µS/cm)	356	364	359	372	349	324	306	342	322	326	338	354
pH	8.1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Température	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Oxygène dissous (mg/L)	11.6	12.1	11.6	10.4	10.3	9.6	8	8	8.5	9.2	9.9	11
Conductivité (µS/cm)	382	402	358	369	354	326	314	286	289	320	346	356
pH	8.1	8.2	8.1	8	8	8	7.9	7.9	8.2	8.1	8.1	8.2
Température	6.6	6.4	8.5	12.1	13.1	18.3	23.2	22.7	20.9	16.4	12.1	8.8

Commentaires :

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

2. Physico-chimie des eaux de surface

Le CNPE fait réaliser par le laboratoire 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)	-	6	-	-	15	-	25	26	22	-	12	-
pH	-	8,2	-	-	8,2	-	8,2	8,2	8,1	-	8,1	-
O2 (mg/L)	-	11	-	-	9,2	-	8,5	9,3	9,5	-	9,8	-
Conductivité (µS/cm)	-	397	-	-	345	-	338	305	316	-	347	-
DCO (mg/L)	-	<5	-	-	<5	-	<5	<5	<5	-	<5	-
DBO5 (mg/L)	-	<2	-	-	<2	-	<2	<2	2	-	<2	-
MES (mg/L)	-	7	-	-	4	-	3	3	2	-	<2	-
Turbidité (FNU)	-	6,9	-	-	4,6	-	1,7	3,2	2,9	-	0,6	-
Silicates (mg/L)	-	4,2	-	-	3	-	1,5	2,5	1,5	-	2,1	-
COD (mg/L)	-	1,6	-	-	1,9	-	2,1	1,7	1,7	-	1,9	-
Phosphates (mg/L)	-	0,04	-	-	0,14	-	<0,01	0,011	<0,01	-	0,069	-
Phosphore total (mg/L)	-	0,017	-	-	0,025	-	<0,01	<0,01	<0,01	-	0,024	-
Nitrites (mg/L)	-	0,13	-	-	0,094	-	0,14	0,11	0,15	-	0,078	-
Nitrates (mg/L)	-	7,9	-	-	5,4	-	4,7	4,5	4,3	-	6,6	-
Ammonium (mg/L)	-	0,37	-	-	0,13	-	0,11	0,19	0,17	-	0,15	-
Azote Kjeldahl (mg/L)	-	<0,5	-	-	<0,5	-	0,7	<0,5	<0,5	-	<0,5	-
Calcium (mg/L)	-	-	-	-	50	-	-	-	43	-	-	-
Magnésium (mg/L)	-	-	-	-	6,7	-	-	-	6,8	-	-	-
Potassium (mg/L)	-	-	-	-	1,7	-	-	-	1,7	-	-	-
TAC (°f)	-	-	-	-	13	-	-	-	12	-	-	-
TH (°f)	-	-	-	-	16	-	-	-	13	-	-	-
Sulfates (mg/L)	-	-	-	-	29	-	-	-	25	-	-	-

Chlorures (mg/L)	-	-	-	-	10	-	-	-	15	-	-	-
Sodium (mg/L)	-	-	-	-	7,5	-	-	-	9,3	-	-	-
Bicarbonates (mg/L)	-	-	-	-	160	-	-	-	140	-	-	-

Station C (aval)	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Température (°C)	-	6	-	-	16	-	25	27	24	-	14	-
pH	-	8,3	-	-	8,2	-	8,3	7,8	8,3	-	8,1	-
O2 (mg/L)	-	12,1	-	-	9,1	-	8,8	9,8	10,2	-	9,4	-
Conductivité (µS/cm)	-	397	-	-	347	-	329	314	322	-	349	-
DCO (mg/L)	-	<5	-	-	<5	-	<5	6	6	-	<5	-
DBO5 (mg/L)	-	<2	-	-	<2	-	<2	<2	2	-	<2	-
MES (mg/L)	-	<2	-	-	5	-	2	6	<2	-	<2	-
Turbidité (FNU)	-	2	-	-	4,4	-	2,1	3,2	2,8	-	1,3	-
Silicates (mg/L)	-	4,1	-	-	3,0	-	1,5	2,5	1,6	-	2,1	-
COD (mg/L)	-	1,5	-	-	1,8	-	1,5	2,4	2	-	2,2	-
Phosphates (mg/L)	-	0,031	-	-	0,059	-	0,027	<0,01	<0,01	-	<0,01	-
Phosphore total (mg/L)	-	0,017	-	-	0,017	-	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	-
Nitrites (mg/L)	-	0,077	-	-	0,071	-	0,12	0,11	0,14	-	0,08	-
Nitrates (mg/L)	-	7,6	-	-	5,3	-	4,6	4,3	4,4	-	5,8	-
Ammonium (mg/L)	-	0,38	-	-	0,29	-	0,15	0,14	0,13	-	0,13	-
Azote Kjeldahl (mg/L)	-	<0,5	-	-	0,7	-	<0,5	<0,5	<0,5	-	<0,5	-
Calcium (mg/L)	-	-	-	-	50	-	-	-	43	-	-	-
Magnésium (mg/L)	-	-	-	-	6,7	-	-	-	6,8	-	-	-
Potassium (mg/L)	-	-	-	-	1,6	-	-	-	1,7	-	-	-
TAC (°f)	-	-	-	-	13	-	-	-	12	-	-	-
TH (°f)	-	-	-	-	16	-	-	-	13	-	-	-

Sulfates (mg/L)	-	-	-	-	29	-	-	-	26	-	-	-
Chlorures (mg/L)	-	-	-	-	11	-	-	-	13	-	-	-
Sodium (mg/L)	-	-	-	-	7,6	-	-	-	11	-	-	-
Bicarbonates (mg/L)	-	-	-	-	160	-	-	-	140	-	-	-

Commentaires : L'étude des paramètres physico-chimiques sur échantillons liquides, sur le Grand Canal d'Alsace, relative à la surveillance hydroécologique du CNPE de Fessenheim en 2019, a mis en évidence une bonne et très bonne qualité selon l'arrêté du 27 juillet 2018. Aucun déclassement n'a été observé cette année. De plus, l'ensemble des paramètres ne présentent pas de différence notable entre les deux stations amont et aval. Les résultats ne montrent donc pas d'influence du fonctionnement du CNPE de Fessenheim sur le GCA.

L'évolution saisonnière des paramètres physico-chimiques, au cours de l'année 2019, semble normale et dans la continuité vis-à-vis des années précédentes.

3. Chimie des eaux de surface

Les rejets chimiques résultant du fonctionnement du CNPE sont issus :

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

Ces rejets font l'objet d'une surveillance des concentrations présentes dans le milieu récepteur. A cet effet, des mesures de substances chimiques sont effectuées trimestriellement dans le Grand Canal d'Alsace en amont et en aval du CNPE. Les tableaux suivants présentent les valeurs mesurées aux deux stations amont et aval sur l'année 2019.

	Paramètres Station amont		Unité	Février 2019	Mai 2019	Aout 2019	Novembre 2019
	Bore			0,016	0,01	0,019	0,014
Métaux totaux	Fraction brute	Al	mg/L	0,044	0,04	0,11	0,18
		Cr		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
		Cu		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
		Fe		0,053	0,047	0,11	0,14
		Mn		0,006	0,006	0,017	0,012
		Ni		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
		Pb		<0,001	<0,001	0,002	<0,001
		Zn		0,002	<0,005	<0,005	0,003
	Fraction dissoute	Al		0,0263	0,0136	0,014	0,044
		Cr		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		Cu		0,00179	0,0013	<0,0003	0,0014
		Fe		0,0278	0,0236	0,026	0,056

		Mn		0,00329	<0,003	0,004	0,003
		Ni		0,00105	<0,001	<0,001	<0,001
		Pb		<0,0003	0,00036	<0,0003	<0,0004
		Zn		0,00412	0,0039	0,003	0,0039
	Morpholine			<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Détergents anioniques			0,016	0,011	<0,010	<0,01
	Hydrazine			0,001	0,001	<0,001	0,002

	Paramètres Station aval		Unité	Février 2019	Mai 2019	Aout 2019	Novembre 2019
	Bore			0,015	0,01	0,017	0,014
Métaux totaux	Fraction brute	Al	mg/L	0,046	0,029	0,068	0,18
		Cr		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
		Cu		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
		Fe		0,045	0,033	0,073	0,13
		Mn		0,004	0,004	0,010	0,009
		Ni		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
		Pb		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		Zn		0,002	<0,005	<0,005	0,002
	Fraction dissoute	Al		0,0201	0,0114	0,012	0,0466
		Cr		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
		Cu		0,0019	0,0046	0,001	0,002
		Fe		0,0265	0,0184	0,019	0,059
		Mn		0,00316	<0,003	0,003	0,0039
		Ni		0,00173	<0,001	<0,001	<0,001
		Pb		<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0004
		Zn		0,00699	0,0034	0,003	0,0036
	Morpholine			<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Détergents anioniques			<0,010	<0,01	<0,010	<0,01
	Hydrazine			0,001	0,001	<0,001	0,002

Commentaires : RAS

IV. Physico-chimie et Hydrobiologie

Chaque année, le CNPE 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 conditionné à :

- un échauffement moyen journalier après mélange des effluents dans le Grand Canal d'Alsace de plus de 2°C
- une température moyenne journalière du Grand Canal d'Alsace calculée en aval après mélange de plus de 29°C

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

4. Surveillance pérenne

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

Les résultats obtenus en 2018 mettent en évidence l'absence d'influence notable du fonctionnement du CNPE 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 CNPE 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 allochtone 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 quelques années, une nouvelle espèce a fait son apparition et ne cesse de se développer, il s'agit des gobies et dans ce cas des gobies de Kessler, gobies demi-lune et des gobies à taches noires. 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.

5. 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 spécifiques soit réalisée en cas de dépassement des valeurs ci-dessous :

- un échauffement moyen journalier après mélange des effluents dans le Grand Canal d'Alsace de plus de 2°C
- une température moyenne journalière du Grand Canal d'Alsace calculée en aval après mélange de plus de 29°C

En 2019, le CNPE de FESSENHEIM n'a pas recouru à cette surveillance.

V. Acoustique environnementale

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

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

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

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

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

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

Le numéro vert permet de retrouver toute l'actualité du CNPE de FESSENHEIM, 24 heures sur 24 : 0800 05 05 68.

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

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

Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent des niveaux très faibles de radioactivité artificielle dans l'environnement du CNPE dont la majeure partie trouve son origine dans d'autres sources (retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl,...). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi annuel de l'impact dosimétrique des rejets réels 2019 du site de Fessenheim réalisé par IRSN, présenté en annexe 2.

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

https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/environnement/IRSN-ENV_Bilan-Radiologique-France-2015-2017.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 2019 avec les dernières bases de données et enquêtes disponibles.

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

- les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du CNPE ;
- ils vivent toute l'année sur leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...) ;
- l'eau captée à l'aval des installations est considérée comme provenant de captages d'eaux superficielles, même s'il s'agit de captages en nappes d'eaux souterraines, ce qui revient à considérer que le milieu aquatique à l'aval du CNPE est toujours influencé par les rejets d'effluents liquides de l'installation ;

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 = Tissue 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** ».

- 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 et la comparaison aux seuils réglementaires :

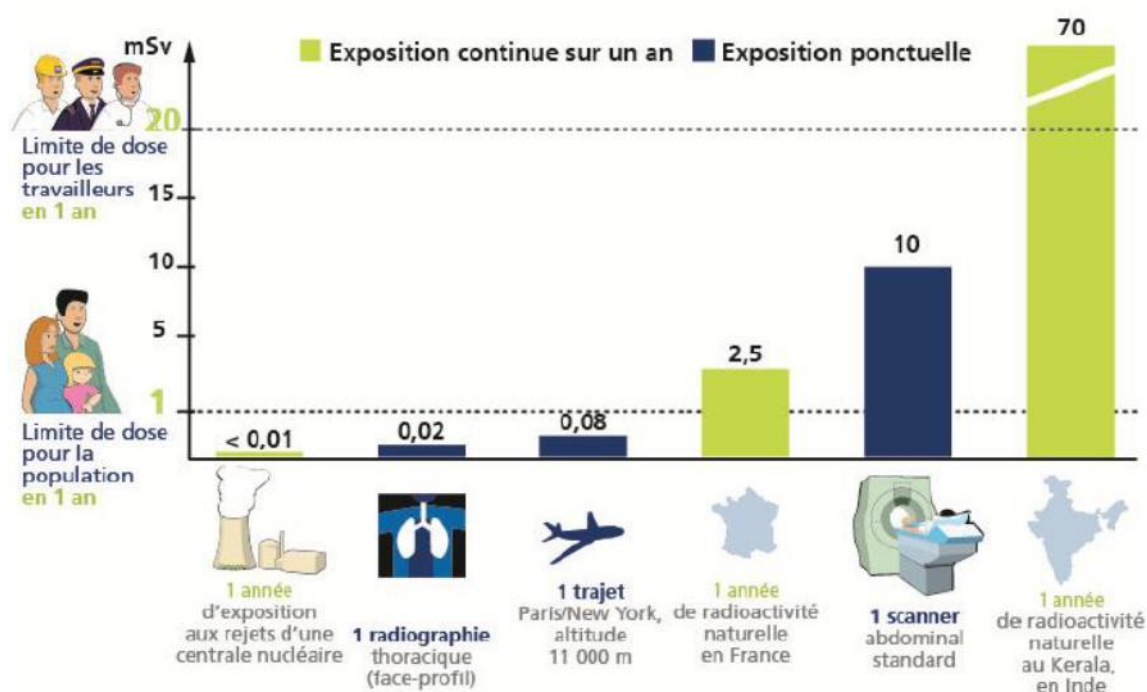


Figure 2 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

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 3 ci-après.

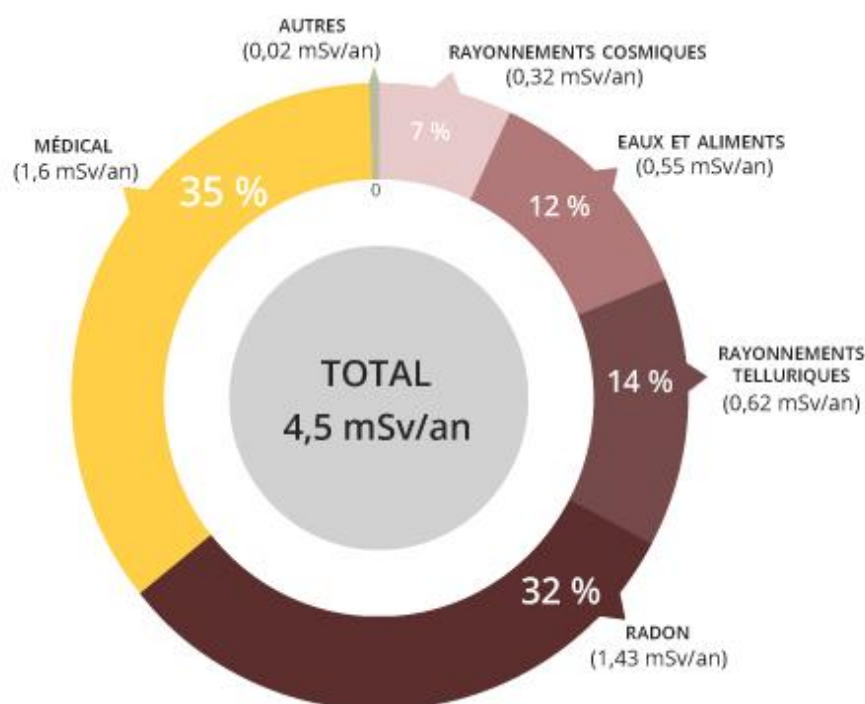


Figure 3 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2015)

Le tableau suivant fournit les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2019 effectués par le CNPE 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 CNPE.

ADULTE	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	3,4E-07	9,9E-06	1,0E-05
Rejets d'effluents liquides	3,9E-07	1,4E-05	1,4E-05
Total	7,3E-07	2,4E-05	2,4E-05

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	3,5E-07	9,1E-06	9,4E-06
Rejets d'effluents liquides	s.o	1,4E-05	1,4E-05
Total	3,5E-07	2,3E-05	2,4E-05

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	3,4E-07	1,4E-05	1,5E-05
Rejets liquides	s-0	2,1E-05	2,1E-05
Total	3,7E-07	3,5E-05	3,6E-05

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à 1.10^{-4} mSv/an pour l'adulte, 1.10^{-4} mSv/an pour l'enfant de 10 ans et 1.10^{-3} mSv/an 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 2019 sont plus de 1 000 fois inférieures à la limite d'exposition fixée à 1 mSv par an pour la population, par l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique. L'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du CNPE est exposé à une dose efficace inférieure ou égale à la dose calculée pour la personne représentative, présentée ci-dessus.

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

Partie VI - Gestion des déchets

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

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

La démarche industrielle repose sur 4 principes :

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

Pour les installations nucléaires de base du CNPE de 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 Soulaïnes (déchets de faible à moyenne activité à vie courte, FMAVC).

Ces déchets proviennent essentiellement :

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

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

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

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

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

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

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

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

inoxydable qui sont entreposés dans l'usine précitée : ce sont des déchets « de moyenne activité à vie longue (MAVL) ».

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

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

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

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

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

2. Le transport des déchets

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

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

DE LA CENTRALE AUX CENTRES DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE

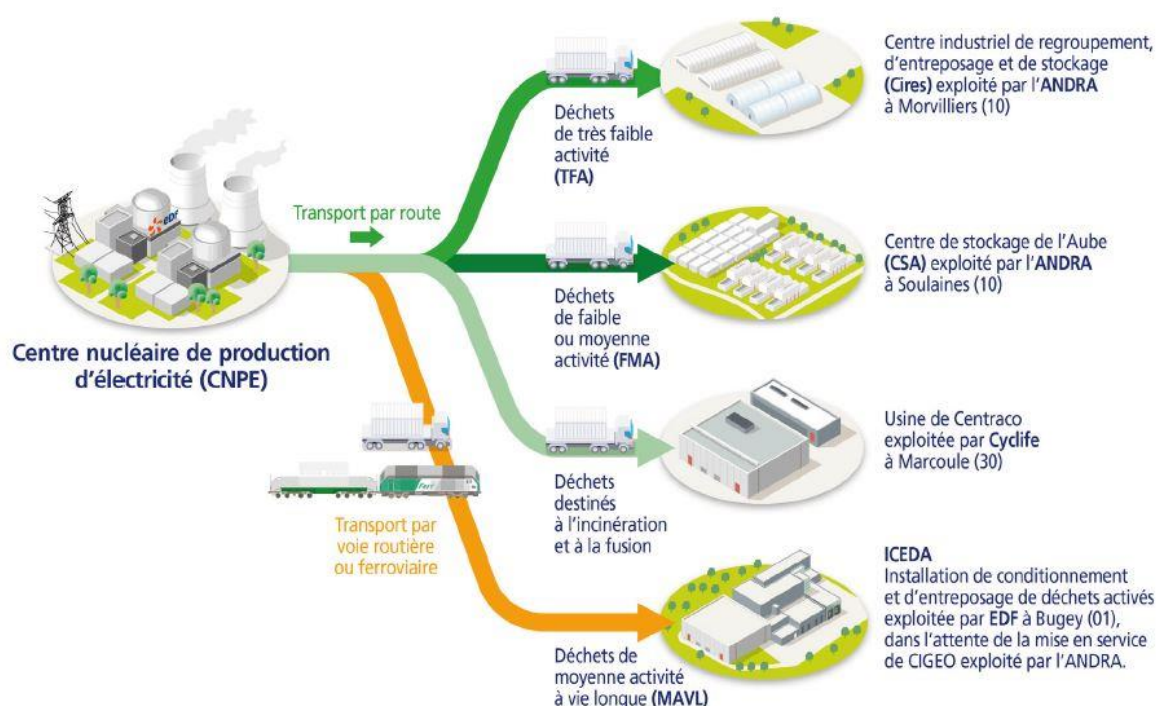


Figure 4 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

3. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2019

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2019 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Fessenheim.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2019	Commentaires
TFA (tonnes)	361,667	-
FMAVC Liquides (tonnes)	4,569	-
FMAVC Solides (tonnes)	221,604	-
FAVL	-	-
MAVL (objets)	165	-

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2019 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Fessenheim.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2019	Type d'emballage
TFA	80	(tous types d'emballages confondus)
FMAVC Liquides	0	-
FMAVC Solides	49	coques béton
	154	fûts métalliques et PEHD
	22	Autres dont caissons, pièces massives
MAVL	0	-

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2019 pour les 2 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Fessenheim.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	318
CSA à Soulaines	99
Centraco à Marcoule	880

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 2019 par les INB d'EDF.

Quantités 2019 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Sites en exploitation	118,772T	84.6%	369,131T	96,7%	241,63T	100%	729,53 T	95.8%

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

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

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

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

En 2019, les 2 unités de production du CNPE de Fessenheim ont produit 729,53 tonnes de déchets conventionnels : 95,8% de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs

ASN - Autorité Sûreté Nucléaire

CNPE - Centre Nucléaire de Production d'Électricité

COT - Carbone Organique Total

DBO5 - Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours

DCO - Demande Chimique en Oxygène

DUS – Diesel d'Ultime Secours

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

ESE - Évènement Significatif Environnement

FMA - Faible Moyenne Activité

ICPE - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

INB - Installation Nucléaire de Base

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

ISO - International Standard Organization

KRT – Chaîne de mesure de radioactivité

MES - Matières En Suspension

PA – Produit d'Activation

PF – Produit de Fission

REX - Retour d'Expérience

SME - Système de Management de l'Environnement

SMP - Station Multi Paramètres

TAC – Turbine à Combustion

TEU - Traitement des Effluents Usés

TFA - Très Faible Activité

THE – Très Haute Efficacité

UFC - Unité Formant Colonie

**Annexe 1 : Suivi radio écologique annuel du CNPE de
Fessenheim année 2018**

Annexe 2 : Estimation dosimétrique des rejets réels 2019 du site de Fessenheim

1 ANNEXE 1 : PARAGRAPHE A INSERER DANS LE RASE

Des contrôles et mesures de radioactivité sont effectués dans l'environnement du site nucléaire de Fessenheim dans le cadre du programme de surveillance réglementaire et du suivi radioécologique du site. Les résultats de ces contrôles et mesures montrent des niveaux très faibles de radioactivité dans l'environnement dont une partie trouve son origine dans d'autres sources (tellurique, anthropique...). Seuls quelques radionucléides issus des rejets d'effluents radioactifs (tritium et carbone 14 notamment) parviennent à être caractérisés par rapport aux niveaux de radioactivité issus de ces autres sources. De fait, l'impact en termes de dose attribuable aux radionucléides rejetés par l'installation sur le public ne peut être évalué avec précision à partir de ces mesures environnementales. Afin d'être aussi réaliste que possible, l'impact dosimétrique est donc calculé à partir des rejets d'effluents radioactifs de l'installation au cours de l'année 2019, qui sont strictement réglementés, contrôlés et comptabilisés. À partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace 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 d'une installation et de le positionner par rapport à la limite réglementaire d'exposition des personnes du public conformément à l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique.

Le calcul de dose efficace annuelle tient compte de données spécifiques à chaque site telles que les conditions météorologiques, les habitudes alimentaires des riverains, les conditions de dilution dans le milieu récepteur. 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 sur leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...) ;
- l'eau captée à l'aval des installations est considérée comme provenant de captages d'eaux superficielles, même s'il s'agit de captages en nappes d'eaux souterraines, ce qui revient à considérer que le milieu aquatique à l'aval du site est toujours influencé par les rejets liquides de l'installation ;
- on considère que l'eau de boisson n'a subi aucun traitement de potabilisation (autre que la filtration), et donc qu'aucune rétention de radionucléides n'a été effectuée lors de procédés de traitement ;
- la pêche de poissons dans les fleuves à l'aval des sites est supposée systématique, sans exclure les zones de pêche interdite.

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

Le tableau suivant fournit les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2019, pour la population du groupe de référence. Ce groupe correspond aux personnes pouvant recevoir la dose efficace annuelle maximale induite par les rejets d'effluents radioactifs du site.

ADULTE	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets atmosphériques	3,4E-07	9,9E-06	1,0E-05
Rejets liquides	3,9E-07	1,4E-05	1,4E-05
Total	7,3E-07	2,4E-05	2,4E-05
ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets atmosphériques	3,5E-07	9,1E-06	9,4E-06
Rejets liquides	s.o.	1,4E-05	1,4E-05
Total	3,5E-07	2,3E-05	2,4E-05
ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets atmosphériques	3,7E-07	1,4E-05	1,5E-05
Rejets liquides	s.o.	2,1E-05	2,1E-05
Total	3,7E-07	3,5E-05	3,6E-05

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à :

- 1.10^{-04} mSv/an pour l'adulte ;
- 1.10^{-04} mSv/an pour l'enfant de 10 ans ;
- 1.10^{-04} mSv/an 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 2019 sont plus de 10 000 fois inférieures à la limite d'exposition fixée à 1 mSv par an pour une personne du public, 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 le groupe de référence, présentée ci-dessus.

Par ailleurs, 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.

A titre de comparaison, la dose moyenne liée à la radioactivité naturelle en France est de l'ordre de 2,4 mSv par an.

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

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

CNPE de Fessenheim
BP 15
68740 FESSENHEIM
Numéro de téléphone 03 89 83 50 00

Les données de ce rapport ne sont utilisables qu'après l'accord d'EDF

