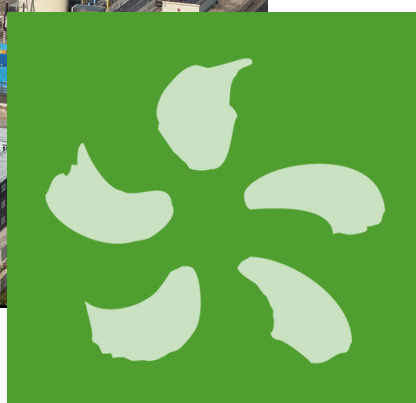


Gravelines

2025

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



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 Gravelines en 2025	4
I. Contexte	4
II. Le CNPE de Gravelines	4
III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Gravelines	6
IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	6
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des événements significatifs pour l'environnement	7
Partie II - Prélèvements d'eau	9
I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement	11
II. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel	12
III. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique	12
IV. Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance	13
Partie III – Restitution et consommation d'eau	15
I. Restitution d'eau	15
II. Consommation d'eau	15
Partie IV - Rejets d'effluents	16
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	16
II. Rejets d'effluents liquides	25
III. Rejets thermiques	48
Partie VI - Surveillance de l'environnement	50
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	50
II. Physico-chimie des eaux souterraines	60
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	61
IV. Surveillance écologique et halieutique	63
V. Levées topographiques et bathymétriques	70
VI. Acoustique environnementale	70

Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation
72

<i>Partie VIII - Gestion des déchets</i>	76
I. Les déchets radioactifs	76
II. Les déchets non radioactifs	80
ABREVIATIONS	82

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 – Résultats du suivi des rejets des miniblocs (épuration des eaux usées)

ANNEXE 2 – Suivi radio-écologique réglementaire du CNPE de Gravelines - Année 2024

ANNEXE 3 – Résultats de la campagne estivale 2025 de contrôle des eaux du canal d'amenée et du canal de rejet

ANNEXE 4 – Résultats des levées bathymétriques 2025, différentiel 2024/2025 « petite zone »

ANNEXE 5 – Rapport du Prévisionnel de prélèvement et consommation d'eau et de rejets du CNPE pour l'année 2025

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Gravelines en 2025

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 2025 du CNPE de Gravelines en matière d'environnement.

II. Le CNPE de Gravelines

Le centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) EDF de Gravelines est situé sur la commune de Gravelines (département du Nord) à mi-chemin entre Dunkerque et Calais. Il occupe une superficie de 152 hectares, en bordure de la Mer du Nord. Les premiers travaux de construction ont démarré à partir de 1974 sur une zone choisie pour ses caractéristiques géographiques (prise d'eau dans l'avant-port ouest de Dunkerque) et hydrologiques (courants marins). C'est la 1^{ère} centrale de France en termes de puissance avec au total 5 400 mW de capacité de production. Entre 2021 et 2028 se déroulent les 4^{èmes} visites décennales des 6 unités de production permettant d'exploiter nos unités de production 10 années supplémentaires. La centrale nucléaire de Gravelines, actrice économique de premier plan sur le territoire dunkerquois, emploie en moyenne, 1 960 salariés EDF et 1 800 salariés permanents d'entreprises prestataires. Elle lui apporte un soutien actif, à travers sa politique d'achats, de sous-traitance, la mise en place de partenariats solidaires et le reversement de ses taxes et impôts. En moyenne, 200 entreprises partenaires interviennent chaque année à la centrale.



En 2025, le parc nucléaire français a produit 373 TWh. La centrale de Gravelines a, quant à elle, produit 32,27 TWh d'électricité bas carbone, soit l'équivalent d'environ 60% de la consommation annuelle des Hauts-de-France.

Les installations de Gravelines regroupent six unités de production d'électricité en fonctionnement :

- Deux unités de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 910 mégawatts électriques refroidies chacune par l'eau de mer : Gravelines 1 et Gravelines 2, mises en service en 1980. Ces deux réacteurs constituent l'installation nucléaire de base (INB) n° 96 ;
- Deux unités de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 910 mégawatts électriques refroidies chacune par l'eau de mer : Gravelines 3 et Gravelines 4 (+ 38 mégawatts pour cette unité dont les rotors basse pression ont été modifiés), mises en service respectivement en 1980 et 1981. Ces deux réacteurs constituent l'installation nucléaire de base (INB) n° 97 ;
- Deux unités de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 910 mégawatts électriques refroidies chacune par l'eau de mer : Gravelines 5 et Gravelines 6 (+ 27 mégawatts pour cette unité dont les rotors basse pression ont été modifiés), mises en service respectivement en 1984 et 1985. Ces deux réacteurs constituent l'installation nucléaire de base (INB) n° 122.

Les installations nucléaires de Gravelines sont placées sous la responsabilité d'un directeur, avec l'appui d'une équipe de direction.

Depuis 1991, une convention associe la centrale nucléaire de Gravelines et la société Aquanord (ferme aquacole et écloserie marine). Plusieurs équipements ont été construits pour permettre à l'eau, nécessaire au fonctionnement de la ferme aquacole, d'arriver jusqu'aux bassins d'élevage des poissons : à partir des déversoirs de rejet de l'eau réchauffée provenant de ses unités 3, 4, 5 et 6. Des canalisations alimentent également l'écloserie marine voisine. La centrale et la ferme aquacole s'informent mutuellement des événements survenant sur leurs installations respectives.

Depuis 2016, le terminal méthanier Dunkerque LNG utilise également les eaux réchauffées de la centrale pour regazéifier, le GNL (Gaz Naturel Liquéfié). Le gaz liquide est stocké sur place à - 160°C. Avant son émission sur le réseau de transport de gaz naturel, il est réchauffé grâce à de l'eau provenant du canal de rejet de la centrale, acheminée via un tunnel de 5 km passant sous les bassins de l'avant-port ouest de Dunkerque.

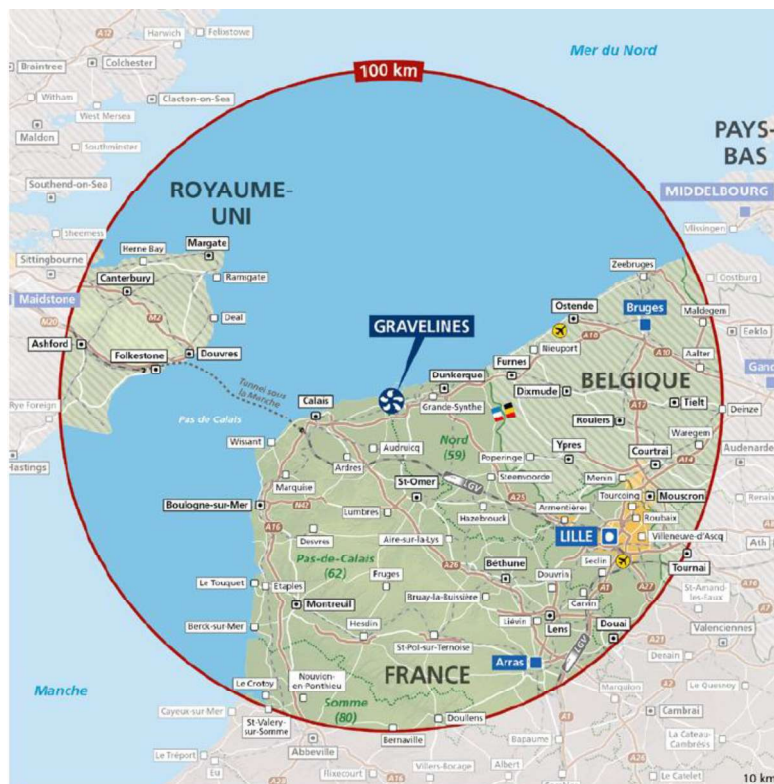


Figure 1 : Localisation du site

III. Modifications apportées au voisinage du CNPE de Gravelines

Lors de l'année 2025, de nouvelles installations ICPE ont été mises en exploitation au voisinage du CNPE de Gravelines, cependant aucun nouveau risque n'a été induit.

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

Dans une démarche d'amélioration continue, EDF met en oeuvre des actions de caractérisation de ses rejets. Parallèlement, EDF conduit des travaux de recherche visant à approfondir la compréhension des incidences potentielles de ces rejets sur la santé humaine et sur l'environnement.

L'étude d'impact s'appuie sur un ensemble de valeurs de référence (valeur toxicologiques de références (VTR) sélectionnées selon les critères définis dans la note d'information n°DGS/EA/DGPR/2014/307 du 31/10/2014, seuils, valeurs-guides, concentration prédite sans effet (PNEC)) faisant l'objet d'une veille scientifique et réglementaire et d'une mise à jour scientifique dynamique.

En complément, des études spécifiques de devenir environnemental peuvent être commanditées afin de mieux appréhender le comportement, les processus de transformation et le devenir des substances rejetées dans l'environnement.

L'ensemble des évolutions et avancées scientifiques issues de ces travaux, ainsi que les résultats de la veille, est intégré de manière appropriée dans l'étude d'impact à l'occasion de sa mise à jour périodique.

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

Depuis 2004, le CNPE de Gravelines est certifié ISO 14001. L'obtention de la certification à la norme ISO 14001 est une reconnaissance internationale de la prise en compte de l'environnement dans l'ensemble des activités de l'entreprise. Elle est l'assurance d'une démarche d'amélioration continue et de la mise en place d'une organisation spécifique au domaine de l'environnement.

La protection de l'environnement, sur le terrain comme en laboratoire, a toujours été une priorité pour les CNPE d'EDF. Comme pour tous les sites industriels, les exigences environnementales fixées par le CNPE de Gravelines 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 Gravelines. 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 Gravelines a mis en place un système permettant de détecter, tracer, déclarer, les Événements Significatifs pour l'Environnement (ESE) à l'Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection, de traiter ces évènements et d'en analyser les causes profondes pour les éradiquer.

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

1. Bilan des évènements significatifs pour l'environnement déclarés

Le tableau suivant récapitule les évènements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de Gravelines en 2025.

INB ou réacteur	Typologie	Date de déclaration	Date de l'évènement	Evènement	Actions correctives
INB 96, 97, 122	ESE9	02/01/2025	31/12/2024	Dépassement du seuil 2 sur OKRT901MA et OKRT902MA lors d'un rejet de OKER003BA	1 - Définir la démarche de pilotage sous aléa pour les rejets de bâches KER marquées. 2 - Rédiger la documentation opérationnelle nécessaire au rinçage avant et après rejet des bâches KER marquées et effectuer son renvoi dans la consigne d'exploitation S KER 1.
INB 96, 97, 122	ESE9	17/01/2025	17/09/2024	Non application des conclusions de la Fiche d'Analyse en Cadre Réglementaire (FACR) du rabattement de nappe du chantier RENOLAB	1 - Répondre à la pré diffusion du guide IOTA rédigé par le national. 2 - Rédiger une note de vulgarisation des exigences à respecter pour les rabattements de nappe en déclinaison du guide national. 3 - Définir une organisation permettant le suivi des analyses du cadre réglementaire des chantiers avec impact environnement ne faisant pas l'objet d'un dossier de modifications. 4 - Définir la formalisation des autorisations de transfert d'eau de nappe vers SEO et/ou SEK.
INB 96, 97, 122	ESE6	20/08/2025	05/08/2025	Cumul annuel d'émission de fluides frigorigènes >100kg pour le CNPE de Gravelines en 2025 (industriel et tertiaire)	1 - Planifier les modifications issues de l'expertise réalisée après validation par le national, sur les douze groupes DVP du site. 2 - Etablir un état des lieux des matériels non qualifiés installés contenant des gaz frigorigènes soumis à contrôle d'étanchéité réglementaire (supérieur à 2kg) 3 - En fonction de l'analyse du listing de l'AC2 définir et planifier les actions correctives sur les matériels en limite d'âge.
INB 96, 97, 122	ESE2	08/09/2025	21/08/2025	Dépassement de la limite de concentration maximale autorisée en hydrocarbures lors d'un rejet de la fosse 9 SEO	1 - Mettre en place un régime d'exploitation RX permettant la traçabilité de la consignation des vannes 9/8 SEH 008 VK et 7 SEH 012 VK. 2 - Etudier la possibilité de mettre en place un suivi des réglages des vannes de régulation 9/8 SEH 008 VK et 7 SEH 012 VK. 3 - Présenter le REX de cet ESE aux équipes Conduite et les sensibiliser à l'importance du bon réglage des niveaux de régulation SEH.
INB 97	ESE6	24/09/2025	15/09/2025	Présence d'effluents radioactifs dans la rétention ultime 0 HBB 0101 FW de la bache de collecte des effluents du laboratoire chimique, 8 SRE 005 BA	1 - Procéder à la réparation du Stat de Niveau Haut, 8SRE018SN. 2 - Procéder à la réparation du klaxon associé au Stat de Niveau Très Haut, 8SRE017SN. 3 - Procéder à une intervention de maintenance sur le capteur de Niveau Très Haut associé à la pompe 8SRE007PO pour assurer une vidange du puisard 8SRE006PS avant son débordement. 4 - Procéder à la réparation du clapet anti-retour 8SRE255VK. 5 - Présenter le REX de cet évènement en GAM des Chefs d'Exploitation Délégués et des Chefs d'Exploitation en rappelant les exigences d'organisation d'un aléa lié à un enjeu environnemental. 6 - Présenter le REX de cet évènement en GAM des Agents de Terrain en rappelant les exigences associées à l'exploitation des rétentions ultimes. 7 - Sensibiliser la population des Agents de Terrain aux exigences d'exploitation du circuit SRE. 8 - Présenter le REX de cet évènement en Réunion Opérationnelle du Retour d'Expérience pour sensibiliser les correspondants environnement des services de Maintenance et de la Conduite aux exigences associées aux rétentions ultimes.

2. Bilan des incidents de fonctionnement

En 2025, l'indisponibilité du dispositif de traitement des effluents radioactifs de la tranche 8 présente depuis 2023 s'est poursuivie. Ceci est lié à sa requalification au titre de la réglementation ESPN (Equipements Sous Pression Nucléaire). Cette indisponibilité n'a pas eu d'incidence sur la qualité de la surveillance environnementale. Des moyens de traitement palliatifs ont été mis en œuvre pour limiter l'impact de cette indisponibilité sur les rejets du CNPE. Ce dispositif de traitement a été remis en service en avril 2026.

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,
- alimenter les circuits industriels, assurer les réserves nécessaires pour leurs appoints et constituer des stocks d'eau dédiés à la sûreté et à la lutte contre l'incendie (usage industriel),
- alimenter les installations sanitaires et les équipements de restauration des salariés (usage domestique).

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

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

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

Les eaux de lavage des tambours filtrants (SFI/CFI/CRF lavage, SEC lavage) sont comptabilisées en eau de refroidissement pour les sites prélevant de l'eau douce, tout comme le circuit TRI (réfrigération intermédiaire du bâtiment de traitement des effluents) qui ne concerne qu'une partie des CNPE.

LA CENTRALE NUCLÉAIRE

Principe de fonctionnement, sans aéroréfrigérant

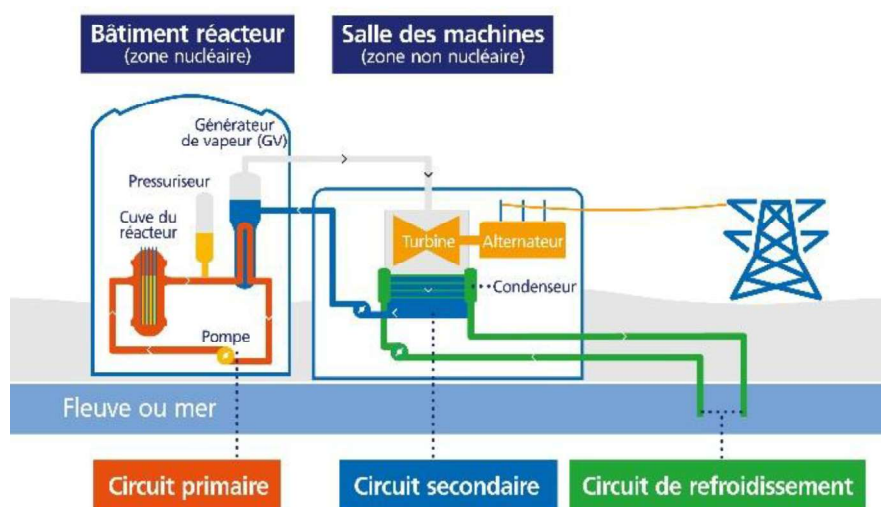


Figure 2 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert (Source : EDF)

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 les masses d'eau naturelle) soit respectivement un besoin de 6 à 160 litres d'eau prélevés pour produire 1 kWh.

Que les CNPE soient en fonctionnement ou à l'arrêt, la grande majorité de l'eau prélevée est restituée à sa source, c'est-à-dire à la masse d'eau 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 :

- alimenter les besoins du process (dont les circuits primaire, secondaire),
- assurer la disponibilité des circuits de sûreté,
- faire face, si besoin, à un incendie : l'ensemble des CNPE d'EDF est équipé d'un important réseau d'eau sous pression permettant aux équipes des services de conduite et de la protection des CNPE d'EDF d'intervenir dès la détection d'un incendie jusqu'à

- l'arrivée des secours externes, et ainsi en limiter sa propagation. Ces réseaux sont régulièrement testés afin de s'assurer de leur fonctionnement et de leur efficacité,
- se laver, boire et se restaurer : selon leur importance (de 2 à 6 réacteurs), les CNPE d'EDF accueillent de 600 à 2 000 salariés permanents (EDF et entreprises extérieures) auxquels s'ajoutent, lors d'un arrêt d'un réacteur pour maintenance, près de 1000 personnes supplémentaires. Les besoins en eau potable sont en permanence adaptés aux effectifs de salariés permanents et temporaires, tant pour les sanitaires que pour la restauration. Les CNPE d'EDF peuvent être reliés aux réseaux d'eau potable des communes sur lesquelles ils sont implantés.

Les prélèvements d'eau correspondent aux quantités d'eau prélevées dans une masse d'eau, alors que la consommation d'eau concerne les quantités d'eau prélevées qui ne retournent pas, après usage, dans cette masse d'eau de prélèvement.

I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée au refroidissement de l'année 2025.

	Prélèvement d'eau de mer (en millions de m ³)
Janvier	651,61
Février	476,52
Mars	455,92
Avril	477,14
Mai	512,67
Juin	613,09
Juillet	582,54
Août	419,87
Septembre	521,39
Octobre	543,93
Novembre	630,24
Décembre	639,94
TOTAL	6 524,86

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

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel de l'année 2025.

	Prélèvement d'eau (en m ³)
Janvier	69 720,53
Février	61 393,00
Mars	70 202,48
Avril	55 011,00
Mai	96 280,95
Juin	88 474,79
Juillet	79 612,02
Août	94 472,00
Septembre	80 184,69
Octobre	78 179,51
Novembre	87 490,55
Décembre	80 431,30
Total	941 452,82
Volume TOTAL annuel	983 757,64 *

* A compter de 2025 et en attendant la pose d'instrumentation, est ajouté au prélèvement d'eau industriel, la part du réseau d'eau potable utilisée à des fins industrielles, estimée par différence entre le volume d'eau mesuré par le compteur du réseau d'eau potable et la consommation à usage domestique, cette dernière étant calculée à partir du nombre d'heures travaillées sur site. Pour 2025 la part d'eau potable du réseau à usage industriel est estimée à 42 304,82 m³.

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

A compter de 2025 et en attendant la pose d'instrumentation, la part d'eau potable à usage domestique est estimée en utilisant le nombre d'heures travaillées sur chaque CNPE durant l'année et en considérant une consommation d'eau de 46l/pers/jour.

Le cumul annuel des prélèvements d'eau potable destinée à usage domestique pour l'année 2025 est estimé à 30 815 m³ (l'estimation est faite sur la base du volume annuel prélevé sur le réseau d'eau potable).

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

1. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2025

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2023 à 2025 avec la valeur du prévisionnel 2025.

Année	Milieu	Volume (milliers de m ³)
2023	Eaux marines pour le refroidissement	5 805 796
2024		6 299 770
2025		6 524 855
Prévisionnel 2025		6 050 000
2023	Eaux douces du réseau pour un usage industriel	859
2024		931
2025		941 *
Prévisionnel 2025		900
2023	Eau potable du réseau à usage domestique	120 437
2024		67 252
2025		30 815 *
Prévisionnel 2025		-
2023	Eaux douces souterraines	3,58
2024		14,13
2025		6,25
Prévisionnel 2025		85

* Comme expliqué au §II ci-dessus, à partir de 2025 la part du réseau d'eau potable utilisée à des fins industrielles est estimée par différence entre le volume d'eau mesuré par le compteur du réseau d'eau potable et la consommation à usage domestique, cette dernière étant calculée à partir du nombre d'heures travaillées sur site. Pour 2025, la part d'eau potable du réseau à usage industriel est estimée à 42 304,82 m³ et la part d'eau à usage domestique est estimée à 30 815 m³. Ceci explique les différences entre les valeurs d'eau potable et d'eau industrielle entre 2024 et 2025.

Commentaires : Le volume annuel d'eau de refroidissement est légèrement supérieur au prévisionnel. Ce volume est lié à la production électrique plus élevée que prévu en 2025. Le prévisionnel concernant les eaux souterraines prenait en compte les besoins des épuisements de fond de fouille liés aux travaux de construction d'un nouveau bâtiment (Rénolab), qui avaient été estimés à 50 000 m³, et ne font pas l'objet d'une limite de volume prélevé dans la décision ASN n°2018-DC-0647.

2. Comparaison aux valeurs limites

La décision ASN n°2018-DC-0647 ne définit pas de limites de prélèvements d'eau de mer pour le refroidissement, ni de limites de consommations d'eau industrielle et d'eau potable issues de réseaux de distribution.

Elle définit des limites pour les prélèvements d'eaux de nappe :

Milieu	Limites de prélèvement		Prélèvement
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale
Eaux souterraines	Débit instantané (m ³ /h)	90	67,2
	Volume journalier (m ³)	2 160	1 082,4
	Volume annuel (m ³)	35 000	6 248,8*

*Correspond au volume annuel prélevé

Commentaires : Ces prélèvements ont été réalisés de manière discontinue, dans le cadre des travaux de création des quatre puits de pompage ultime en eau et les essais périodiques pour le puits en exploitation depuis mai 2025. Les valeurs maximales observées sont inférieures aux limites autorisées.

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

Dans le cadre du retour d'expérience de l'événement survenu au CNPE de Fukushima-Daiichi, il a été décidé de mettre en place, sur l'ensemble des CNPE, un moyen complémentaire de pompage en eau d'ultime secours pour les matériels de l'îlot Nucléaire (réservoirs d'alimentation en eau de secours des générateurs de vapeur et piscines du bâtiment combustible et du bâtiment réacteur).

Sur le CNPE de Gravelines, la solution retenue est la création d'un réservoir de stockage d'eau (pour les tranches 1 et 2, comprenant deux alvéoles distinctes) ainsi que la réalisation de quatre puits de pompage en nappe phréatique (un puits par tranche pour les tranches 3 à 6). Le premier puits a été mis en exploitation en mai 2025.

4. Opérations exceptionnelles de prélèvements

Le CNPE de Gravelines n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans le milieu en 2025.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE de Gravelines pour l'année 2025 est présentée dans le tableau ci-dessous.

	Restitution						Unités
	Mois	Eau de refroidissement (SEC, CRF)	Eau industrielle			Eau domestique (SEO)	
			Rejets KER (TER considérée comme KER)	Rejets SEK (TER considérée comme SEK)	Rejets Station de Déminéralisation (SDX)		
Restitution totale	Janvier	651 607 375,89	5 914,00	27 141,20	6 362,00	25 776	m ³
	Février	476 522 256,50	4 377,51	22 498,00	5 727,00	14 219	
	Mars	455 917 249,17	7 714,36	26 881,64	6 397,00	10 879	
	Avril	477 136 871,61	6 173,00	23 870,00	4 901,00	4 592	
	Mai	512 674 785,61	8 483,00	34 664,61	8 826,00	4 832	
	Juin	613 091 010,83	8 882,00	38 886,00	7 827,00	11 994	
	Juillet	582 539 745,50	7 685,35	30 533,40	6 886,00	8 817	
	Août	419 867 769,78	9 041,67	38 139,10	7 869,00	5 326	
	Septembre	521 386 610,61	9 963,76	29 233,00	8 241,00	14 950	
	Octobre	543 930 211,33	5 548,00	33 657,60	6 591,00	13 447	
	Novembre	630 242 111,28	6 308,13	34 379,10	6 958,00	17 394	
	Décembre	639 939 415,28	4 870,00	34 331,40	7 567,00	6 897	
	Donnée annuelle	6 524 855 413,39	84 960,78	374 215,05	84 152,00	139 122,88	
Restitution à la masse d'eau	6 525 869 986,21					m ³	
Pourcentage de restitution d'eau à la masse d'eau par rapport au prélèvement	100%					%	

* 100 % des prélèvements sont restitués aux masses d'eau de prélèvements et immédiatement disponibles pour les autres usages.

II. Consommation d'eau

La consommation d'eau correspond à la différence entre la quantité d'eau prélevée et la quantité d'eau restituée à une masse d'eau.

Le CNPE du Gravelines fonctionne en circuit de refroidissement dit « ouvert ». L'eau de refroidissement est donc restituée à la masse d'eau de prélèvement. Les prélèvements à usage industriel sont également restitués à la masse d'eau de prélèvement après utilisation et traitement via les systèmes de rejets d'effluents.

En conclusion, 100% des prélèvements sont restitués aux masses d'eau de prélèvements et immédiatement disponibles pour les autres usages.

Partie IV - Rejets d'effluents

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

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

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

Les rejets d'effluents se présentent sous différentes formes :

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

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

I. Rejets d'effluents à l'atmosphère

1. Rejets d'effluents à l'atmosphère radioactifs

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

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

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

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

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

a. Règles spécifiques de comptabilisation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

c. Cumul mensuel

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

¹ D'après le Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2021 à 2023 - l'ASNR : « Le seuil de décision (SD) est la valeur en dessous de laquelle l'activité de l'échantillon est trop faible pour être estimée. Ce SD dépend de la performance technique des appareils et du rayonnement ambiant autour des moyens métrologiques utilisés. Dans ce document, une activité mesurée, supérieure aux seuils de décision, est dite « significative ».

	Gaz rares					Iodes		Autres produits de fission ou d'activation			
	⁴¹ Ar (GBq)	⁸⁵ Kr (GBq)	^{131m} Xe (GBq)	¹³⁵ Xe (GBq)	¹³⁵ Xe (GBq)	¹³¹ I (GBq)	¹³¹ I (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)
Janvier	5,49	0,44	0,00	31,79	13,60	0,0003	0,0017	0,00008	0,00010	0,00006	0,00007
Février	3,90	0,15	0,00	30,26	12,50	0,0009	0,0021	0,00008	0,00012	0,00007	0,00009
Mars	3,72	3,41	0,00	32,16	12,33	0,0003	0,0014	0,00016	0,00019	0,00012	0,00015
Avril	4,47	0,01	0,00	32,58	12,38	0,0003	0,0015	0,00016	0,00044	0,00013	0,00013
Mai	4,66	0,52	0,00	36,63	14,27	0,0003	0,0018	0,00013	0,00015	0,00009	0,00011
Juin	3,03	1,19	0,00	30,15	11,92	0,0004	0,0019	0,00015	0,00014	0,00009	0,00011
Juillet	6,73	0,03	0,00	31,14	12,96	0,0032	0,0018	0,00007	0,00010	0,00006	0,00007
Août	3,15	0,26	0,00	32,64	13,73	0,0003	0,0021	0,00008	0,00011	0,00006	0,00008
Septembre	2,00	0,03	0,00	32,11	12,22	0,0030	0,0018	0,00011	0,00014	0,00008	0,00011
Octobre	6,73	0,01	0,00	32,81	13,34	0,0003	0,0015	0,00009	0,00014	0,00008	0,00009
Novembre	3,82	0,01	0,00	34,61	12,38	0,0003	0,0020	0,00008	0,00010	0,00006	0,00008
Décembre	4,90	0,05	0,00	31,02	12,04	0,0036	0,0016	0,00010	0,00012	0,00008	0,00010
TOTAL ANNUUEL	52,60	6,10	0,02	387,90	153,67	0,0131	0,0212	0,00128	0,00184	0,00099	0,00118
	600,30						0,0343	0,00528			

	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Volumes rejetés (millions de m ³)
Janvier	51,32	55,93	0,00199	0,00032	185,00	590,00
Février	46,81	73,91	0,00302	0,00035		569,00
Mars	51,62	115,10	0,00175	0,00062		637,00
Avril	49,44	97,04	0,00175	0,00086	330,00	650,00
Mai	56,08	102,30	0,00211	0,00047		673,00
Juin	46,29	132,30	0,00225	0,00049		560,00
Juillet	50,86	199,20	0,00503	0,00030	253,80	599,00
Aout	49,77	256,30	0,00241	0,00032		652,00
Septembre	46,36	197,30	0,00477	0,00044		596,00
Octobre	52,89	155,50	0,00175	0,00040	254,00	627,00
Novembre	50,83	101,50	0,00228	0,00032		593,00
Décembre	48,01	58,21	0,00519	0,00039		568,00
TOTAL ANNUEL	600,28	1 544,59	0,03431	0,00528	1 022,80	7 314,00

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

Il a été vérifié que les rejets au niveau des cheminées annexes ne présentent pas d'activité volumique bêta globale d'origine artificielle supérieure à 1.10^{-3} Bq/m³.

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2025 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2025 pour les tranches en fonctionnement.

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres PA et PF (incluant le Ni63)
2023	948	1 585	1 136	0,049	0,008
2024	3 985	1 530	857	0,041	0,007
2025	600	1 545	1 023	0,034	0,005
Prévisionnel 2025	2 000	2 000	1 400	0,100	0,010

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2025.

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2025 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2018-DC-0646.

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet	
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur totale *
Gaz rares	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	108 000		600,28
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^7$	$2,83 \cdot 10^5$	
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^7$	$9,85 \cdot 10^5$	
	Cheminée n° 3	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^7$	$8,18 \cdot 10^5$	
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	3 300		1022,80
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	12 000		1 544,59
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^6$	$5,41 \cdot 10^4$	
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^6$	$2,30 \cdot 10^4$	
	Cheminée n° 3	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^6$	$4,94 \cdot 10^4$	
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,4		0,03
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^2$	4,98	
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^2$	1,83	
	Cheminée n° 3	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^2$	1,23	
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,4		0,005
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^2$	$2,26 \cdot 10^{-1}$	
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^2$	$3,55 \cdot 10^{-1}$	
	Cheminée n° 3	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^2$	$1,65 \cdot 10^{-1}$	

* Correspond à l'activité annuelle rejetée

Commentaires : Les rejets radioactifs à l'atmosphère respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n°2018-DC-0646. Les débits instantanés ont respecté les valeurs de la décision ASN n°2018-DC-0646 tout au long de l'année 2025.

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

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

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

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

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

	Volume des rejets diffus (milliers de m ³)	Rejets de vapeur du circuit secondaire		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	
		Tritium (MBq)	Iodes (Bq)	Tritium (MBq)	Iodes (Bq)
Janvier	35,0	0,00	0,00	69,63	0,00
Février	33,6	0,00	0,00	57,52	0,00
Mars	38,1	0,00	0,00	73,75	0,00
Avril	33,3	14,59	0,00	112,91	0,00
Mai	52,7	0,00	0,00	79,61	0,00
Juin	51,4	0,00	0,00	49,87	0,00
Juillet	41,9	0,00	0,00	35,78	0,00
Août	59,0	15,70	0,00	84,57	0,00
Septembre	43,6	0,00	0,00	64,89	0,00
Octobre	48,3	0,00	0,00	83,44	0,00
Novembre	45,7	0,00	0,00	58,96	0,00
Décembre	55,3	0,00	0,00	51,99	0,00
TOTAL ANNUUEL	537,9	30,28	0,00	822,91	0,00

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

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

- Le lessivage chimique des générateurs de vapeur : l'encrassement des générateurs de vapeur peut nécessiter un lessivage chimique à l'origine de rejets chimiques à l'atmosphère (ammoniac...) qui nécessitent une autorisation administrative ; ces rejets sont, soit mesurés, soit estimés par calcul en fonction des quantités de produits chimiques utilisés.
- Les émissions des groupes électrogènes de secours : les groupes électrogènes de secours composés de moteurs diesel, les Turbines à Combustion (TAC) et les Diesels d'Ultime Secours (DUS) fonctionnant au gasoil sont destinés uniquement à alimenter des systèmes de sécurité et/ou à prendre le relais de l'alimentation électrique principale en cas de défaillance de celle-ci. Ils ont donc un rôle majeur en termes de sûreté nucléaire. Les émissions des gaz de combustion (SO₂, 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 frigorigènes. 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.
- Les gaz incondensables sont extraits et rejetés via la cheminée du BAN par l'intermédiaire de la ventilation DVN, qui permet de maintenir le vide au niveau du condenseur, lorsque la tranche est en fonctionnement.
- Le conditionnement de circuit à l'arrêt : à l'occasion des arrêts de tranche pour une durée supérieure à une semaine, la conservation humide des générateurs de vapeur permet de s'affranchir du risque de corrosion des matériaux constitutifs et de disposer d'une barrière biologique (écran d'eau) pour réaliser des travaux environnants. Les générateurs de vapeur sont alors remplis avec de l'eau déminéralisée conditionnée à l'hydrazine et additionnée avec de l'ammoniaque dans des proportions définies dans les spécifications chimiques de conservation à l'arrêt.

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

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SOx) et d'azote (NOx) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs diesels) ayant fonctionné pendant 375 heures et des diesels d'ultime secours (DUS) ayant fonctionné pendant 122 heures, au total sur les 6 tranches pour 2025 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	DUS	TOTAL
SOx	kg	4	1	5
NOx	kg	38 070	14 294	52 364

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2025, 58,95 m³ de calorifuges dans les enceintes des bâtiments réacteurs ont été renouvelés. Ce volume donne une estimation des concentrations maximales ajoutées dans l'atmosphère.

Concentration calculée	Unité	Paramètres	EBA	ETY
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère	mg/m ³	Formaldéhyde	6,46.10 ⁻³	1,53.10 ⁻⁴
		Monoxyde de carbone	6,03.10 ⁻³	1,43.10 ⁻⁵

c. Rejets de substances volatiles en lien avec le fonctionnement des tranches

L'estimation du rejet des incondensable est la suivante :

Paramètre	Unité	Quantité annuelle rejetée pour le site
Ammoniac	kg	65

d. 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	786
Ethanolamine		45

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

Paramètre	Masse en kg	Tonne équivalent CO ₂
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)	161,62	271,39
Hexafluorure de soufre (SF6)	70,56	1 714,61
Total des émissions de GES en tonne équivalent CO₂		1 986,00

Dans le respect de la réglementation relative aux systèmes d'échanges de quota d'émissions de gaz à effet de serre, le CNPE déclare chaque année les émissions de CO₂ provenant de l'activité de combustion de combustibles dans les installations dont la puissance thermique totale de combustion est supérieure à 20 MW. Pour l'année 2025, les émissions liées à cette activité représentent 750,94 tonnes équivalent CO₂.

L'équivalent CO₂ total des émissions de GES du CNPE constituées des pertes de fluides frigorigène et SF6 et de la combustion des diesels de secours, représente $84,8 \cdot 10^{-3}$ gCO₂ / kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 32,27 TWh sur l'année 2025.

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

L'année 2025 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'a été nécessaire.

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

Le CNPE de Gravelines n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejets d'effluents à l'atmosphère en 2025.

II. Rejets d'effluents liquides

1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

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

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

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

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

Les effluents liquides oxygénés recueillis dans les puisards des différents locaux sont dirigés vers le circuit de Traitement des Effluents Usés (TEU) où ils sont traités. Collectés sélectivement suivant plusieurs catégories (résiduaire, chimique, 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.

Paramètres	Radionucléide
Tritium	³ H
Carbone 14	¹⁴ C

¹ D'après le Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2021 à 2023 - l'ASNR : « Le seuil de décision (SD) est la valeur en dessous de laquelle l'activité de l'échantillon est trop faible pour être estimée. Ce SD dépend de la performance technique des appareils et du rayonnement ambiant autour des moyens métrologiques utilisés. Dans ce document, une activité mesurée, supérieure aux seuils de décision, est dite « significative ».

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

c. Cumul mensuel

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

Radioélément	⁵⁴ Mn (MBq)	⁵⁸ Co (MBq)	⁶⁰ Co (MBq)	^{110m} Ag (MBq)	^{123m} Te (MBq)	¹²⁴ Sb (MBq)	¹²⁵ Sb (MBq)	¹³⁴ Cs (MBq)	¹³⁷ Cs (MBq)	Autres (MBq)
janvier	2,59	21,58	60,46	31,61	3,43	3,35	6,97	2,11	2,62	0,00
février	2,19	13,54	53,57	48,16	2,43	1,57	4,61	1,52	2,21	5,65
mars	6,07	79,20	201,70	86,65	9,33	18,85	12,60	2,91	5,41	127,62
avril	2,43	56,02	66,68	34,06	3,68	2,22	7,27	2,18	2,55	11,34
mai	5,71	43,26	128,00	85,13	3,90	4,02	12,55	3,27	4,44	0,00
juin	5,52	54,46	110,60	54,58	6,58	3,95	12,83	3,09	4,66	3,11
juillet	3,49	43,77	54,11	35,87	3,47	2,56	7,38	2,54	3,08	0,00
août	19,57	50,92	115,90	53,72	10,70	3,86	8,20	2,86	4,07	10,92
septembre	10,53	93,38	116,80	42,13	7,62	3,55	9,17	3,18	3,62	7,55
octobre	10,58	53,09	65,54	22,27	4,60	1,93	5,11	1,93	2,12	0,00
novembre	5,75	19,64	62,71	34,30	4,90	2,94	5,32	1,80	2,12	0,34
décembre	3,58	17,73	67,41	26,71	3,54	1,70	4,26	1,56	2,79	0,00
TOTAL ANNUEL	78,00	546,59	1103,48	555,19	64,18	50,50	96,26	28,95	39,67	166,52

	Volumes SEK rejetés (m ³)	Volumes KER rejetés (m ³)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)	Activité Ni63 (GBq)
Janvier	27 141,20	5 914,00	5878,20	3,238	0,002	0,135	0,011
Février	22 498,00	4 377,51	3913,03	2,970	0,001	0,135	0,008
Mars	26 881,64	7 714,36	6471,04	3,732	0,003	0,550	0,025
Avril	23 870,00	6 173,00	7842,86	9,395	0,002	0,182	0,014
Mai	34 664,61	8 483,00	5458,25	12,500	0,003	0,297	0,016
Juin	38 886,00	8 882,00	3581,34	13,320	0,003	0,259	0,013
Juillet	30 533,40	7 685,35	2456,19	9,655	0,002	0,156	0,011
Août	38 139,10	9 041,67	5894,87	7,021	0,003	0,281	0,018
Septembre	29 233,00	9 963,76	5093,28	5,195	0,003	0,298	0,010
Octobre	33 657,60	5 548,00	4954,99	4,688	0,002	0,167	0,022
Novembre	34 379,10	6 308,13	5174,83	5,129	0,002	0,140	0,006
Décembre	34 331,40	4 870,00	4317,02	3,996	0,001	0,129	0,014
TOTAL ANNUEL	374 215,05	84 960,78	61 035,89	80,84	0,028	2,729	0,168

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

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2025 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2025.

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres PA et PF (incluant le Ni63)
2023	49 533	73,51	0,043	3,188
2024	57 690	62,88	0,027	2,713
2025	61 036	80,84	0,028	2,897
Prévisionnel 2025	91 000	70	0,05	3,30

Commentaires : Les rejets de Carbone 14 sont en augmentation en 2025. Ces rejets sont en lien direct avec la production électrique. Ils sont variables d'une année à l'autre sans pour autant traduire un aléa d'exploitation. Les autres rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2025.

e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2025 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2018-DC-0646.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur	Valeur (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	120 000	61 036
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	900	80,84
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,9	0,03
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	90	2,73

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet		
		Prescriptions	Valeur	Valeur maximale annuelle (Bq/s)	Limite calculée à l'atteinte du max annuel (Bq/s)	Valeur moyenne (Bq/s)
Tritium	canal de rejet	Débit d'activité (Bq/s)	800 Bq/L x D	1,65.10 ⁷	1,28.10 ⁸	3,60.10 ⁶
Iodes	canal de rejet	Débit d'activité (Bq/s)	1 Bq/L x D	5,53	1,96.10 ⁵	1,55
Autres PA et PF	canal de rejet	Débit d'activité (Bq/s)	7 Bq/L x D	1,47.10 ³	1,12.10 ⁶	1,52.10 ²

D = débit de l'eau de refroidissement (L/s)

Commentaires : Les limites réglementaires de rejets fixées dans la décision ASN n°2018-DC-0646 ont été respectées, en quantité totale rejetée ainsi qu'en débit d'activité instantané.

f. Surveillance des eaux réceptrices

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

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2025 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 2025	Valeur maximale mesurée en 2025	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2025	Valeur maximale mesurée en 2025	Limite réglementaire
Eau filtrée (Bq/l)	Activité bêta globale	11,88	14,50	18	-	-	-
	Tritium	63,58	259,00	1 800	16,43	114,00	900 ⁽¹⁾ / 100 ⁽²⁾
	Potassium	387,14	440,00	-	-	-	-
Matières en suspension (Bq)	Activité bêta globale	0,015	0,065	-	-	-	-

(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 2025 sont cohérentes avec les valeurs attendues du fait des rejets d'effluents autorisés du CNPE. L'activité maximale volumique journalière en tritium (114 Bq/l) a été atteinte en présence de rejet radioactif. Les mesures d'activité bêta globale et de l'activité en tritium dans l'eau sont inférieures aux limites réglementaires.

2. Rejets d'effluents liquides chimiques

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

Ces rejets d'effluents chimiques sont issus :

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

Les principales substances utilisées sont :

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

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

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

Pour lutter contre les salissures biologiques, l'eau de mer alimentant les circuits de refroidissement des sites marins est traitée, du printemps à l'automne, à l'eau de Javel (hypochlorite de sodium) produite in situ par électrolyse de l'eau de mer. Le traitement biocide des circuits ouverts de refroidissement des sites marins conduit à des rejets de composés organohalogénés dont le principal est le bromoforme.

a. Etat des connaissances sur la toxicité de la morpholine / de l'éthanolamine et de leurs produits dérivés

Les travaux de veille toxicologique et écotoxicologique, actualisées au cours de l'année, n'ont pas mis en évidence d'éléments nouveaux de nature à remettre en cause les connaissances actuellement prises en compte concernant la toxicité de l'éthanolamine, ainsi que ses produits dérivés, sur la santé humaine et l'environnement. Les principaux effets connus sont rappelés ci-après :

- L'éthanolamine est une substance connue pour ses propriétés irritantes, notamment pour la peau, les yeux, les voies respiratoires, et corrosives. En cas d'ingestion, elle peut entraîner des brûlures.
- À ce jour, aucune valeur toxicologique de référence (VTR) n'est disponible dans les bases de données de références pour cette substance.
- Ses principaux produits de dégradation (acétates, formiates, glycolates, oxalates, méthylamine et éthylamine) présentent également des effets irritants, avec une toxicité faible dans les conditions de rejet. Aucune VTR n'est disponible non plus pour ces substances.
- L'éthanolamine n'est pas classée dangereuse pour l'environnement selon le règlement CLP (CLP00 603-030-00-8 (Dec 2020)).
- Une PNEC (concentration prédite sans effet) chronique pour le milieu aquatique a été déterminée pour l'éthanolamine sur la base des données écotoxicologiques disponibles.
- Les produits de dégradation ne sont pas classés dangereux pour l'environnement selon le règlement CLP.

L'étude d'impact ne met pas en évidence de risque sanitaire ou environnemental attribuable aux rejets liquides d'éthanolamine ni à ses produits dérivés.

b. Règles spécifiques de comptabilisation

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

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

c. Rejets d'effluents liquides chimiques via les émissaires R1 et R2

L'émissaire de rejet R1 permet le rejet des effluents radioactifs produits par l'ensemble des tranches du site, ainsi que d'une partie des effluents issus des salles des machines, pouvant potentiellement présenter de la radioactivité.

L'émissaire de rejet R2 permet uniquement le rejet d'effluents issus des salles des machines, pouvant potentiellement présenter de la radioactivité.

i. Cumul mensuel

Le cumul mensuel des rejets chimiques transitant par les émissaires de rejet R1 et R2 est donné dans le tableau suivant :

Emissaire de rejet R1

	Acide borique (kg)	Morpholine (kg)	Ethanolamine (kg)	Hydrazine (kg)	Détergents (kg)	Ammonium (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	MES (kg)	DCO (kg)
Janvier	822,33		3,00	0,16	4,62	420,64	54,09	6,43	34,53	184,68
Février	1326,01		2,21	0,10	3,48	449,89	28,94	4,97	28,70	367,17
Mars	3000,14		3,30	0,18	6,43	368,74	59,66	8,37	36,86	357,98
Avril	1195,90		2,09	0,16	7,76	402,57	39,29	7,54	70,53	346,23
Mai	1436,39		2,86	0,26	6,67	311,67	81,40	6,43	94,82	329,67
Juin	1799,03		2,94	0,17	5,70	268,32	108,32	9,01	93,13	221,89
Juillet	1525,89		2,45	0,13	8,43	550,39	157,95	7,11	267,58	539,73
Août	2684,24		2,90	0,10	10,50	268,46	72,69	9,56	313,38	403,70
Septembre	1613,72		2,14	0,17	8,18	237,71	55,87	6,08	335,19	275,79
Octobre	1284,44		2,04	0,14	5,21	251,45	49,39	4,91	88,05	261,57
Novembre	1693,77		2,04	0,12	4,99	227,68	112,81	5,06	96,73	229,79
Décembre	2456,04		1,73	0,18	3,63	191,73	19,63	3,42	76,11	135,24
TOTAL ANNUUEL	20 837,89	0,00	29,68	1,85	75,60	3 949,25	840,04	78,89	1 535,60	3 653,43

Emissaire de rejet R2

	Morpholine (kg)	Ethanolamine (kg)	Hydrazine (kg)	Ammonium (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	MES (kg)	DCO (kg)
Janvier		0,99	0,03	76,47	1,58	0,60	4,49	12,25
Février		0,26	0,02	72,80	2,74	0,36	2,84	29,39
Mars		0,42	0,03	62,45	0,33	0,83	4,67	12,73
Avril		0,61	0,06	127,90	0,44	1,73	21,89	42,32
Mai		1,08	0,06	123,10	2,67	1,38	38,88	67,50
Juin		1,56	0,09	164,75	3,17	1,42	56,19	46,82
Juillet		0,99	0,03	231,98	6,55	1,26	10,41	138,52
Août		1,49	0,04	189,00	6,59	2,99	16,00	45,72
Septembre		1,37	0,04	195,26	4,87	1,78	14,35	132,14
Octobre		2,41	0,08	259,95	9,03	2,44	39,18	130,43
Novembre		1,71	0,08	224,75	11,49	1,80	39,06	119,41
Décembre		2,04	0,25	259,29	10,61	1,67	46,48	61,16
TOTAL ANNUUEL	0,00	14,92	0,82	1987,69	60,09	18,26	294,43	838,38

Rejets du site (R1 + R2)

	Acide borique (kg)	Morpholine (kg)	Ethanolamine (kg)	Hydrazine (kg)	Détergents (kg)	Ammonium (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	MES (kg)	DCO (kg)	Aluminium (kg)
Janvier	822,33	0,00	3,99	0,19	4,62	497,12	55,68	7,03	39,02	196,92	0,72
Février	1 326,01	0,00	2,47	0,11	3,48	522,69	31,68	5,33	31,53	396,56	0,40
Mars	3 000,14	0,00	3,72	0,22	6,43	431,18	59,99	9,20	41,53	370,70	0,97
Avril	1 195,90	0,00	2,70	0,22	7,76	530,47	39,72	9,27	92,41	388,55	0,98
Mai	1 436,39	0,00	3,94	0,32	6,67	434,77	84,07	7,81	133,70	397,17	1,25
Juin	1 799,03	0,00	4,50	0,26	5,70	433,06	111,49	10,43	149,32	268,72	2,48
Juillet	1 525,89	0,00	3,44	0,16	8,43	782,36	164,51	8,37	277,99	678,25	1,30
Août	2 684,24	0,00	4,39	0,14	10,50	457,46	79,28	12,55	329,38	449,42	2,30
Septembre	1 613,72	0,00	3,51	0,21	8,18	432,97	60,75	7,86	349,53	407,93	0,79
Octobre	1 284,44	0,00	4,44	0,22	5,21	511,41	58,42	7,35	127,23	391,99	1,21
Novembre	1 693,77	0,00	3,75	0,20	4,99	452,44	124,30	6,86	135,79	349,19	0,80
Décembre	2 456,04	0,00	3,77	0,43	3,63	451,02	30,24	5,09	122,59	196,40	0,73
TOTAL ANNUEL	20 837,89	0,00	44,60	2,67	75,60	5 936,95	900,13	97,15	1 830,03	4 491,81	13,92

Rejet de métaux

	Pb	Cr	Ni	Cu	Mn	Zn	Al	Fe	Total	Pb	Cr	Ni	Cu	Mn	Zn	Al	Fe	Total	Pb	Cr	Ni	Cu	Mn	Zn	Al	Fe	Total
	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)	kg (KER)
Janvier	0,04	0,01	0,01	0,10	0,12	0,51	0,45	1,79	3,04	0,06	0,07	0,07	0,16	0,30	0,30	0,27	2,77	3,99	0,09	0,08	0,08	0,26	0,42	0,81	0,72	4,56	7,03
Février	0,01	0,01	0,01	0,03	0,06	0,28	0,17	1,61	2,19	0,02	0,06	0,06	0,20	0,27	0,27	0,22	2,05	3,15	0,04	0,07	0,07	0,24	0,33	0,55	0,40	3,65	5,34
Mars	0,05	0,02	0,02	0,08	0,12	0,62	0,41	2,61	3,93	0,23	0,07	0,07	0,16	0,27	0,65	0,56	3,28	5,28	0,28	0,09	0,09	0,25	0,38	1,27	0,97	5,89	9,21
Avril	0,01	0,02	0,02	0,05	0,06	0,31	0,36	1,66	2,47	0,14	0,06	0,06	0,19	0,20	0,41	0,62	5,13	6,81	0,14	0,08	0,08	0,24	0,26	0,71	0,98	6,79	9,28
Mai	0,02	0,02	0,02	0,34	0,19	0,38	0,45	1,96	3,38	0,09	0,09	0,10	0,17	0,33	0,42	0,80	2,46	4,44	0,11	0,11	0,11	0,51	0,52	0,80	1,25	4,42	7,82
Juin	0,01	0,02	2,59	1,45	0,16	0,56	2,09	0,01	6,89	0,04	0,10	0,10	0,10	0,25	0,28	0,39	2,29	3,55	0,05	0,12	2,69	1,54	0,41	0,84	2,48	2,30	10,44
Juillet	0,01	0,02	0,02	1,04	0,34	0,52	0,54	2,01	4,49	0,03	0,08	0,08	0,16	0,30	0,40	0,76	2,08	3,89	0,04	0,10	0,10	1,20	0,64	0,92	1,30	4,08	8,38
Août	0,01	0,02	0,02	0,47	0,31	0,48	0,70	3,07	5,07	0,10	0,10	0,10	0,10	0,72	0,46	1,60	4,31	7,48	0,10	0,12	0,12	0,57	1,03	0,94	2,30	7,37	12,55
Septembre	0,05	0,02	0,02	0,43	0,18	0,50	0,50	2,35	4,05	0,03	0,07	0,07	0,07	0,25	0,41	0,29	2,60	3,80	0,08	0,10	0,10	0,50	0,43	0,91	0,79	4,95	7,85
Octobre	0,03	0,01	0,01	0,10	0,15	0,34	0,40	1,52	2,57	0,03	0,08	0,08	0,19	0,44	0,54	0,81	2,59	4,77	0,06	0,10	0,10	0,29	0,59	0,88	1,21	4,11	7,33
Novembre	0,01	0,02	0,02	0,14	0,16	0,54	0,45	1,92	3,25	0,03	0,09	0,09	0,09	0,25	0,45	0,34	2,27	3,60	0,04	0,10	0,10	0,22	0,41	0,98	0,80	4,19	6,85
Décembre	0,00	0,01	0,01	0,07	0,09	0,23	0,39	1,46	2,27	0,03	0,09	0,09	0,09	0,25	0,38	0,34	1,54	2,81	0,04	0,10	0,10	0,15	0,35	0,61	0,73	3,01	5,09
TOTAL ANNUEL	0,24	0,21	2,78	4,30	1,93	5,28	6,90	21,96	43,60	0,83	0,94	0,94	1,68	3,84	4,95	7,02	33,38	53,56	1,07	1,15	3,72	5,98	5,77	10,23	13,92	55,33	97,16

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 2025 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2025.

Substances	Unité	2023	2024	2025	Prévisionnel 2025
Acide borique	kg	23 005	18 357	20 838	25 200
Ethanolamine	kg	52	44	45	60
Hydrazine	kg	3,57	3,91	2,67	3,60
Ammonium	kg	4 223	5 215	5 937	5 000
Détergents	kg	66,58	65,22	75,60	60
Phosphates	kg	798	575	900	750
Métaux totaux	kg	106	305	97	100
Aluminium	kg	21,86	47,70	13,92	25
MES	kg	2 910	1 587	1 830	-
DCO	kg	5 289	5 337	4 492	-

Commentaires : Les rejets de phosphates sont supérieurs à l'attendu en raison d'entrées d'eau de mer dans les circuits RRI (plusieurs tranches), dues à des fuites dans les échangeurs SEC-RRI. Des déconcentrations ont été nécessaires (appoints-rejets) dans les circuits RRI pour respecter les spécifications en chlorures, ce qui a entraîné des rejets plus importants de produits de conditionnement (phosphates). Les rejets en ammonium et en détergents sont également en augmentation sans pour autant traduire un aléa d'exploitation.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2025 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2018-DC-0646.

Substances	Limite R1	Limite R2	Rejet site	Limite R1	Limite R2	Limite R1 + R2	Rejet site	Limite R1	Limite R2	Limite R1 + R2	Rejet site	Limite R1	Limite R2	Rejet R2	Limite R1 + R2	Rejet site
	Concentration maximale ajoutée (µg/l)		Valeur maximale calculée (µg/l)	Flux 2h (kg)	Flux 2h (kg)	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Limite R1	Limite R2	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé (kg)
Acide borique	1300	-	148,00	1 500	-	-	192,00	10 000	-	-	793,00	43 500	-	-	-	-
Ethanolamine	2,4	2,1	0,30	2,8	2,4	-	0,52	12,8	6	-	0,55	1 376	544	14,92	-	-
Hydrazine	13	13	0,04	15	15	15	0,06	54	34	54	0,17	176	22	0,82	-	-
Ammonium	43,4	47,9	17,90	50	55,2	90	24,80	145	111	240	67,30	15 560	7 650	1 987,69	-	-
Détergents	52,1	-	0,54	60	-	-	0,69	180	-	-	3,68	5 900	-	-	-	-
Phosphates	63,5	49,6	5,80	73,1	57,1	120	8,36	162	71,4	180	24,70	1 138	266	60,09	-	-
Métaux totaux	3	2,6	0,17	3,5	3	-	0,21	16	7,5	-	0,82	1 720	680	18,26	-	-
MES	103,3	88,5	4,43	119	102	-	5,37	544	255	680	29,70	58 480	23 120	294,43	-	-
DCO	121,5	104,2	8,37	140	120	-	10,90	640	300	-	47,80	68 800	27 200	838,38	-	-
Morpholine	6,1	5,2	-	7	6	12	-	32	15	45	-	2 257,5	892,5	0	-	-
Aluminium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	124,9	47,70

L'article 5.3.1 de la décision ASN n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2025, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Gravelines est évaluée à 4,09 kg.

Commentaires : Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de la décision ASN n°2018-DC-0646

d. Rejets d'effluents liquides chimiques via les émissaires B1 à B3

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques liées aux rejets d'effluents liquides non-radioactifs du CNPE de Gravelines pour l'année 2025 produits sur la plateforme industrielle du site.

Ces effluents sont collectés dans trois fosses SEO (une par paire de tranches). Ces trois fosses sont rejetées via les émissaires B1, B2 et B3, vers le canal d'amenée. Elles collectent les effluents sur la plateforme industrielle du CNPE. Il s'agit principalement d'eaux pluviales, ainsi que d'effluents issus des miniblocs (micro-stations d'épuration des eaux usées), et les effluents traités par des déshuileurs notamment (eaux issues de la plateforme industrielle susceptibles de contenir des hydrocarbures). Il ne s'agit pas d'effluents radioactifs ou susceptibles de l'être.

i. Cumul mensuel

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

Emissaire de rejet B1 (9 SEO)

	MES (kg)	DBO5 (kg)	DCO (kg)	Azote Kjeldahl (kg)	Hydrocarbures (kg)	Phosphates (kg)
Janvier	99,35	13,48	100,78	16,05	1,83	20,84
Février	67,23	8,37	76,58	21,11	1,08	21,00
Mars	20,68	5,74	64,38	20,00	1,74	24,33
Avril	31,39	6,83	52,50	16,28	0,32	21,11
Mai	29,35	7,15	52,98	10,44	0,24	21,17
Juin	151,87	14,96	104,51	14,37	1,12	26,71
Juillet	31,66	7,72	67,11	13,31	0,22	25,78
Août	30,35	8,74	66,78	9,25	3,03	25,62
Septembre	257,38	11,77	126,27	14,36	0,87	19,10
Octobre	161,34	13,66	129,53	20,27	0,65	22,44
Novembre	62,34	7,72	85,86	12,74	0,60	19,01
Décembre	14,90	2,66	37,13	3,94	0,11	12,38
TOTAL ANNUEL	957,84	108,81	964,40	172,10	11,81	259,49

Emissaire de rejet B2 (8 SEO)

	MES (kg)	DBO5 (kg)	DCO (kg)	Azote Kjeldahl (kg)	Hydrocarbures (kg)	Phosphates (kg)
Janvier	30,73	19,67	48,09	17,51	0,66	17,68
Février	51,40	11,06	55,59	8,94	0,53	9,76
Mars	13,50	9,20	53,62	10,44	0,44	14,17
Avril	8,06	2,20	23,92	7,39	0,21	9,35
Mai	12,83	2,49	28,39	7,33	0,17	16,56
Juin	103,02	5,56	32,51	5,25	0,17	26,79
Juillet	34,47	4,00	19,71	4,03	0,08	6,63
Août	9,66	1,78	9,59	0,20	0,07	4,30
Septembre	172,06	6,13	59,98	5,14	0,30	9,58
Octobre	130,95	5,54	66,36	5,14	0,18	20,96
Novembre	68,81	6,39	40,21	3,06	0,21	14,83
Décembre	14,30	2,09	21,74	3,81	0,11	9,51
TOTAL ANNUEL	649,78	76,10	459,71	78,23	3,12	160,12

Emissaire de rejet B3 (7 SEO)

	MES (kg)	DBO5 (kg)	DCO (kg)	Azote Kjeldahl (kg)	Hydrocarbures (kg)	Phosphates (kg)
Janvier	38,37	16,61	107,08	9,11	0,82	24,14
Février	44,99	3,87	37,02	6,09	0,92	11,49
Mars	13,67	3,25	31,98	3,62	0,07	13,87
Avril	7,11	1,15	17,59	2,45	0,04	8,52
Mai	2,18	0,92	12,96	3,47	0,03	6,63
Juin	129,08	11,49	93,05	13,76	0,56	30,33
Juillet	50,57	8,84	63,51	9,23	0,39	25,87
Août	36,41	7,99	66,99	5,66	0,31	16,26
Septembre	107,52	32,34	155,14	30,68	0,65	19,31
Octobre	47,08	6,03	58,10	10,52	0,37	18,11
Novembre	244,26	14,05	149,61	14,30	0,75	19,96
Décembre	15,75	5,59	36,07	3,99	0,19	7,36
TOTAL ANNUEL	737,00	112,14	829,11	112,87	5,10	201,84

Cumul des rejets B1, B2 et B3

	MES (kg)	DBO5 (kg)	DCO (kg)	Azote Kjeldahl (kg)	Hydrocarbures (kg)	Phosphates (kg)
Janvier	168,46	49,76	255,94	42,66	3,30	62,66
Février	163,62	23,31	169,20	36,14	2,53	42,25
Mars	47,85	18,20	149,99	34,06	2,25	52,37
Avril	46,56	10,19	94,00	26,12	0,57	38,99
Mai	44,37	10,56	94,32	21,23	0,44	44,37
Juin	383,97	32,01	230,07	33,37	1,85	83,82
Juillet	116,69	20,57	150,34	26,57	0,69	58,28
Août	76,42	18,50	143,36	15,11	3,41	46,18
Septembre	536,96	50,23	341,40	50,18	1,82	47,99
Octobre	339,38	25,23	253,99	35,93	1,20	61,50
Novembre	375,40	28,16	275,68	30,10	1,56	53,80
Décembre	44,95	10,35	94,94	11,75	0,40	29,25
TOTAL ANNUEL	2 344,62	297,05	2 253,22	363,21	20,02	621,45

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques via les émissaires B1 à B3 de l'année 2025 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2025.

Paramètres	Unité	2023	2024	2025	Prévisionnel 2025
MES	kg	5 575	2 685	2 345	-
DBO5	kg	502	498	297	-
DCO	kg	4 055	4 095	2 253	-
Azote Kjeldahl	kg	406	458	363	600
Hydrocarbures	kg	104	51	20	-
Phosphates	kg	606	678	621	700

Commentaires : Les rejets issus des fosses SEO peuvent fluctuer d'une année à l'autre, en fonction de la pluviométrie de l'année ou des rejets des miniblocs notamment. Les résultats 2025 sont normaux et cohérents avec les rejets des années précédentes.

iii. Comparaison aux limites et au prévisionnel

Les limites relatives aux rejets des substances chimiques par voie liquide via les émissaires B1 à B3 sont réglementées par la décision ASN n°2018-DC-0646.

Emissaire B1 (9 SEO)	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet
		Valeur maximale calculée	Valeur moyenne calculée				
Substances	Concentration maximale avant rejet (mg/l)						
MES	80	157,60	15,08	280	177,00	1 400	177,00
DBO5	25	8,00	3,35	80	5,62	400	5,62
DCO	120	49,00	20,40	380	48,50	1 900	48,50
Azote Kjeldahl	40	14,80	4,00	128	6,15	640	6,15
Hydrocarbures	5	5,40	0,31	-		-	
Phosphates	28	18,23	6,11	16	8,49	36	8,49

Emissaire B2 (8 SEO)	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet
		Valeur maximale calculée	Valeur moyenne calculée				
Substances	Concentration maximale avant rejet (mg/l)						
MES	80	127,40	13,33	280	71,70	1 400	71,70
DBO5	25	5,00	3,04	80	3,19	400	3,19
DCO	120	34,55	11,25	380	19,40	1 900	19,40
Azote Kjeldahl	40	8,55	2,03	128	4,93	640	4,93
Hydrocarbures	5	0,40	0,12	-		-	
Phosphates	28	13,30	3,73	16	5,82	36	5,82

Emissaire B3 (7 SEO)	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet
Substances	Concentration maximale avant rejet (mg/l)	Valeur maximale calculée	Valeur moyenne calculée	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)
MES	80	140,80	13,65	280	129,00	1 400	136,00
DBO5	25	10,00	3,45	80	14,60	400	14,60
DCO	120	34,82	17,96	380	68,80	1 900	68,80
Azote Kjeldahl	40	12,30	2,75	128	8,97	640	8,97
Hydrocarbures	5	0,80	0,14	-		-	
Phosphates	28	15,20	5,28	16	11,80	36	11,80

Commentaires : Sur les 301 rejets de fosses SEO réalisés en 2025, plusieurs dépassements de critères ont été détectés. Les paramètres en dépassement sont les concentrations dans les fosses avant rejet en MES (Matières en Suspension) et en hydrocarbures.

Les dépassements de concentrations en MES sont liés à des jours de fortes précipitations, ce qui a pour effet de lessiver les sols et emporter les poussières vers les réseaux de collecte des eaux pluviales (SEO).

La limite de concentration en hydrocarbures a été dépassée lors du rejet de la fosse 9 SEO (émissaire de rejet B1) le 21 août 2025. L'origine identifiée est liée au réglage non optimal de la vanne de régulation du décanteur/séparateur d'huile 9 SEH situé en amont de la fosse 9 SEO, qui a dégradé ponctuellement la qualité du traitement. Ce dépassement a fait l'objet de la déclaration d'un ESE (voir Partie I - §V-1).

e. Rejets d'effluents liquides chimiques via les émissaires B5 à B9

Trois autres émissaires identifiés B5, B6 et B7 permettent le rejet des eaux de pluie déshuilées issues des parkings et de certains bâtiments tertiaires vers le watgang, et deux émissaires B8 et B9 permettent le rejet des eaux de pluie déshuilées, principalement issus de parkings, vers le canal d'amenée.

Pour ces effluents, la limite suivante doit être respectée en application de la décision ASN n°2018-DC-0646 :

Paramètre	Concentration maximale (mg/l)
Hydrocarbures	5

Commentaires : Les valeurs mesurées en 2025 sur les émissaires B5 à B9 respectent toutes la limite de 5 mg/L en hydrocarbures fixée par décision ASN n°2018-DC-0646.

f. Rejets d'effluents liquides chimiques issus de SDX

Les ateliers de préparation d'eau industrielle produisent des effluents lors de la régénération des chaînes de déminéralisation (système SDX).

i. Cumul mensuel

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

	MES (kg)	Sulfates (kg)
janvier	57,61	29 209,00
février	58,25	26 278,46
mars	48,91	30 078,27
avril	45,78	23 581,27
mai	85,26	44 136,77
juin	108,35	40 703,27
juillet	58,35	35 533,48
août	51,63	42 216,09
septembre	55,72	41 253,92
octobre	54,89	31 966,59
novembre	144,36	36 214,63
décembre	77,84	35 422,47
TOTAL ANNUEL	846,96	416 594,23

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2025 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2025.

Paramètres	Unité	2023	2024	2025	Prévisionnel 2025
MES	kg	1 536	820	847	-
Sulfates	kg	386 828	392 721	416 594	390 000

Commentaires : Les rejets en MES sont stables par rapport à 2025. Les rejets en sulfates sont au-dessus du prévisionnel, les valeurs peuvent être mises en corrélation avec les volumes d'eau industrielle utilisés par le CNPE qui ont légèrement augmenté en 2025.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2025 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n°2018-DC-0647.

Substances	Limite	Rejet		Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale avant rejet (mg/l)	Valeur maximale calculée	Valeur moyenne calculée	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)
MES	250,00	118,00	10,13	60,00	25,96	300,00	73,99
Sulfates	6 000,00	6 168,63	4 828,22	1 440,00	1 388,04	7 200,00	5 708,88

Débit maximum instantané (m³/h)	Débit moyen maximum sur 2h (m³/h)	Débit moyen maximum sur 24h (m³/h)	pH
120	120	50	5,5 - 9

Commentaires : La limite de concentration en sulfates a été dépassée lors du rejet de la fosse 0 SDX 022 BA réalisé le 22 août 2025. La mise en œuvre de la modification « frasil » a réduit le débit de rejet et a généré environ 100 m³ d'effluents résiduaires dans la fosse à chaque vidange, ce qui a conduit à l'augmentation de la concentration en sulfates dans la fosse. Les flux 2h et 24h ont été respectés.

g. Rejets issus des miniblocs

Dix miniblocs assurent le traitement des eaux usées du site. Six miniblocs se rejettent vers les trois fosses SEO (émissaires B1, B2 et B3), trois vers le watergang (émissaire B5), et un vers le canal d'amenée (celui-ci constitue l'émissaire de rejet B4).

i. Cumul mensuel

Les résultats du suivi des miniblocs sont donnés en **annexe 1**.

Les données du minibloc n°11 sont manquantes pour le mois de mars en raison d'un défaut d'organisation.

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Aucun prévisionnel n'est défini concernant les rejets issus des miniblocs.

iii. Comparaison aux limites

Les effluents en sortie des miniblocs doivent respecter les limites définies dans la décision ASN n°2018-DC-0647.

Paramètre	Rendement minimal (%)	Concentration maximale (mg/L)
DBO5	70	25
DCO	75	125
MES	90	35

Commentaires : En 2025, des limites de concentration ont été dépassées en sortie de certains miniblocs, et des seuils de rendement n'ont pas été atteints. La concentration en entrée ainsi que la charge du minibloc ont un impact direct sur son fonctionnement. Une sous-alimentation peut perturber l'efficacité du traitement. Lorsque des limites sont dépassées sur un minibloc, un dévoiement est mis en place afin d'assurer un traitement optimal des effluents et l'absence de rejet vers le milieu.

h. Rejets d'effluents liquides chimiques issus du traitement biocide du circuit de refroidissement

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques liées au traitement biocide du CNPE de Gravelines pour l'année 2025.

Les eaux de refroidissement sont traitées pour éliminer les salissures biologiques par injection de chlore actif fabriqué sur place par électrolyse de l'eau de mer. La chloration du circuit de refroidissement entraîne la formation de bromoformes dans l'eau de mer.

La chloration n'est autorisée que lorsque la température de l'eau de mer est supérieure à 10°C.

i. Cumul mensuel

Le tableau ci-dessous présente les rejets mensuels pour chaque type de substances.

	Bromoformes (kg)	Oxydants résiduels (kg)
Janvier	-	-
Février	-	-
Mars	-	-
Avril	2 702,94	17 884,80
Mai	5 536,32	25 024,10
Juin	5 345,74	30 086,23
Juillet	8 384,92	28 515,10
Août	5 389,07	20 461,24
Septembre	7 686,53	25 501,05
Octobre	7 326,69	26 572,87
Novembre	3 600,73	30 956,40
Décembre	830,62	24 188,58
TOTAL ANNUEL	46 803,57	229 190,36

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2025 liés au traitement biocide avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2025.

Paramètres	Unité	2023	2024	2025	Prévisionnel 2025
Bromoformes	kg	38 405	47 476	46 804	65 000
Oxydants résiduels	kg	170 076	299 530	229 190	300 000

Commentaires : Ces deux paramètres peuvent fortement fluctuer d'une année à l'autre, en fonction de la chloration effectuée sur nos circuits, dont la durée dépend des conditions extérieures (température de l'eau de mer). Les valeurs en 2025 sont cohérentes avec les années précédentes et le prévisionnel.

iii. Comparaison aux limites

Les eaux de refroidissement doivent respecter les limites définies dans la décision ASN n°2018-DC-0647.

Substances	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet	Limite	Rejet
	Concentration maximale ajoutée dans le canal de rejet (mg/l)	Valeur maximale calculée (mg/l)	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé (kg)
Bromoformes	0,05	0,020	85	32,83	950	393,98	230 000	46 803,57
Oxydants résiduels	0,3	0,05	520	86,40	5 700	1 036,80	1 370 000	229 190,36

Commentaires : Les rejets liés au traitement biocide des circuits de refroidissement respectent les limites fixées dans la décision ASN n° 2018-DC-0646.

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

L'année 2025 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'a été nécessaire.

4. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

Le CNPE de Gravelines n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2025.

III. Rejets thermiques

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

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

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

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

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

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

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

1. En conditions climatiques normales

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du CNPE de Gravelines et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans la décision ASN n°2018-DC-0646.

Le CNPE de Gravelines réalise en continu des mesures de températures en amont (thermographe T10), au rejet (thermographe T11) et en aval du CNPE (thermographe T7 de juin à octobre) et un suivi des rejets thermiques conformément aux autorisations de rejet en vigueur. Le bilan des valeurs mensuelles moyennes de ces différents paramètres pour l'année 2025 sont présentés dans les tableaux suivants :

	Température moyenne mesurée à la prise d'eau (°C) (T10)	Température moyenne mesurée au rejet (°C) (T11)	Echauffement moyen au rejet (°C) (T11-T10)	Température moyenne eau de mer (°C) (T7)
Janvier	8,10	18,00	9,90	/
Février	7,20	18,00	10,70	/
Mars	8,50	18,30	9,80	/
Avril	11,30	21,00	9,70	/
Mai	14,30	21,90	7,60	/
Juin	17,60	25,60	8,00	19,10
Juillet	20,70	31,30	10,60	21,00
Août	20,60	28,70	8,10	20,80
Septembre	18,40	26,40	8,10	18,50
Octobre	15,60	22,80	7,30	15,90
Novembre	12,50	19,80	7,20	/
Décembre	9,70	17,90	8,10	/

2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques doivent respecter les limites fixées dans la prescription [EDF- GRA-62] de la décision ASN n°2018-DC-0646.

Paramètre	Unité	Limite en vigueur	Valeur maximale
Echauffement amont-aval calculé	°C	12	11,60
Température de l'eau de mer l'extrémité du canal de rejet	°C	30°C de novembre à mai	23,10
		35°C de juin à octobre	32,10
Température de l'eau de mer après mélange	°C	30	21,70

Commentaires : les limites réglementaires associées aux rejets thermiques ont toujours été respectées en 2025.

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

L'année 2025 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'a été nécessaire.

Partie VI - Surveillance de l'environnement

I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

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

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

- Une fonction d'alerte assurée au moyen de mesures en continu. Elle permet la détection précoce de toute évolution atypique d'un ou plusieurs paramètres environnementaux en lien avec l'exploitation des installations afin de déclencher les investigations et, si nécessaire, des actions de prévention (arrêt du rejet...) ;
- Une fonction de contrôle du bon fonctionnement global des installations au travers des paramètres que la réglementation demande de suivre à différentes fréquences. Les résultats des analyses sont comparés, soit aux limites autorisées, soit à des valeurs repères (seuil de détection des appareils de mesure, bruit de fond naturel...) ;
- Une fonction de suivi et d'étude visant à s'assurer de l'absence d'impact à long terme des prélèvements et des rejets sur les écosystèmes terrestres et aquatiques. C'est l'objet des campagnes de mesures saisonnières de radioécologie.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

rejets de ses installations nucléaires, le niveau de radioactivité dans l'environnement à proximité du CNPE a considérablement diminué depuis une vingtaine d'année.

1. Surveillance de la radioactivité ambiante

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

Implantation des balises du réseau « clôture »

Repère	Situation
0 KRS 801 MA	Près de la station AS1
0 KRS 802 MA	Clôture (hélicoptère)
0 KRS 803 MA	Clôture (entre hélicoptère et station AS3)
0 KRS 804 MA	Station AS3
0 KRS 805 MA	Bâtiment de formation GRAF
0 KRS 806 MA	Clôture (station météo)
0 KRS 807 MA	Clôture (près de la station AS2)
0 KRS 808 MA	Porte Sud (face station pompage Ferme)
0 KRS 809 MA	Clôture (face à la ferme aquacole)
0 KRS 810 MA	Restaurant d'entreprise

Implantation des balises du « réseau 1 km »

Repère	Situation
0 KRS 921 MA	Nord-est du site
0 KRS 922 MA	Sud-Ouest du site
0 KRS 923 MA	Sud-Est du site
0 KRS 924 MA	Sud-Sud-ouest du site

Implantation des balises du réseau « 5 km »

Repère	Situation
0 KRS 911 MA	Oye-plage
0 KRS 912 MA	Gravelines
0 KRS 913 MA	Loon-Plage

Implantation des balises du réseau « 10 km »

Repère	Situation
0 KRS 931 MA	Fort Mardyck
0 KRS 932 MA	Grande-Synthe
0 KRS 933 MA	Craywick
0 KRS 934 MA	Coppenaxfort
0 KRS 935 MA	Bourbourg
0 KRS 936 MA	Poste de Warande
0 KRS 937 MA	Saint-Folquin
0 KRS 938 MA	Vieille Église
0 KRS 939 MA	Courgain d'Offekerque
0 KRS 940 MA	Oye-Plage

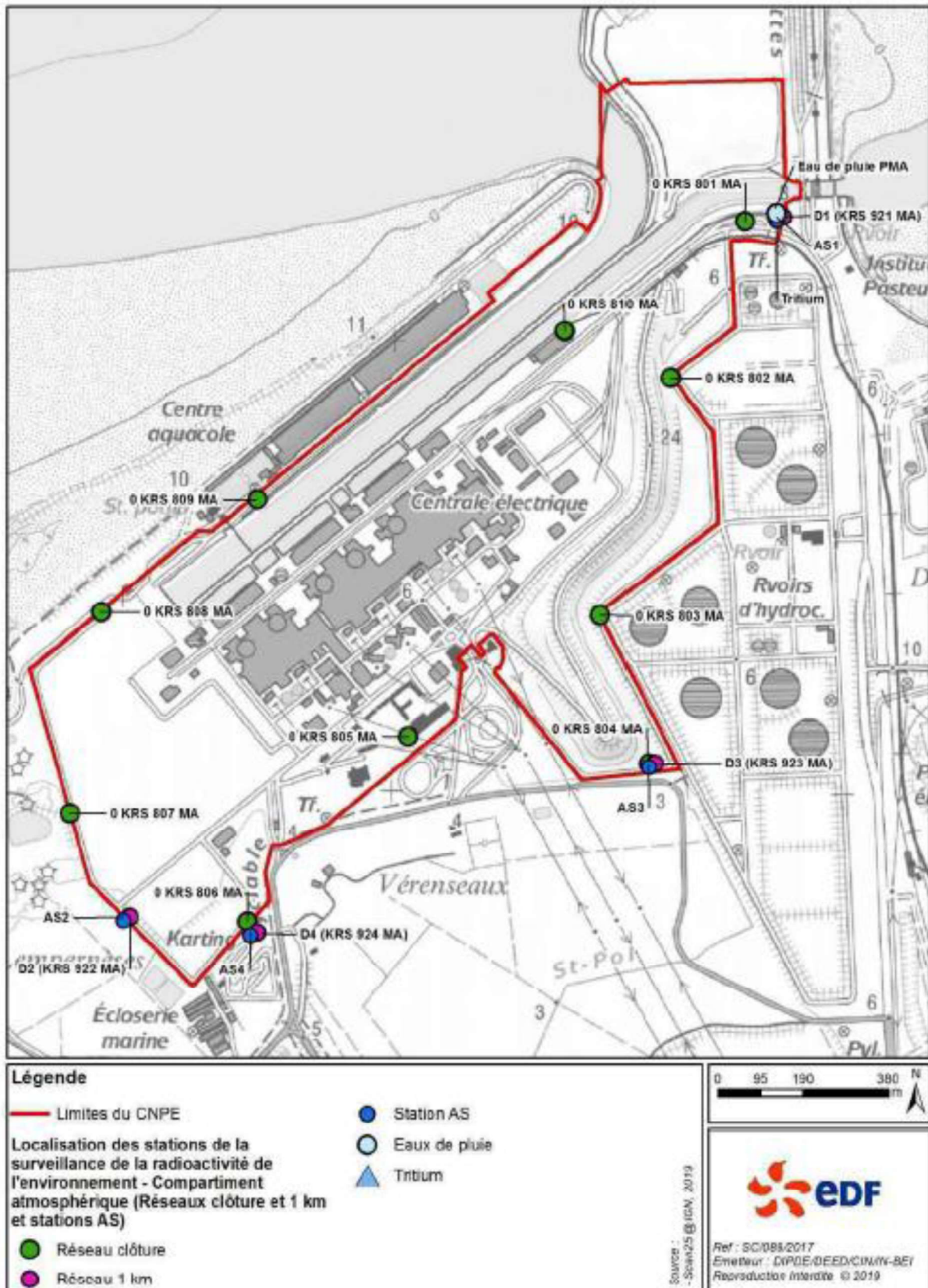


Figure 3 : Implantation des stations de surveillance des réseaux « clôture » et « 1 km »

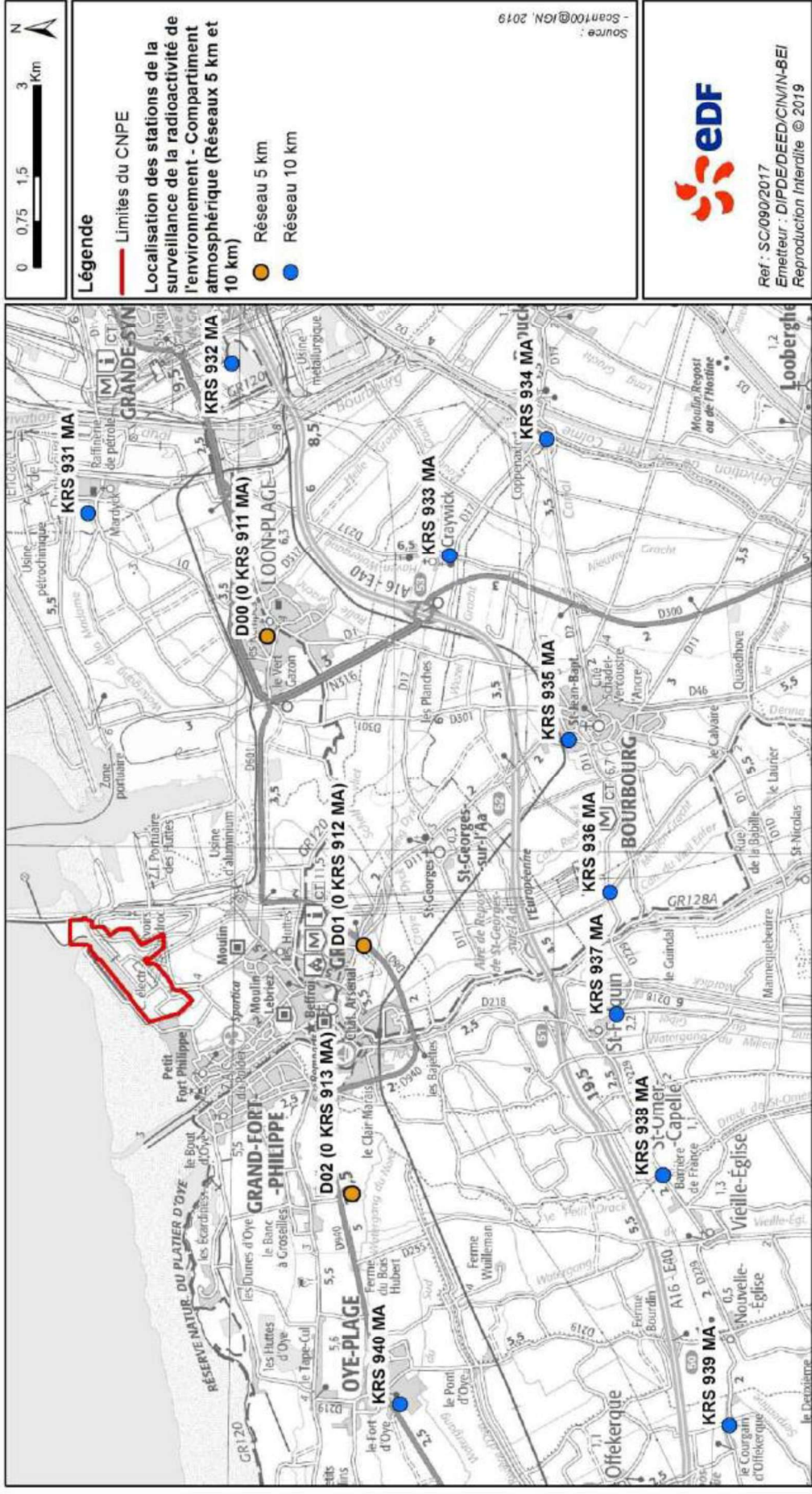


Figure 4 : Implantation des stations de surveillance des réseaux « 5 km » et « 10 km »

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 2025 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives aux années antérieures sont également présentés à titre de comparaison.

Réseau de mesure	Débit de dose max année 2025 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2025 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2024 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2023 (nSv/h)
Clôture	134,4	86,1	88,4	87,5
1 km	147,6	86,7	92,4	90,9
5 km	157,2	103,5	101,2	101,2
10 km	127,2	95,7	96,3	96,2

Commentaires : Pour les quatre réseaux, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2025 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et cohérents avec les résultats des années antérieures.

2. Surveillance du compartiment atmosphérique

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

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

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

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment atmosphérique pour l'année 2025 sont donnés dans le tableau suivant.

Compartiment	Station	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)
Poussières atmosphériques	AS1	Bêta global (Bq/m ³)	4,10.10 ⁻⁴	1,76.10 ⁻³	0,01 Bq/m ³
	AS2	Bêta global (Bq/m ³)	4,13.10 ⁻⁴	1,82.10 ⁻³	0,01 Bq/m ³
	AS3	Bêta global (Bq/m ³)	4,09.10 ⁻⁴	1,70.10 ⁻³	0,01 Bq/m ³
	AS4	Bêta global (Bq/m ³)	4,21.10 ⁻⁴	1,96.10 ⁻³	0,01 Bq/m ³

Compartiment	Station	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)
Tritium atmosphérique	AS1	Tritium (Bq/m ³)	0,162	0,220	50 Bq/m ³

Compartiment	Station	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)
Eau de pluie	AS1	Bêta global (Bq/L)	< 0,127	0,56	-
	AS1	Tritium (Bq/L)	< 4,93	5,60	-
	AS1	Potassium (mg/L)	< 0,648	4,10	-

Commentaires : Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2025 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

a. Résultats de mesures réalisées pour l'année 2024

Les résultats des mesures réglementaires réalisées en 2024 sur le compartiment terrestre sont présentés dans le rapport ASNR figurant en **annexe 2**.

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

Du ¹³⁷Cs est mesuré en 2024 dans les sols de prairie. Ce radionucléide d'origine artificielle provient des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl.

Les analyses en ³H organiquement lié et en ¹⁴C réalisées dans les salades, ainsi qu'en ¹⁴C dans le lait de vache en 2024, sont cohérentes, aux incertitudes de mesure près, avec le bruit de fond radiologique ambiant en dehors de toute influence industrielle (de 0,3 à 1,8 Bq/L d'eau de déshydratation pour le ³H libre, de 0,3 à 1,6 Bq/L d'eau de combustion pour le ³H organiquement lié et 221 ± 7 Bq/kg de C pour le carbone ¹⁴). Les activités mesurées en ³H libre dans les salades et le lait sont inférieures aux seuils de décision analytiques. Les activités en ³H (libre et organiquement lié) et en ¹⁴C mesurées dans le lierre à proximité du site (1,4 km) sont supérieures de quelques becquerels au bruit de fond radiologique ambiant pour ces deux radionucléides. Ces résultats sont comparables avec ceux obtenus les années précédentes

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

et sont liés aux rejets d'effluents radioactifs atmosphériques réalisés par le CNPE de Gravelines.

Les activités mesurées dans le compartiment terrestre sont majoritairement d'origine naturelle. La présence de radionucléides d'origine artificielle dans l'environnement du site est en partie liée au fonctionnement du CNPE de Gravelines.

b. Résultats de mesures réalisées pour l'année 2025

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment terrestre pour l'année 2025 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seules les activités relatives aux radionucléides d'origine artificielle en lien avec le spectre de référence des effluents et au potassium 40 ainsi que les autres radionucléides d'origine artificielle supérieures aux seuils de décision sont présentés.

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur minimale mesurée	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres 1 (Bq/kg sec)	Spectrométrie gamma	¹³⁷ Cs	0,40	0,20	0,50
		⁴⁰ K	551,83	198,00	791,00
Végétaux terrestres 2 (Bq/kg sec)	Spectrométrie gamma	¹³⁷ Cs	0,38	0,20	0,50
		⁴⁰ K	705,33	277,00	1 210,00
Lait (Bq/L)	Spectrométrie gamma	¹³⁷ Cs	0,40	0,30	0,50
		⁴⁰ K	46,83	30,00	76,00

4. Surveillance des eaux de surface

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2025 sont donnés dans le tableau suivant.

Milieu analysé	Paramètre analysé	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur minimale mesurée	Valeur maximale mesurée	
Eaux du large 1 (sous influence des rejets)	Eau filtrée	Activité bêta globale (Bq/L)	bi-mensuelle	12,18	10,40	13,80
		Tritium (Bq/L)	bi-mensuelle	6,59	4,10	11,70
		Potassium (mg/L)	bi-mensuelle	392,71	380,00	440,00
	Matières en suspension	Activité bêta globale (Bq/L)	bi-mensuelle	0,025	0,008	0,071
Eaux du large 2 (hors influence des rejets)	Eau filtrée	Activité bêta globale (Bq/L)	mensuelle	11,84	10,10	12,60
		Tritium (Bq/L)	mensuelle	5,78	4,20	8,80
		Potassium (mg/L)	mensuelle	412,75	405,00	425,00
	Matières en suspension	Activité bêta globale (Bq/L)	mensuelle	0,019	0,008	0,037

Commentaires : Ces résultats sont cohérents avec ceux des années précédentes et ne mettent pas en évidence d'évolution significative de la qualité des eaux de surface.

5. Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures réglementaires réalisées en 2024 sur le compartiment aquatique sont présentés dans le rapport ASNR figurant en **annexe 2**.

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

Dans le compartiment aquatique, du ^{137}Cs est mesuré en 2024 dans les sédiments, les algues, les crustacés, les mollusques et les poissons en champ proche, ainsi que dans les mollusques collectés en champ lointain. Ce radionucléide trouve son origine dans les rejets des installations de La Hague, auxquels se superposent l'influence des rejets réalisés par le CNPE de Gravelines et les autres CNPE côtiers, ainsi que celle des retombées globales anciennes (essais nucléaires atmosphériques et accident de Tchernobyl). Le ^{60}Co (détecté dans les sédiments, les algues et les mollusques) et d' $^{110\text{m}}\text{Ag}$ (détecté dans les mollusques) ont une double origine potentielle : les rejets d'effluents liquides de l'usine ORANO La Hague et ceux du CNPE de Gravelines. L'origine de l' $^{108\text{m}}\text{Ag}$ détecté ponctuellement dans les mollusques en champ proche est incertaine, mais une influence des rejets du CNPE de Gravelines ne peut pas être exclue. La détection dans les sédiments d' ^{241}Am , non présent dans les rejets du CNPE, est attribuable aux rejets des installations de La Hague.

En 2024, les niveaux d'activité en ^3H organiquement lié dans les crustacés, les mollusques et les poissons sont compris dans la gamme de variabilité environnementale mesurable en Manche (entre 1 et 5 Bq/L d'eau de combustion⁴), du fait de l'influence des rejets des installations de La Hague, sans pouvoir exclure une influence des rejets liquides du CNPE de Gravelines pour les valeurs mesurées en champ proche.

L'un des niveaux d'activité mesurés en ^{14}C dans les poissons pêchés en champ proche est supérieur au bruit de fond radiologique ambiant pour ce radionucléide (de l'ordre de 225 ± 10 Bq/kg de C⁵) et est lié aux rejets d'effluents radioactifs liquides réalisés par le CNPE de Gravelines.

Les activités mesurées dans le compartiment aquatique sont majoritairement d'origine naturelle. La présence de radionucléides d'origine artificielle dans l'environnement du site est en partie liée au fonctionnement des installations de La Hague, auquel se superpose l'influence du CNPE de Gravelines et des autres CNPE côtiers.

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

⁵ IRSN (2021) Constat Radiologique Normandie et Hauts-de-France - Rapport de synthèse n° 2021-00561, 128 p. : https://www.irsn.fr/sites/default/files/documents/expertise/rapports_expertise/surveillance-environnement/IRSN-rapport-Normandie-Hauts-de-France_2021.pdf

6. 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.

Milieux analysés	Paramètres	Valeur maximale de l'année
0 SEZ 001 PZ	Potassium (mg/L)	48,5
	β global (Bq/L)	1,8
	Tritium (Bq/L)	14,1
0 SEZ 002 PZ	Potassium (mg/L)	34,8
	β global (Bq/L)	1,3
	Tritium (Bq/L)	4,3
0 SEZ 003 PZ	Potassium (mg/L)	78,7
	β global (Bq/L)	2,6
	Tritium (Bq/L)	< 3,4
0 SEZ 004 PZ	Potassium (mg/L)	20,2
	β global (Bq/L)	0,8
	Tritium (Bq/L)	85,4
0 SEZ 005 PZ	Potassium (mg/L)	132,0
	β global (Bq/L)	5,5
	Tritium (Bq/L)	8,4
0 SEZ 015 PZ	Potassium (mg/L)	29,5
	β global (Bq/L)	1,3
	Tritium (Bq/L)	6,5
0 SEZ 052 PZ	Potassium (mg/L)	157,0
	β global (Bq/L)	5,9
	Tritium (Bq/L)	13,9
0 SEZ 056 PZ	Potassium (mg/L)	25,0
	β global (Bq/L)	1,0
	Tritium (Bq/L)	4,9

Commentaires : Outre ces huit piézomètres, le site effectue un suivi sur une trentaine de piézomètres, à l'intérieur et à l'extérieur du site, dans le cadre de l'optimisation piézométrique depuis 2015.

Suite au dépassement de la valeur de 100 Bq/l en tritium sur les piézomètres 0 SEZ 008, 111 et 114 PZ en 2022 et du piézomètre 0 SEZ 088 PZ (marquage historique), une surveillance complémentaire a été mise en place sur le CNPE de Gravelines. Cette surveillance déjà en cours s'est poursuivie en 2025. Elle concerne ces 4 piézomètres ainsi que le 0 SEZ 123 PZ en lien avec le marquage historique du 0 SEZ 088 PZ. Ils sont surveillés à fréquence hebdomadaire pour le tritium.

Le piézomètre 0 SEZ 111 PZ a de nouveau dépassé la valeur de 100 Bq/l en 2025 (maximum à 681 Bq/l), de même que le 0 SEZ 123 PZ (maximum à 235 Bq/l).

Les résultats de cette surveillance complémentaire sont présentés dans le tableau suivant.

Piézomètre	Paramètre	Unité	Valeur maximale mesurée en 2025
0 SEZ 008 PZ	tritium	Bq/l	17,3 (moyenne : 8,95 Bq/L) Une augmentation tritium est apparue en octobre / novembre 2023. Des fluctuations inexplicables sur des courtes périodes sont visibles depuis plusieurs années sur ce piézomètre. Pas de valeur élevée en 2025.
0 SEZ 088 PZ	tritium	Bq/l	448,0 (moyenne : 133,32 Bq/L) Ce piézomètre a été fortement marqué en tritium probablement suite à une fuite d'effluents radioactifs en 2014. La valeur maximale de 2 000 Bq/L a été atteinte en juin 2015 ; elle est redescendue très progressivement. En 2025 des fluctuations sont toujours visibles.
0 SEZ 111 PZ	tritium	Bq/l	681 (moyenne : 172,98 Bq/L) L'origine de la présence de tritium a pu être identifiée (inétanchéité d'un puisard). Les réparations ont été réalisées en octobre 2025. Les valeurs de tritium sont revenues à la normale suite à ces travaux.
0 SEZ 114 PZ	tritium	Bq/l	10,4 (moyenne : 4,83 Bq/L) Une augmentation en tritium est apparue en juillet 2022. Les valeurs sont fortement redescendues en août 2022. L'origine n'a pu être déterminée. Les valeurs sont restées basses en 2025.
0 SEZ 123 PZ	tritium	Bq/l	235 (moyenne : 78,66 Bq/L) Le 0 SEZ 123 PZ était déjà suivi dans le cadre de la surveillance complémentaire liée au 0 SEZ 088 PZ. Des valeurs supérieures à 100 Bq/L ont été détectées en 2025. Des travaux de réparation d'un puisard sont prévus en 2026.

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 8 piézomètres du CNPE.

Piézomètre	Mois de mesure	pH	Hydrocarbures (mg/L)	NTK (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Métaux totaux (mg/L)	Sulfates (mg/L)
0 SEZ 001 PZ	janvier	11,5	<0,1	1,81	<2,7	4,44	2,6	0,04	131
	juillet	11,1	<0,1	2,33	<2,7	2,66	2,74	0,07	222
0 SEZ 002 PZ	janvier	8,3	<0,1	0,6	<0,27	<0,03	<0,5	0,09	
0 SEZ 003 PZ	janvier	7,6	<0,1	1,09	3,6	<0,03	0,68	0,06	
0 SEZ 004 PZ	mars	9,7	<0,1	<0,50	11,4	0,1	<0,5	0,02	
	septembre	9,9	<0,1	<0,50	11,3	<0,03	<0,5	0,03	
0 SEZ 005 PZ	février	>12,0	<0,1	9,47	<2,7	<0,30	11,5	0,01	
	août	11,5	<0,1	4,68	<2,7	3,35	5,89	0,01	
0 SEZ 015 PZ	juin	10,8	<0,1	0,68	0,79	4,7	<0,5	0,06	
	décembre	11	<0,1	0,65	11,2	0,13	<0,5	0,08	
0 SEZ 052 PZ	avril	12,4	<0,1	5,87	<0,27	<0,03	7,42	0,23	59,2
	octobre	>12,0	<0,1	6,72	<2,7	<0,30	8,3	0,16	64
0 SEZ 056 PZ	mai	11,1	<0,1	2,34	<0,27	0,15	2,09	0,14	
	novembre	10,8	<0,1	1,78	<0,27	0,17	1,98	0,07	

Commentaires : Les résultats de la surveillance physico-chimique des eaux souterraines sont conformes à l'attendu.

III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface

1. Physico-chimie des eaux de surface

Le CNPE fait réaliser par le laboratoire Flandres-Analyses, dans le canal d'aménée, le canal de rejet et le point de référence hors influence des rejets du CNPE, des mesures de certains paramètres physico-chimiques naturellement présents en milieu marin. Les résultats présentés dans le rapport annuel de l'IFREMER, aboutissent aux conclusions suivantes :

« Lors de ce cycle de surveillance, la température de l'eau au canal de prise était dans l'ensemble conforme aux normales saisonnières depuis 1986, avec un pic de température (23,5 °C) observé le 11 août 2025. L'année 2025 reste globalement au-dessus de la médiane annuelle de la série (+ 1,0 °C) et confirme l'augmentation des températures observées depuis 2014. A titre indicatif, la valeur maximale mesurée au point Rejet pour la période novembre-mai 2025 était de 22,7 °C (fin avril), et de 30,1 °C (début août) pour la période juin-octobre 2025. Le transit de l'eau dans la centrale s'est traduit par un échauffement moyen sur l'année de $6,9 \pm 2,1$ °C sur base des mesures en surface hebdomadaires réalisées par Flandre Analyses, avec une valeur maximale de 10,2 °C observée début mars pour l'année 2025. [...]

Le procédé d'électrochloration du circuit de refroidissement permettant de lutter contre le développement de salissures biologiques a été mis en service durant 8,5 mois au cours de l'année 2025 (entre le 07/04/2025 et le 24/12/2025 alors que la température de l'eau au canal de prise était supérieure à 10°C). Le bromoforme est le principal sous-produit issu des opérations d'électrochloration. En dehors de la période d'électrochloration, aucun bromoforme n'a été détectée dans le canal de rejet. Le dosage du bromoforme, outre son rôle de traceur de la chloration, permet d'estimer le taux de recirculation de l'eau de refroidissement entre les canaux de rejet et de prise, qui était de 9,1 % cette année. Les composés organohalogénés issus des opérations de chloration (bromophénols) représentaient en moyenne moins de 1 µg.l⁻¹.

Les températures mesurées au point Référence n'ont pas indiqué un réchauffement des eaux par rapport au point Prise, et les profils de salinité ne montraient pas de stratification significative de la colonne d'eau, comme observée parfois au point Contrôle, indiquant que l'étendue du panache de rejet du CNPE reste toujours géographiquement limitée. De même, la turbidité de l'eau en surface est habituellement plus faible aux points Prise et Référence et plus importante aux points Rejet et Contrôle, comme cela a pu être observé en 2025. Le suivi mensuel de ce paramètre au point Prise a montré que, contrairement au schéma habituel, la turbidité était assez importante en début d'été (notamment en juin), comparable aux valeurs atteintes lors de la période hivernale. En 2025, les concentrations en oxygène dissous présentaient un cycle saisonnier marqué, avec des diminutions dès le printemps et durant l'été. En fin d'hiver et fin d'année, ces concentrations étaient dans la moyenne des observations historiques.

Le suivi hebdomadaire des paramètres hydrologiques réalisés en 2025 permet de mesurer l'influence du CNPE sur le réchauffement de l'eau à l'embouchure du canal de rejet qui est resté en dessous des limites autorisées par l'ASNR. Les campagnes pélagiques montrent que le réchauffement des eaux s'estompe rapidement vers le large (point Référence).

Les rejets du CNPE n'affectent pas de façon générale la distribution et les variations saisonnières des paramètres étudiés autres que la température. Les campagnes pélagiques ont permis de mettre en évidence que ce réchauffement de l'eau reste géographiquement

limité aux abords du point Rejet. Les résultats de la surveillance des paramètres hydrologiques, physico-chimiques et chimiques pour l'année 2025 mettent en évidence une variabilité spatio-temporelle cohérente avec celle du milieu naturel, qui ne peut donc pas être imputable à l'influence du fonctionnement du CNPE. »

2. Chimie des eaux de surface

Certaines substances chimiques issues du fonctionnement du CNPE sont recherchées (notamment les haloformes) au niveau de la station de contrôle, le canal d'amenée et le canal de rejet. Les résultats présentés dans le rapport annuel de l'IFREMER aboutissent aux conclusions suivantes :

« Le cycle saisonnier des composés azotés inorganiques dissous (DIN = ammonium, nitrites et nitrates) était conforme à ce que l'on observe habituellement en milieu côtier tempéré : reconstitution des stocks en périodes automnale et hivernale, et épuisement rapide des nutriments lors des poussées phytoplanctoniques printanières et estivales. En début d'année 2025, le renouvellement des stocks d'azotes inorganiques a été globalement dans la moyenne des observations historiques. Dès le démarrage de la poussée phytoplanctonique en mars, les concentrations de DIN ont rapidement baissé. La régénération de l'ammonium, des nitrates et des nitrites s'est amorcée à la fin du bloom printanier (fin avril-début mai), puis en fin d'été (août-septembre), soutenue par un mois de septembre plus pluvieux (excédent de 20 %). L'évolution saisonnière des concentrations en azote inorganique dissous aux canaux de prise et de rejet étaient globalement conformes aux données historiques, avec des concentrations légèrement excédentaires dans le canal de rejet par rapport au canal de prise pour l'ammonium ($+1,64 \pm 4,77 \mu\text{mol.l}^{-1}$), les nitrates ($+1,60 \pm 5,16 \mu\text{mol.l}^{-1}$) et les nitrites ($+0,081 \pm 0,20 \mu\text{mol.l}^{-1}$). Les concentrations en phosphate et silicate présentaient un cycle saisonnier, avec des concentrations qui ont diminué pendant la période de production phytoplanctonique (notamment en avril). La concentration moyenne annuelle en phosphate était légèrement plus importante au canal de prise par rapport au canal de rejet ($0,10 \pm 0,69 \mu\text{mol.l}^{-1}$), contrairement à celle en silicate ($0,53 \pm 2,52 \mu\text{mol.l}^{-1}$).

Le procédé d'électrochloration du circuit de refroidissement permettant de lutter contre le développement de salissures biologiques a été mis en service durant 8,5 mois au cours de l'année 2025 (entre le 07/04/2025 et le 24/12/2025 alors que la température de l'eau au canal de prise était supérieure à 10°C). Le bromoforme est le principal sous-produit issu des opérations d'électrochloration. En dehors de la période d'électrochloration, aucun bromoforme n'a été détecté dans le canal de rejet. Le dosage du bromoforme, outre son rôle de traceur de la chloration, permet d'estimer le taux de recirculation de l'eau de refroidissement entre les canaux de rejet et de prise, qui était de 9,1 % cette année. Les composés organohalogénés issus des opérations de chloration (bromophénols) représentaient en moyenne moins de 1 $\mu\text{g.l}^{-1}$. »

3. Surveillance biologique des eaux de surface

Une surveillance biologique des eaux de surface est réalisée chaque année sur la période du 1er juin au 30 septembre sur les eaux du canal d'amenée et du canal de rejet. La décision ASN n°2018-DC-0647 demande le suivi des paramètres Escherichia Coli et entérocoques intestinaux.

Les résultats relatifs à la campagne 2025 sont donnés en **annexe 3**.

IV. Surveillance écologique et halieutique

Chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance écologique et halieutique à l'IFREMER.

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.

La synthèse du rapport de surveillance, réalisée par l'IFREMER, est présentée ci-dessous. Le rapport complet est disponible sur demande auprès du CNPE de Gravelines.

« La stratégie de surveillance doit permettre de suivre l'évolution naturelle du milieu marin et déceler une évolution anormale qui proviendrait du fonctionnement de la centrale. La surveillance écologique du milieu marin concerne les domaines pélagique, halieutique et benthique, et le suivi des substances chimiques dans l'environnement concerne le domaine pélagique (Figure 0-1). Le programme de surveillance actuel est fixé par la **Décision n°2018-DC-0647 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 16 octobre 2018**. Certains paramètres font également l'objet de mesures complémentaires.

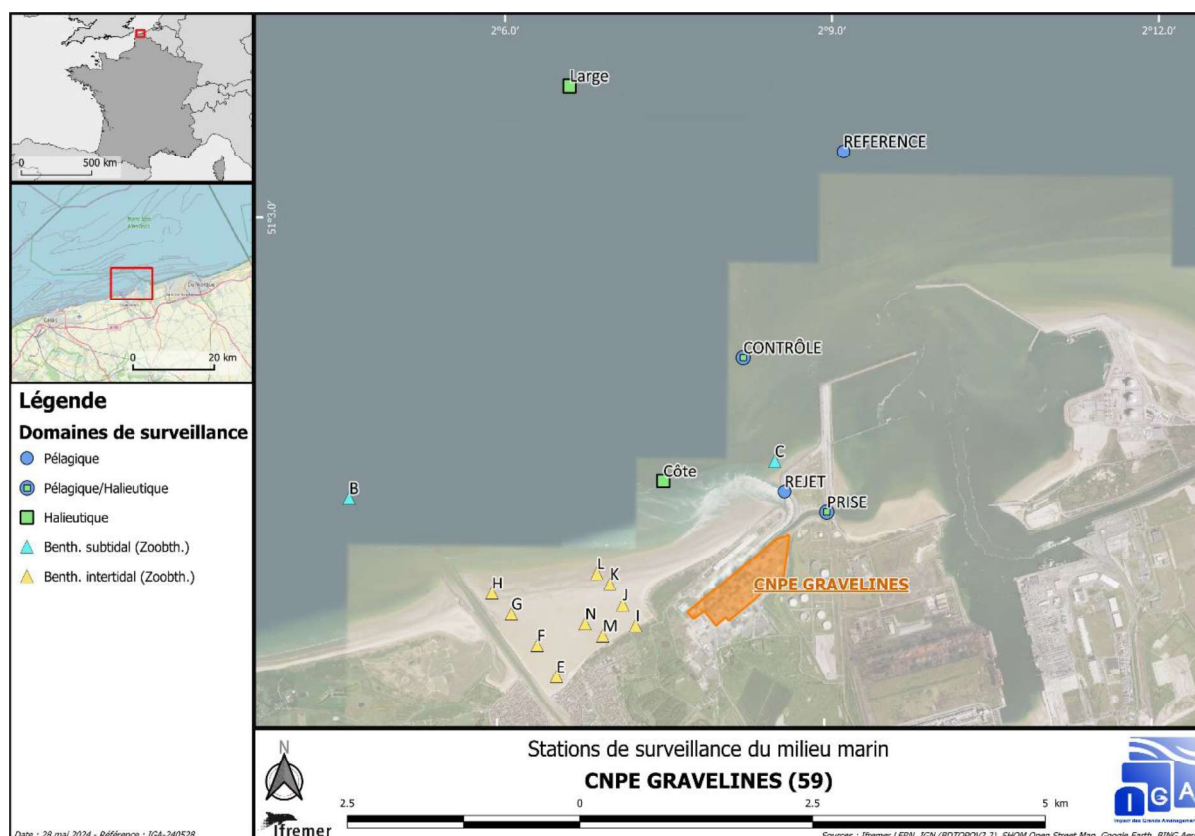


Figure 0-1 : Localisation des points suivis de la surveillance écologique du milieu marin autour du CNPE de Gravelines

Pour le **domaine pélagique**, la surveillance s'effectue depuis les berges aux canaux de prise d'eau et de rejet du CNPE, et au niveau de deux stations en mer, l'une dite de référence en

dehors de la zone d'influence du rejet et l'autre dite de contrôle, où l'échauffement résiduel dû au panache de rejet est de l'ordre de 3 à 4°C. Deux campagnes annuelles de prélèvements sont effectuées, l'une au printemps/début d'été et l'autre en fin d'été (Tableau 0-1). Cette année, ces campagnes ont eu lieu les 25 juin et 20 octobre 2025. En complément, certains paramètres sont suivis hebdomadairement ou mensuellement aux points Prise et Rejet tout au long de l'année.

Pour le **domaine halieutique**, la surveillance concerne deux espèces ichtyoplanctoniques, les œufs et larves de sole et de sprat, et une espèce de crustacés, la crevette grise. Le suivi s'effectue habituellement entre avril et mai et comprend deux campagnes en mer selon un gradient côte-large dans le milieu récepteur. Lors de ces campagnes, quatre points sont étudiés :

- le point Prise (situé à l'entrée du canal de prise d'eau de la centrale),
- le point Côte (situé à la côte, face à la plage du Petit-Fort-Philippe),
- le point Contrôle (avec échauffement résiduel de 3 à 4°C dans le panache de rejet),
- le point Large (situé au large, au-delà de la zone d'influence de la centrale).

En complément, deux prélèvements supplémentaires sont habituellement réalisés au point Prise, en alternance avec les campagnes en mer, pour couvrir au mieux la période de reproduction de la sole et du sprat. Il est à noter que ces deux mesures complémentaires ne sont pas exigées par Décision de l'ASNR.

En 2025, ces campagnes en mer ont eu lieu les 11 avril et 13 mai 2025, et les prélèvements supplémentaires au point Prise, les 27 mars et 25 avril 2025.

Pour le **domaine benthique**, la macrofaune benthique de la zone intertidale, comprise entre l'estuaire de l'Aa et la route de Dunes (estran Petit-Fort-Philippe), est suivie en juin sur deux radiales de quatre points et une radiale de deux points, couvrant l'ensemble de la zone intertidale. Cette année la sortie a eu lieu le 28 mai 2025.

La macrofaune benthique subtidale est suivie lors de quatre campagnes saisonnières de deux points, l'un situé hors influence (point B), l'autre sous influence (point C) du rejet. Cette année, ces campagnes ont eu lieu les 14 février, 14 avril, 17 juillet et 26 septembre 2025.

Tableau 0-1 : Liste des paramètres mesurés et fréquences d'échantillonnage dans le cadre de la surveillance des eaux autour du CNPE de Gravelines (dates des campagnes réalisées en 2025 en rouge)

Domaine	Compartiment	Paramètres	Points	Fréquence Dates campagnes réalisées en 2025
Pélagique	Hydrologie	Température	Prise, Rejet	Hebdomadaire
		Salinité		
	Physico-chimie / Chimie	Chlore résiduel	Prise, Rejet	Hebdomadaire
		Haloformes		
		Azotes (ammonium, nitrates, nitrites)		
		Phosphates	Prise, Rejet	Mensuel
		Silicates		
		Turbidité		
		Oxygène dissous		
	Bromophénols	Rejet	Mensuel	

Domaine	Compartiment	Paramètres	Points	Fréquence Dates campagnes réalisées en 2025
	Microbiologie	Vibrions halophiles	<i>Prise, Rejet</i>	Hebdomadaire
	Phytoplancton	Biomasse chlorophyllienne	<i>Prise</i>	Hebdomadaire
		Variations spatiales et temporelles des espèces microphytoplanctoniques		
Zooplancton	Biomasse sestonique	<i>Prise</i>	Mensuel	
	Variations spatiales et temporelles des espèces mésozooplanctoniques			
Campagnes pélagiques	Tous	Température, Salinité, Nutriments, Turbidité, Oxygène dissous, Vibrions halophiles, Phytoplancton et Zooplancton	<i>Prise, Rejet, Contrôle, Référence</i>	25/06/2025 20/10/2025
Halieutique	Ichtyoplancton	Variations spatiales et temporelles (soles et sprats)	<i>Prise, Côte, Contrôle, Large</i>	27/03/2025 11/04/2025 25/04/2025 13/05/2025
	Larves de crustacés	Variations spatiales et temporelles (crevettes grises)		
Benthique	Benthos intertidal	Sédiment (granulométrie)	Estran Petit-Fort-Philippe	28/05/2025
		Variations spatiales et temporelles de la macrofaune		
	Benthos subtidal	Sédiment (granulométrie)	B (hors influence) C (sous influence)	14/02/2025 14/04/2025 17/07/2025 26/09/2025
Variations spatiales et temporelles de la macrofaune				

Contexte environnemental

Sur le territoire métropolitain, après les années 2022 (année la plus chaude que la France ait connue depuis le début du XX^{ème} siècle), 2023 (2^{ème} rang), et 2020 (3^{ème} rang), l'année 2025 se classe au 4^{ème} rang des années les plus chaudes jamais enregistrées en France sur notre territoire national, avec une pluviométrie proche de la normale, malgré des contrastes saisonniers.

Pour Dunkerque, l'année 2025 se place au 5^{ème} rang pour la température moyenne annuelle (12,7°C) sur la période 1986-2025, et devient la 12^{ème} année consécutive où la température moyenne dépasse la valeur de référence 1981-2010. Sur l'ensemble de l'année, le cumul des précipitations est de 478,8 mm (1^{er} rang des rang des années les plus sèches depuis 1986), ce qui représente un déficit de 30 % du cumul attendu, notamment dû à un printemps météorologiques très sec.

Le rayonnement cumulé mesuré en 2025 à la station de Calais-Marck (définie comme station de référence pour le CNPE de Gravelines) présente un excédent d'environ 7 % par rapport à la moyenne 2012-2018. La majorité des mois a été plus ensoleillée que la normale à l'exception de janvier, février et octobre.

Sur la côte, l'année 2025 a été moins ventée que la normale (19,1 km/h contre 21,6 km/h), avec la rafale maximale enregistrée lors du passage de la tempête « Benjamin » (23 octobre) avec 110 km/h.

Le domaine pélagique

Le **procédé d'électrochloration** du circuit de refroidissement permettant de lutter contre le développement de salissures biologiques a été mis en service durant environ 8,5 mois (du 07/04/2025 au 24/12/2025). Les concentrations en oxydants résiduels et en composés organohalogénés volatils (haloformes, essentiellement le bromoforme) générées par ce procédé sont restées inférieures aux limites autorisées. Les résultats des mesures de concentration en bromoforme dans le canal de prise ont permis d'évaluer que le pourcentage d'eau de refroidissement qui passe une seconde fois dans la centrale était de 9,1 %.

Comme depuis 2014, les **températures de l'eau** au canal de prise au cours de ce cycle de surveillance (mesurées hebdomadairement par Flandres Analyses) étaient globalement au-dessus des normales observées depuis 1986, avec un écart moyen en 2025 d'environ 1,0°C. Une seule valeur de température de l'eau supérieure à 30°C a été relevée sur la période juin-octobre (30,1°C le 06/08/2025) au point Rejet, alors qu'aucune supérieure à 25°C de novembre à mai n'a été enregistrée. De plus, l'échauffement moyen hebdomadaire, correspondant à la différence entre les valeurs de température relevées au canal de rejet et celles mesurées au canal d'amenée, est toujours resté inférieur à 12 °C.

La température est le facteur principal expliquant la dynamique saisonnière des **vibrions** et leur multiplication entre les points Prise et Rejet. Le passage de l'eau de mer dans l'ensemble du système constitué par la centrale et les installations aquacoles installées sur le site de Gravelines, entraîne une multiplication du nombre de vibrions d'un facteur toujours plus important au printemps qu'aux autres saisons (de mai à juin, le facteur de multiplication des vibrions entre les points Prise et Rejet est supérieur à 100 en moyenne depuis 1997). En 2025, la moyenne mensuelle maximale a été atteinte en juin avec une valeur multipliée par 377 (ce qui reste dans la gamme des valeurs historiques observées en juin sur la période 1997-2023). Si l'influence du réchauffement thermique des eaux sur la multiplication des vibrions reste significative dans le panache de rejet du CNPE (point Contrôle), les abondances redeviennent identiques, voire inférieures, à ce que l'on observe au point Prise dès que l'on se situe hors influence de la centrale (point Référence), ce qui tend à montrer que l'influence liée à la température et à la concomitance des rejets de la ferme aquacole sur l'abondance des vibrions a une étendue assez limitée, et que la faible recirculation de l'eau entre les canaux de rejet et de prise (9,1 %) ne semble pas non plus être à l'origine d'une augmentation des abondances de vibrions dans le canal de prise.

Le cycle saisonnier des **composés azotés inorganiques dissous** (DIN = ammonium, nitrites et nitrates) était conforme à ce que l'on observe habituellement en milieu côtier tempéré : reconstitution des stocks en périodes automnale et hivernale, et épuisement rapide des nutriments lors des poussées phytoplanctoniques printanières et estivales. En début d'année 2025, le renouvellement des stocks d'azotes inorganiques a été globalement dans la moyenne des observations historiques. Dès le démarrage de la poussée phytoplanctonique en mars, les concentrations de DIN ont rapidement baissé. Cela a tout de même suffi à soutenir la **production phytoplanctonique**, caractérisée par la prolifération de la prymnésiophycée *Phaeocystis globosa* (accompagnée du groupe *Pseudo-nitzschia* complexe *delicatissima* en

concentrations plutôt élevées en avril-mai), d'intensité plutôt moyenne cette année. En 2025, la biomasse phytoplanctonique (estimée par la concentration en chlorophylle a) était encore globalement faible pour la région. Cette tendance n'est pas isolée à notre zone d'étude et cela s'observe depuis une quinzaine d'années dans l'ensemble de la Manche.

Les résultats acquis lors des campagnes pélagiques 2025 ont montré deux schémas : un schéma « classique » en octobre et un schéma plutôt inhabituel en juin. En effet, lors de la campagne de juin, et contrairement aux observations historiques, la **concentration en chlorophylle a** était maximale au point Rejet, et minimale aux points Prise et Référence. Ces observations étaient toutefois cohérentes avec les concentrations élevées en nutriments mesurées au point Rejet lors de cette campagne. En octobre, et conformément au schéma habituel, les résultats obtenus ont montré que la concentration en chlorophylle a, ainsi que le pourcentage de chlorophylle active, étaient plus faibles au point Rejet par rapport aux autres points, tout comme la diversité spécifique et l'abondance phytoplanctonique. En effet, la hausse de la température, la chloration et les effets mécaniques lors du transit du phytoplancton dans le circuit de refroidissement de la centrale portent atteinte à la structure des cellules phytoplanctoniques (mortalité, rupture des colonies, cassure des appendices), cependant cette influence reste très localisée spatialement (comme l'ont montré les résultats au point Contrôle) et ne peut donc pas avoir de conséquence sur la dynamique des communautés phytoplanctoniques à l'échelle du fonctionnement de l'écosystème. La diversité et les abondances observées aux points Prise, Contrôle et Référence n'étaient pas incompatibles avec la variabilité spatiale naturelle du milieu marin, ce qui reflète à la fois l'influence potentielle du transit dans le CNPE sur le phytoplancton et l'hétérogénéité de la distribution spatiale du phytoplancton dans l'eau. A noter cette année, des abondances en cryptophycées et bacillariophycées particulièrement élevées en juin au point Prise.

La comparaison avec le **suivi DCE** (point Dunkerque 1) a montré que la dynamique saisonnière des abondances phytoplanctoniques au point Prise était tout à fait semblable à ce que l'on observe habituellement dans la région, avec une amplitude similaire du pic d'efflorescence mais des abondances globalement plus faibles pour le point Prise. Comme observé fréquemment au cours des dernières années, 2025 a montré un décalage entre l'amplitude et la variabilité saisonnières de l'abondance cellulaire et celles de la biomasse (le pic de biomasse précédant celui de l'abondance). Au contraire, ce constat ne s'opère pas pour le **compartiment zooplanctonique** : comme pour les années antérieures, la biomasse sestonique présentait de grandes variations mensuelles, mais aussi spatiales, lors des campagnes pélagiques, sans qu'on puisse les relier aux variations d'abondance ou de composition du zooplancton. La situation géographique particulière du point Prise (Avant-Port Ouest de Dunkerque, avec un phénomène de rétention des eaux plus important) par rapport au point Référence (situé plus au large), explique les différences d'abondances que l'on peut observer entre ces deux points lors des campagnes pélagiques, sans que cela soit en lien avec les activités du CNPE. Le point Contrôle représentait une situation intermédiaire entre ces deux points, selon les conditions hydrodynamiques (courants, vents, marée), la saison ou l'espèce considérée (holoplancton ou méroplancton, adulte ou juvénile, prédateur ou proie). La structure des communautés zooplanctoniques ne présentait donc pas de caractéristiques pouvant mettre en cause l'activité du CNPE de Gravelines.

Les résultats de la surveillance du compartiment pélagique (hydrologie, physico-chimie, chimie, microbiologie, phytoplancton et zooplancton) opérée à Gravelines en

2025, ne présentent pas de caractéristiques ou de modifications majeures pouvant être reliées à l'activité du CNPE.

Le domaine benthique

Les sédiments de l'estran du Petit-Fort-Philippe restent toujours majoritairement constitués de sables fins et moyens. Aucune évolution majeure de la morphologie de l'estran pouvant être liée aux activités du CNPE n'a été constatée. La répartition de la biomasse sur l'estran était conforme à ce qui peut être observé sur d'autres estrans à énergie modérée de la région, non soumis aux activités du CNPE. En 2025, la biomasse moyenne du macrozoobenthos était inférieure à la moyenne globale des observations sur la période 2000-2024, et était comparable à celles enregistrées en 2019, 2020 et 2021. Les analyses ont permis de distinguer des assemblages faunistiques caractéristiques qui correspondent à une zonation naturelle de l'estran. Cette zonation est principalement fonction des temps d'exondation, de l'influence des eaux douces (fleuve Aa et eaux de ruissellement), de la nature du substrat et des dynamiques de compétition interspécifique. Les autres facteurs qui pourraient modifier cette zonation (enrichissement en matière organique, perturbations thermiques liées au panache de rejet du CNPE...) n'ont pas eu d'effet notable en 2025.

*En ce qui concerne le benthos subtidal, les sédiments au point B (hors influence de la centrale) étaient composés majoritairement de sables fins et de sables moyens, tout comme ceux du point C (sous l'influence du panache de rejet du CNPE). En 2025, le même cortège d'espèces était présent au point B toute l'année (le couteau américain *Ensis leei*, le bivalve *Abra alba*, les annélides polychètes *Chaetozone gibber*, *Owenia fusiformis* et *Lanice conchilega* puis les annélides oligochètes) mais des variations de densités s'observaient entre les espèces dominantes et les saisons. Les densités de l'espèce typique du peuplement, le bivalve *Abra alba*, augmentaient au fil des saisons laissant entrevoir un succès du recrutement printanier/estival et un maintien des recrues à la période automnale. Lors du premier suivi 2025 au point C, et dans la continuité de fin 2024, un peuplement plus diversifié et typique du point B a été observé, avec la présence d'espèces à affinité sablo-vaseuse. Toutefois, un changement dans la composition du peuplement s'est de nouveau opéré lors du suivi printanier avec le recrutement de l'Annélide Polychète *Lanice conchilega* qui ne s'est pas maintenu aux saisons suivantes. A partir de la saison estivale, le peuplement du point C est revenu à sa composition et structure « historique », c'est-à-dire à un peuplement de sables fins à *Nephtys cirrosa*.*

En 2025, selon l'indice AMBI, la qualité écologique du milieu au point B apparaît comme « bonne » (hiver, printemps), voire « très bonne » (été, automne) en fonction des saisons. Au point C, celle-ci apparaît en « très bon » état écologique aux périodes hivernale et printanière puis passe à un « bon » état écologique à l'été et à l'automne (la baisse de qualité étant uniquement due à la diminution de la richesse taxinomique). Une légère diminution de la qualité écologique aux points B et C par rapport à 2024 est observée.

*Il est important de rappeler que le point C se situe dans un écotone (= zone de transition entre le peuplement des sables fins à *Abra alba* et le peuplement des sables fins à *N. cirrosa*). En effet, à l'hiver 2025, les espèces typiques du point B étaient majoritaires sur ce point, mais les espèces typiques du point C étaient aussi recensées à des densités plus faibles. A contrario, aux périodes printanière, estivale et automnale, ce sont les espèces typiques du point C qui dominaient avec la présence en faible densité de quelques espèces du peuplement à *Abra**

alba. Ces observations confirment de nouveau un mélange des deux peuplements au niveau du point C. Toutefois, ces changements dans la structure du peuplement ne remettent pas en cause l'influence du CNPE sur les communautés benthiques du champ proche de l'embouchure du canal de rejet. A noter que, contrairement aux années antérieures où un « envasement » avait été noté à plusieurs périodes, ce phénomène n'a pas été observé en 2025 sur le point C.

Au vu des données disponibles pour le compartiment benthique intertidal en 2025 à Gravelines, il n'apparaît pas d'effet perceptible du fonctionnement du CNPE sur la morphologie de l'estran ainsi que sur les assemblages faunistiques associés. Toutefois, les suivis de macrofaune benthique se poursuivent afin de voir si les variations de peuplement observées sur le point C (sous influence) s'opéreront de nouveau dans les années futures et si elles permettent de confirmer que l'effet observé sur ce point n'est pas causé par le rejet d'eau du CNPE mais par d'autres facteurs (i.e. présence d'autres influences sur la zone tels que des phénomènes météorologiques engendrant des variations du taux de particules fines et/ou une modification du transit sédimentaire à proximité de la digue).

Le domaine halieutique

En 2025, les abondances des phases planctoniques des trois espèces suivies étaient globalement équivalentes à celles observées ces dernières années, à l'exception des larves de sole pour lesquelles les abondances étaient plus élevées. Une analyse rapide de toutes les espèces d'oeufs et de larves de poissons présentes dans les échantillons a montré des quantités non négligeables d'autres espèces d'oeufs (motelles, limande, flet, sardine, anchois...) et de larves (hareng, flet), qui reflètent la diversité ichtyoplanctonique présente sur le site de Gravelines.

Lors des deux campagnes en mer en 2025, les valeurs d'abondance des oeufs de sole, enregistrées sur les trois points, étaient globalement dans la tendance basse observée au cours des dernières années, alors que celles des larves étaient parmi les plus élevées observées sur l'ensemble de la série. Concernant le sprat et la crevette grise, les abondances demeuraient faibles au regard des dernières années. Toutefois, l'influence éventuelle des rejets du CNPE de Gravelines sur ces populations reste difficile à évaluer. D'une part, l'échantillonnage actuel ne permet pas de couvrir entièrement la période de reproduction des trois espèces. Un échantillonnage deux fois par an pour les points Côte, Contrôle et Large conduit à une variabilité élevée chaque année, ce qui rend difficile l'interprétation de l'évolution à long terme. D'autre part, les abondances des phases planctoniques observées dans le milieu sont également déterminées par des interactions complexes entre les fluctuations naturelles de l'environnement (température, production primaire, communautés phytoplanctoniques et zooplanctoniques, ...) et les niveaux d'abondances et de qualité des géniteurs.

Au cours de l'année 2025, l'étude du compartiment de l'ichtyoplancton halieutique ne permet pas de conclure sur l'existence d'un effet de l'activité du CNPE sur la communauté des soles, sprats et crevettes grises capturés pendant les campagnes expérimentales.

Le suivi des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et planctoniques aux points Prise et Référence ne montrent pas une évolution anormale du milieu marin qui serait imputable au fonctionnement du CNPE de Gravelines. L'étude de la macrofaune benthique a

confirmé un changement dans la structure du peuplement à l'embouchure du canal de rejet sans toutefois remettre en cause l'influence du CNPE. De plus, les abondances des œufs et larves des espèces halieutiques suivies à Gravelines sont restées globalement comparables à celles des années précédentes, avec une richesse ichthyoplanctonique toujours marquée sur le site.

En conclusion, la variabilité spatiale et temporelle des paramètres pélagiques, benthiques et halieutiques, suivis dans le cadre de la surveillance réglementaire du CNPE de Gravelines en 2025, ne montrent pas d'évolution ou de comportement atypique pouvant être mis en relation directe avec le fonctionnement du CNPE. »

V. Levées topographiques et bathymétriques

La décision ASN n°2018-DC-0647 prescrit une surveillance bathymétrique annuelle de la plage de Gravelines, afin de contrôler l'impact éventuel du rejet des eaux de refroidissement du CNPE sur le littoral. A cet effet, deux zones ont été définies :

- une « petite zone » délimitée par la jetée « des Huttes » jusqu'à 2 km à l'ouest de l'émissaire de rejet du CNPE. Cette zone fait l'objet d'un contrôle annuel.
- une « grande zone » délimitée entre la jetée « des Huttes » à l'est, et la jetée « Est de Gravelines (embouchure de l'AA) » à l'ouest, et, étendue jusqu'à l'alignement des points de ces jetées. Elle fait l'objet d'un contrôle triennal.

Le contrôle de la « petite zone » a été réalisé en septembre 2025. La bathymétrie de 2025 présente des évolutions conformes aux années précédentes, en l'occurrence une stabilité du volume cumulé de sédiments et des circulations sédimentaires de même nature. Ainsi la principale zone d'évolution significative se situe à l'embouchure de la zone de rejet et correspond à un déplacement naturel.

La bathymétrie 2025 ainsi que les plans différentiels de la « petite zone » entre 2024 et 2025 sont donnés en **annexe 4**.

VI. 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 Gravelines transmet de l'information, par le biais de sa lettre d'information mensuelle « J'te dis Watt », de son site internet, de son compte X (Twitter), mais aussi en s'adressant directement aux mairies présentes dans un rayon de 2 km, lors d'opérations pouvant générer du bruit, comme par exemple lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation.

Le site internet permet de retrouver toute l'actualité du CNPE de Gravelines : <https://www.edf.fr/gravelines>

Le compte X (Twitter) permet également de retrouver toute l'actualité du CNPE de Gravelines : <https://twitter.com/EDFGravelines>

Pour toute information complémentaire, il est possible d'envoyer un e-mail à l'adresse suivante : communication-gravelines@edf.fr

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 Gravelines dans le cadre du programme de surveillance réglementaire. Les résultats sont présentés dans le rapport du suivi radioécologique réglementaire réalisé par l'ASNR, présenté en annexe 2. L'analyse de ces résultats est présentée dans la Partie VI Surveillance de l'environnement, I- Surveillance de la radioactivité dans l'environnement.

Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent que la radioactivité mesurée dans l'environnement du CNPE est principalement d'origine naturelle. Les niveaux de radioactivité artificielle mesurés dans l'environnement du CNPE sont faibles et trouvent pour partie leur origine dans d'autres sources (retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl,...).

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

https://www.irsn.fr/sites/default/files/2024-12/IRSN_Bilan-etat-radiologique-environnement-francais-2021-2023_BD.pdf

À partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace⁶ est calculée en tenant compte des mécanismes de transfert de l'environnement jusqu'à l'homme. Cette dose permet d'estimer le niveau d'exposition attribuable aux rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques d'une installation et de le positionner par rapport à la limite réglementaire pour l'exposition de la population aux rayonnements ionisants conformément à l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique.

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

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

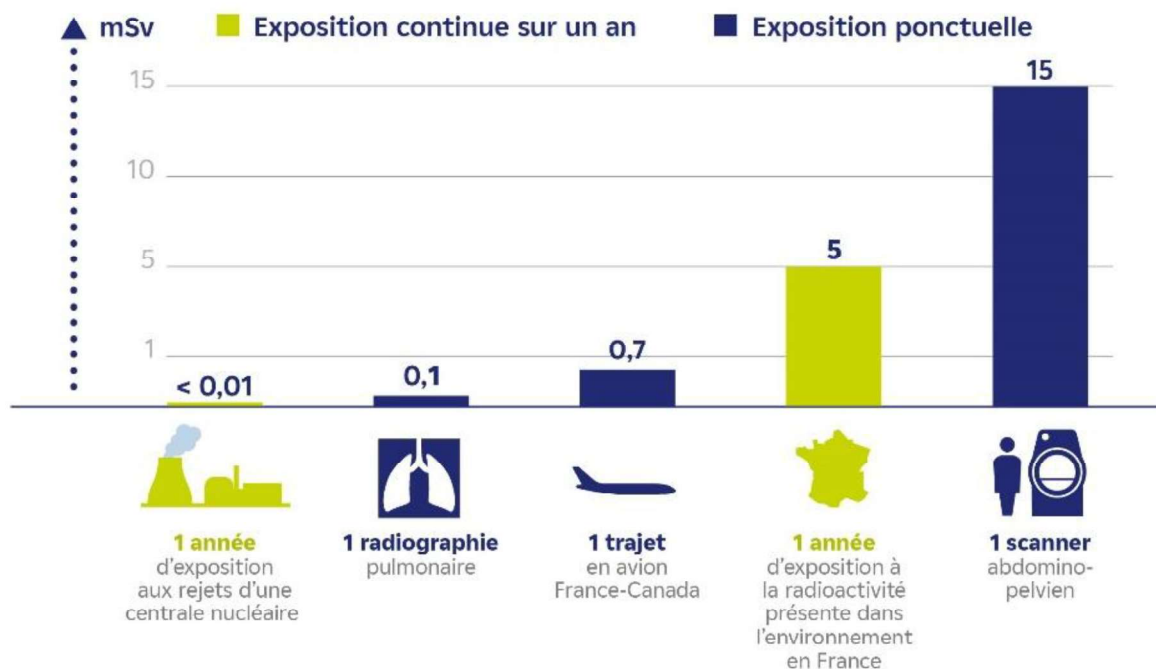
- les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du site ;
- ils vivent toute l'année à proximité de leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...)
- l'eau captée à l'aval des installations est considérée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

⁶ La **dose efficace** est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique W_R (W_R = Radiation Weighting factor, facteur de pondération du rayonnement) pour tenir compte de la qualité du rayonnement (α , β , γ ...) et d'un facteur de pondération tissulaire W_T (W_T = Tissu Weighting factor) correspondant à la radiosensibilité relative du tissu exposé. La dose efficace a pour objectif d'apprécier le risque total et s'exprime en sievert (Sv). Elle est appelée communément « **dose** ».

- il est considéré 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.

Les principaux facteurs d'incertitudes dans le calcul de dose sont essentiellement dus à quelques données environnementales et comportements précis des populations riveraines difficiles à acquérir sur le terrain, comme les rations alimentaires.

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



Sources : ASNR, EDF

Figure 5 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes (Sources : ASNR, EDF)

L'exposition moyenne de la population française métropolitaine à la radioactivité présente dans l'environnement (d'origine naturelle et artificielle) est de 5 mSv/an. Les contributions des différentes sources d'exposition sont présentées sur la figure 6 ci-après.

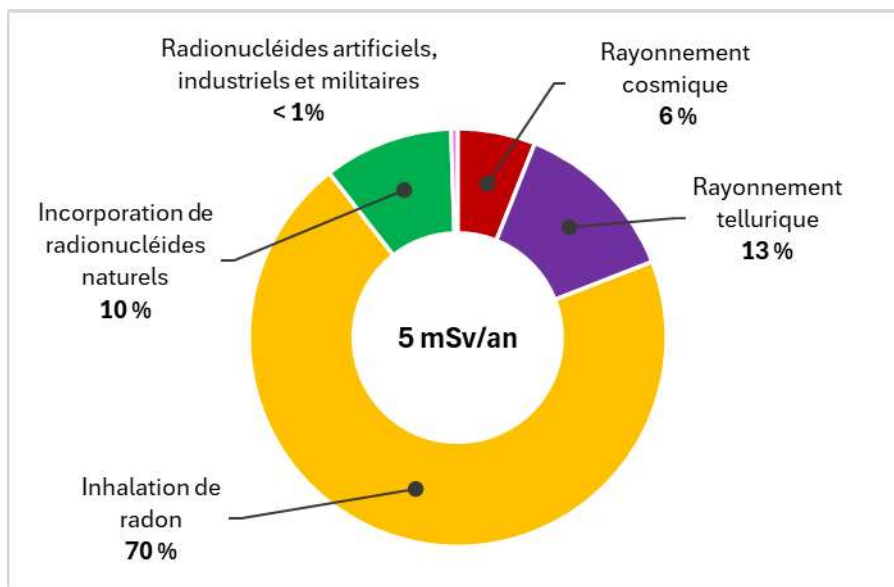


Figure 6 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française métropolitaine à la radioactivité présente dans l'environnement (Source : ASNR)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2025 effectués par le CNPE de Gravelines, 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) ⁷
Rejets d'effluents à l'atmosphère	$5,5 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Rejets d'effluents liquides	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$8,9 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
Total⁷	$9,6 \cdot 10^{-4}$	$9,0 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv) ⁷
Rejets d'effluents à l'atmosphère	$6,0 \cdot 10^{-7}$	$9,0 \cdot 10^{-6}$	$9,6 \cdot 10^{-6}$
Rejets d'effluents liquides	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$
Total⁷	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv) ⁷
Rejets d'effluents à l'atmosphère	$6,4 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Rejets liquides	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	$7,4 \cdot 10^{-4}$
Total⁷	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$8,8 \cdot 10^{-5}$	$7,6 \cdot 10^{-4}$

⁷ Les valeurs présentées sont arrondies. Les totaux sont calculés à partir des valeurs exactes et ne sont donc pas la somme des valeurs arrondies.

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à 1.10^{-2} mSv/an pour l'adulte et l'enfant de 10 ans et à 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 2025 sont plus de 100 fois inférieures à la limite d'exposition fixée à 1 mSv par an pour la population, par l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique. L'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du CNPE est exposé à une dose efficace inférieure ou égale à la dose calculée pour la personne représentative, présentée ci-dessus.

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

Partie VIII - Gestion des déchets

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

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

La démarche industrielle repose sur 4 principes :

- Limiter les quantités produites et la nocivité des déchets ;
- Trier par nature et niveau de radioactivité ;
- Conditionner et préparer la gestion à long terme ;
- Isoler les déchets de l'homme et de l'environnement.

Pour les installations nucléaires de base du CNPE de Gravelines, la limitation de la production des déchets se traduit par la réduction, pour atteindre des valeurs aussi basses que possible, du volume et de l'activité des déchets dès la phase d'achat de matériel ou de la prestation, durant la phase de préparation des chantiers et lors de leur réalisation.

I. Les déchets radioactifs

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

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

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

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

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

1. Les catégories de déchets radioactifs

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

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

Ces déchets proviennent essentiellement :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

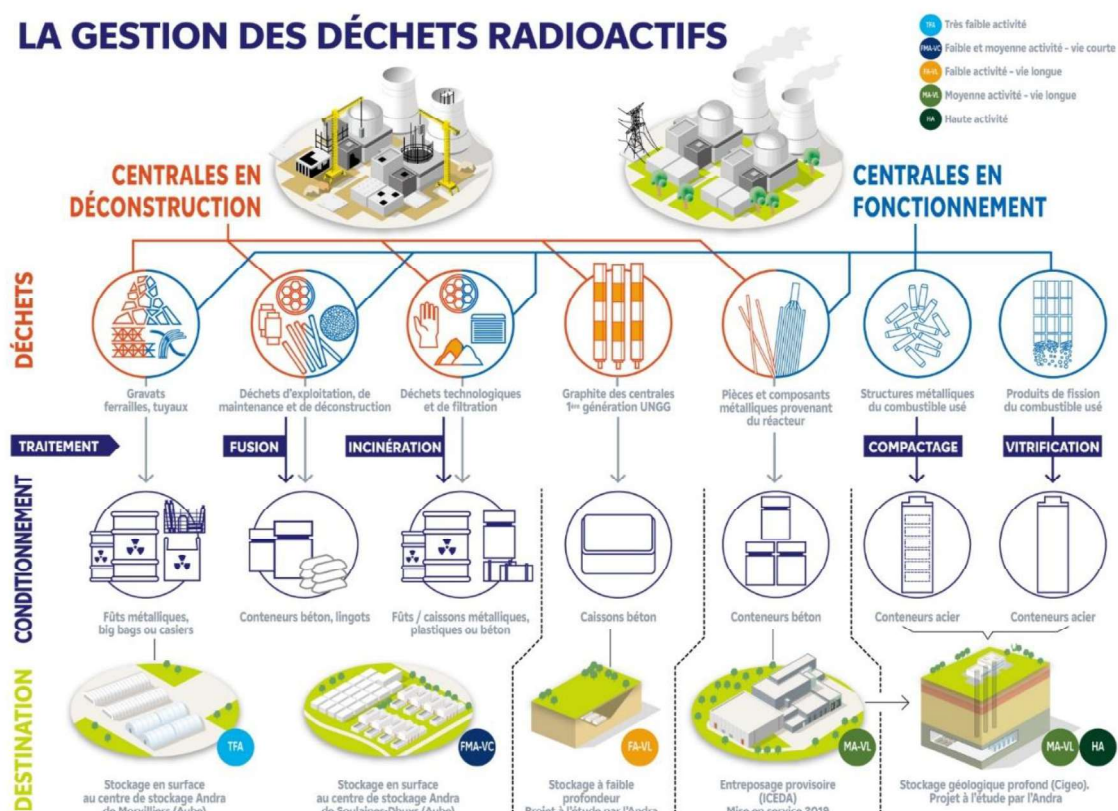


Figure 7 : Gestion des déchets Radioactifs (Source : EDF)

3. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2025

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2025 pour les 6 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Gravelines.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2025	Commentaires
TFA	343,87 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA
FMAVC (Liquides)	21,23 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants...
FMAVC (Solides)	420,61 tonnes	Localisation Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires et Bâtiment Auxiliaire de Conditionnement (BAC)
MAVL	504 objets	Concerne les grappes et les étuis dans les piscines de désactivation (déchets technologiques, galette inox, bloc béton et chemise graphite)

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2025 pour les 6 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Gravelines.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2025	Type d'emballage
TFA	243 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC	87 colis	Coques béton
FMAVC	347 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
FMAVC	2 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2025 pour les 6 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Gravelines.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	384
CSA à Soulaines	1 763
Centraco à Marcoule	4 176
ICEDA au Bugey	0

En 2025, 6 323 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra).

II. Les déchets non radioactifs

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

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

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

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

Le tableau ci-dessous présente les quantités de déchets conventionnels produites en 2025 par les INB d'EDF.

Quantités 2025 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	produits	valorisés	produits	valorisés	produits	valorisés	produits	valorisés
Sites en exploitation	290	245	3 154	3 100	4 118	4 118	7 568	7 464
Sites en déconstruction	/	/	/	/	/	/	/	/

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 2025, les 6 unités de production du CNPE de Gravelines ont produit 7 568 tonnes de déchets conventionnels : 98,6 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

ASNR - Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection

BAN - Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires

CCE - Condition Climatique Exceptionnelle

CNPE - Centre Nucléaire de Production d'Électricité

COT - Carbone Organique Total

CRL - Chlore Résiduel Libre

DBO5 - Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours

DCO - Demande Chimique en Oxygène

DD - Déchet Dangereux

DI - Déchet Inerte

DUS - Diesel d'Ultime Secours

DVN - Système de ventilation du BAN

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

ESE - Évènement Significatif Environnement

FAVL - Faible Activité à Vie Longue

FMA - Faible Moyenne Activité

GES - Gaz à Effet de Serre

ICEDA - Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés

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

MAVL - Moyenne Activité à Vie Longue

MES - Matières En Suspension

NOx - Oxyde d'azote

PA - Produit d'Activation

PF - Produit de Fission

PEHD – Polyéthylène Haute Densité

REX - Retour d'Expérience

REP - Réacteur à Eau Pressurisée

S - Bâche de stockage

SD - Seuil de Décision

SE - Situation Exceptionnelle

SEK – Système d'Effluents de type K (effluent Ex)

SME - Système de Management de l'Environnement

SMP - Station Multi Paramètres

SOx - Oxyde de soufre

T - Bâche de tête

TAC - Turbine à Combustion

TEG – Traitement des Effluents gazeux

TEU - Traitement des Effluents Usés

TFA - Très Faible Activité

THE - Très Haute Efficacité

THM - TriHaloMéthanes

UFC - Unité Formant Colonie

ZER - Zone à Émergence Réglementée

ZDC - Zone à Déchet Conventionnel

ZPPDN - Zone à Production Possible de Déchet Nucléaire

ANNEXE 1

Résultats du suivi des rejets des miniblocs (épuration des eaux usées)

Janvier									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	190	1000	1040	1,5	5,8	22	99%	99%	98%
MB3	84	370	543	4	37	119	95%	90%	78%
MB4	110	290	466	1,5	8,3	38	99%	97%	92%
MB5	180	170	597	4	11	59	98%	94%	90%
MB6	140	440	570	3	18	56	98%	96%	90%
MB7	98	140	393	1,5	5,7	82	98%	96%	79%
MB8	310	380	1240	1,5	4,9	33	100%	99%	97%
MB9	290	430	1080	9	45	72	97%	90%	93%
MB10	47	93	223	8	1,05	11	83%	99%	95%
MB11	60	110	277	1,5	18	29	98%	84%	90%

Février									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	480	1100	1400	3	11	39	99%	99%	97%
MB3	350	540	1190	5	26	110	99%	95%	91%
MB4	200	230	787	4	26	99	98%	89%	87%
MB5	190	260	685	3	19	72	98%	93%	89%
MB6	160	320	658	5	27	78	97%	92%	88%
MB7	140	250	618	3	2	13	98%	99%	98%
MB8	570	1100	2390	5	15	78	99%	99%	97%
MB9	420	500	1490	3	3,5	50	99%	99%	97%
MB10	32	41	123	3	4	10	91%	90%	92%
MB11	99	210	620	3	4,5	15	97%	98%	98%

Mars									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	260	320	1010	4	6,5	31	98%	98%	97%
MB3	270	260	1120	13	24	104	95%	91%	91%
MB4	110	260	678	4	30	68	96%	88%	90%
MB5	300	250	848	13	48	245	96%	81%	71%
MB6	85	270	314	3	8,4	48	96%	97%	85%
MB7	210	270	655	3	4,2	29	99%	98%	96%
MB8	440	680	1220	7	17	83	98%	98%	93%
MB9	310	1300	1150	6	17	103	98%	99%	91%
MB10	270	240	1260	3	4,6	19	99%	98%	98%
MB11	0	0	0	0	0	0	-	-	-

Avril									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	400	520	1180	11	23	67	97%	96%	94%
MB3	470	370	1190	12	22	121	97%	94%	90%
MB4	240	460	1020	3	23	50	99%	95%	95%
MB5	91	190	247	7	28	122	92%	85%	51%
MB6	170	400	694	3	8	51	98%	98%	93%
MB7	280	290	855	6	7,4	33	98%	97%	96%
MB8	470	630	1450	8	31	116	98%	95%	92%
MB9	450	380	1260	7	26	120	98%	93%	90%
MB10	330	620	1240	3	7,2	28	99%	99%	98%
MB11	290	1500	2290	3	3,4	10	99%	100%	100%

Mai									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	500	770	1960	9	19	99	98%	98%	95%
MB3	450	290	1160	5	7,4	55	99%	97%	95%
MB4	100	250	688	1,5	17	39	99%	93%	94%
MB5	270	206	794	3	14	57	99%	93%	93%
MB6	330	550	1350	3	13	40	99%	98%	97%
MB7	160	150	622	1,5	3,6	53	99%	98%	91%
MB8	120	250	603	3	10	54	98%	96%	91%
MB9	340	440	1270	5	20	75	99%	95%	94%
MB10	78	290	474	1,5	4,2	20	98%	99%	96%
MB11	38	86	204	1,5	1	5	96%	99%	98%

Juin									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	360	2300	3870	1,5	5,6	47	100%	100%	99%
MB3	140	260	643	4	23	78	97%	91%	88%
MB4	150	520	435	1,5	6,3	36	99%	99%	92%
MB5	300	240	936	4	21	72	99%	91%	92%
MB6	200	430	859	1,5	8	39	99%	98%	95%
MB7	280	540	1410	1,5	6	35	99%	99%	98%
MB8	540	430	1440	1,5	4,9	16	100%	99%	99%
MB9	320	440	1040	9	34	121	97%	92%	88%
MB10	64	330	412	4	2	52	94%	99%	87%
MB11	73	280	304	1,5	5,3	23	98%	98%	92%

Juillet									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	330	320	1020	1,5	6,8	51	100%	98%	95%
MB3	150	140	636	3	8,3	70	98%	94%	89%
MB4	120	610	809	1,5	19	52	99%	97%	94%
MB5	270	120	836	1,5	20	76	99%	83%	91%
MB6	150	290	626	1,5	3,7	25	99%	99%	96%
MB7	210	180	667	10	12	80	95%	93%	88%
MB8	160	240	619	1,5	1	21	99%	100%	97%
MB9	110	210	480	1,5	19	72	99%	91%	85%
MB10	16	42	97	1,5	2,9	5	91%	93%	95%
MB11	110	500	1140	1,5	1	19	99%	100%	98%

Août									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	300	330	913	1,5	2,7	54	100%	99%	94%
MB3	360	210	944	1,5	10	58	100%	95%	94%
MB4	11	62	276	1,5	8,2	38	86%	87%	86%
MB5	120	260	455	6	26	69	95%	90%	85%
MB6	170	320	624	1,5	1	5	99%	100%	99%
MB7	260	240	780	3	2,5	37	99%	99%	95%
MB8	450	380	1310	1,5	4	29	100%	99%	98%
MB9	360	330	1340	20	14	63	94%	96%	95%
MB10	120	92	428	1,5	1	14	99%	99%	97%
MB11	56	460	682	1,5	3,2	14	97%	99%	98%

Septembre									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	230	320	697	8	24	86	97%	93%	88%
MB3	260	240	628	5	19	82	98%	92%	87%
MB4	120	320	596	1,5	16	55	99%	95%	91%
MB5	240	400	883	4	8,2	33	98%	98%	96%
MB6	230	350	676	1,5	1	29	99%	100%	96%
MB7	270	330	883	1,5	9,6	29	99%	97%	97%
MB8	790	280	1470	1,5	1	21	100%	100%	99%
MB9	160	310	615	7	34	97	96%	89%	84%
MB10	200	810	1490	5	7,6	54	98%	99%	96%
MB11	100	430	538	1,5	1	11	99%	100%	98%

Octobre									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	300	370	1000	1,5	7,8	65	100%	98%	94%
MB3	280	210	913	11	31	115	96%	85%	87%
MB4	220	640	1060	1,5	10	55	99%	98%	95%
MB5	320	420	1150	7	39	81	98%	91%	93%
MB6	130	240	451	1,5	1	34	99%	100%	92%
MB7	380	550	1010	1,5	1	23	100%	100%	98%
MB8	890	830	2130	1,5	1	26	100%	100%	99%
MB9	320	460	1110	3	3,1	48	99%	99%	96%
MB10	220	1400	1410	4	16	37	98%	99%	97%
MB11	58	530	1070	1,5	3,9	5	97%	99%	100%

Novembre									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	280	470	1050	3	7,4	49	99%	98%	95%
MB3	150	190	545	3	10	71	98%	95%	87%
MB4	180	200	621	1,5	10	51	99%	95%	92%
MB5	560	780	1220	7	15	54	99%	98%	96%
MB6	180	230	470	1,5	3,7	25	99%	98%	95%
MB7	190	320	642	7	9,4	37	96%	97%	94%
MB8	760	940	1690	3	5,1	33	100%	99%	98%
MB9	260	330	875	11	28	102	96%	92%	88%
MB10	62	160	130	4	5,3	33	94%	97%	75%
MB11	200	220	430	4	2,6	16	98%	99%	96%

Décembre									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	180	200	580	3	10	39	98%	95%	93%
MB3	230	320	795	3	7,2	67	99%	98%	92%
MB4	140	470	711	1,5	6,8	46	99%	99%	94%
MB5	370	780	1390	1,5	19	69	100%	98%	95%
MB6	69	180	380	1,5	2,2	5	98%	99%	99%
MB7	180	160	470	3	5,8	38	98%	96%	92%
MB8	150	520	1410	4	7,8	37	97%	99%	97%
MB9	360	350	940	12	9,7	74	97%	97%	92%
MB10	68	120	357	1,5	2	13	98%	98%	96%
MB11	100	610	554	1,5	40	59	99%	93%	89%

ANNEXE 2

Suivi radio-écologique réglementaire du CNPE de Gravelines - Année 2024



ASNR Autorité de
sûreté nucléaire
et de radioprotection

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

CAMPAGNE DE PRÉLÈVEMENTS ET DE MESURES RADIOÉCOLOGIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT DU SITE EDF DE GRAVELINES

ANNÉE 2024

Rapport d'étude N° Rapport ASNR/2025-00408

DIRECTION DE L'EXPERTISE ET DE LA RECHERCHE EN ENVIRONNEMENT

TABLE DES MATIÈRES

1. OBJET.....	5
2. COMPTE-RENDU D'ÉCHANTILLONNAGES ET D'ANALYSES.....	6
2.1. Localisation des prélèvements terrestres et aquatiques	7
2.2. Identification des échantillons et analyses terrestres – échantillons annuels	9
2.3. Identification des échantillons et analyses terrestres – échantillons trimestriels	11
2.4. Identification des échantillons et analyses aquatiques	12
2.5. Identification des échantillons et analyses d'eau	13
3. RÉSULTATS D'ANALYSES.....	14
3.1. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons terrestres – radionucléides naturels	15
3.2. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons terrestres – radionucléides artificiels	16
3.3. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons aquatiques – radionucléides naturels.....	17
3.4. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons aquatiques – radionucléides artificiels	18
3.5. Carbone 14 – échantillons terrestres – échantillons annuels.....	19
3.6. Carbone 14 – échantillons terrestres – échantillons trimestriels.....	19
3.7. Carbone-14 – échantillons aquatiques	20
3.8. Tritium libre – échantillons terrestres	21
3.9. Tritium libre – échantillons aquatiques	21
3.10. Tritium libre – échantillons d'eaux	21
3.11. Tritium organiquement lié – échantillons terrestres.....	22
3.12. Tritium organiquement lié – échantillons aquatiques	22
4. FICHES DE CONSTAT	23
ANNEXES	26

1. OBJET

Dans le cadre du marché relatif aux « Mesures radioécologiques pour les CNPE et les sites en déconstruction d'EDF – Année 2024 », des prélèvements et des analyses (référence à la note EDF D455623003495 C) sont réalisées pour respecter les prescriptions réglementaires relatives à la surveillance radiologique de l'environnement (marché N° C4C1075180).

Les mesures ont été réalisées par l'IRSN puis l'ASNR, les prélèvements et traitements d'échantillons par le GME IRSN/OTND. Les prélèvements trimestriels de végétaux sont effectués par le site EDF. Les mesures de radioactivité de l'environnement réalisées à titre réglementaire sont effectuées par des laboratoires agréés par l'Autorité de Sûreté Nucléaire pour les mesures de radioactivité de l'environnement (portée détaillée de l'agrément disponible sur le site Internet de l'Autorité de Sûreté Nucléaire).

Les résultats des analyses de carbone 14 et spectrométrie gamma sont exprimés en Bq/kg frais ou en Bq/L pour les produits biologiques solides ou liquides directement consommables par l'homme (produits alimentaires) et en Bq/kg sec pour les produits biologiques non directement consommables par l'homme. Tous les résultats de mesures de tritium libre et de tritium organiquement lié sont exprimés en Bq/kg ou Bq/L de produit frais quelle que soit la matrice, consommable directement par l'homme ou non, sauf pour les sols et les sédiments où l'unité est Bq/kg sec. Les résultats des mesures sont exprimés à la date de prélèvement des échantillons. L'intégralité des résultats de la surveillance de la radioactivité de l'environnement réalisée à titre réglementaire est destinée à être consultable sur le site internet du RNM (www.mesure-radioactivite.fr).

2. COMPTE-RENDU D'ÉCHANTILLONNAGES ET D'ANALYSES

Les rapports de masse utilisés sont définis comme suit :

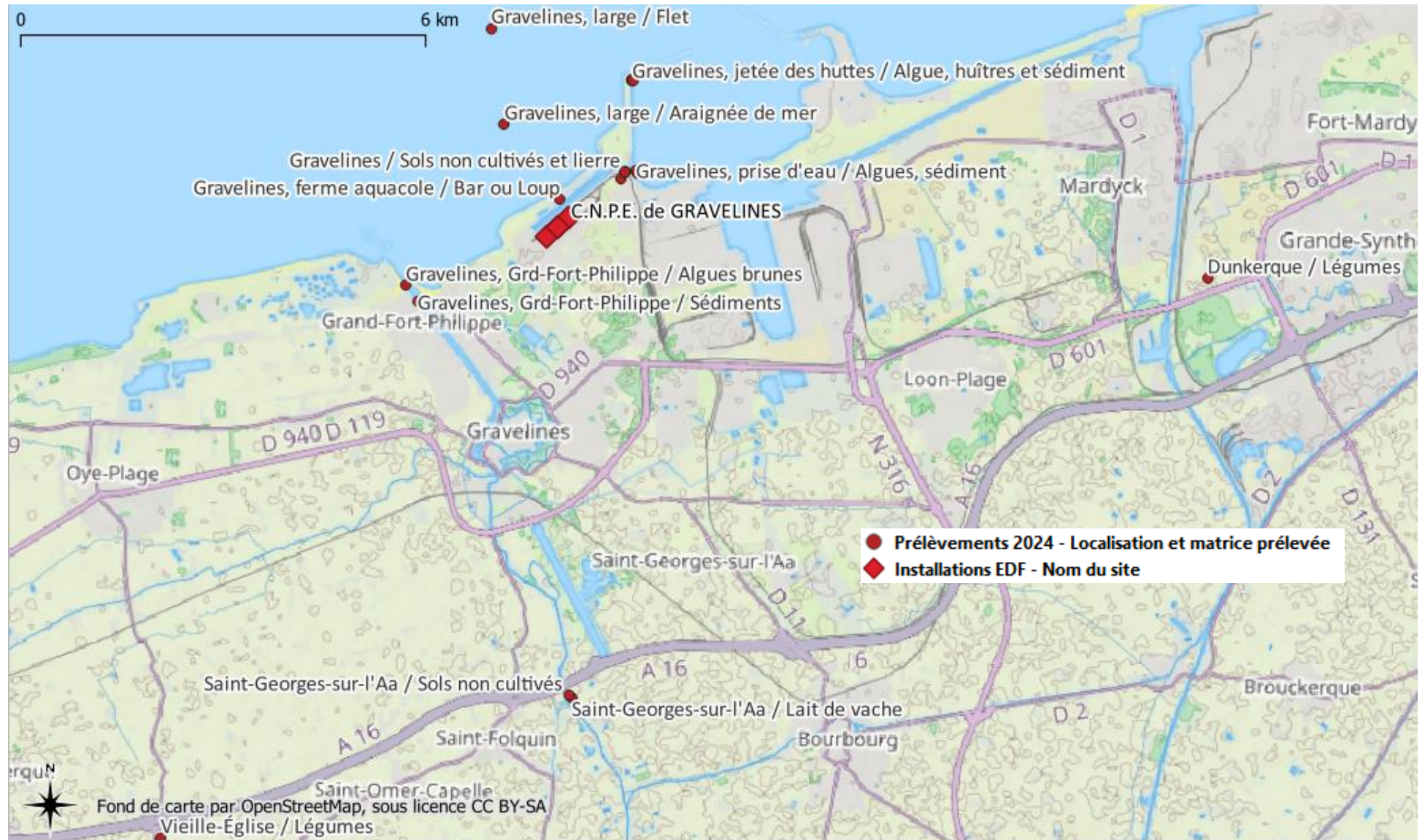
- Frais/Sec : rapport de masse entre l'échantillon frais et l'échantillon sec ;
- Sec/Cendres : rapport de masse entre l'échantillon sec et l'échantillon en cendres ;
- Vi/PSec : rapport entre le volume initial (en litres) et la masse de l'échantillon sec.

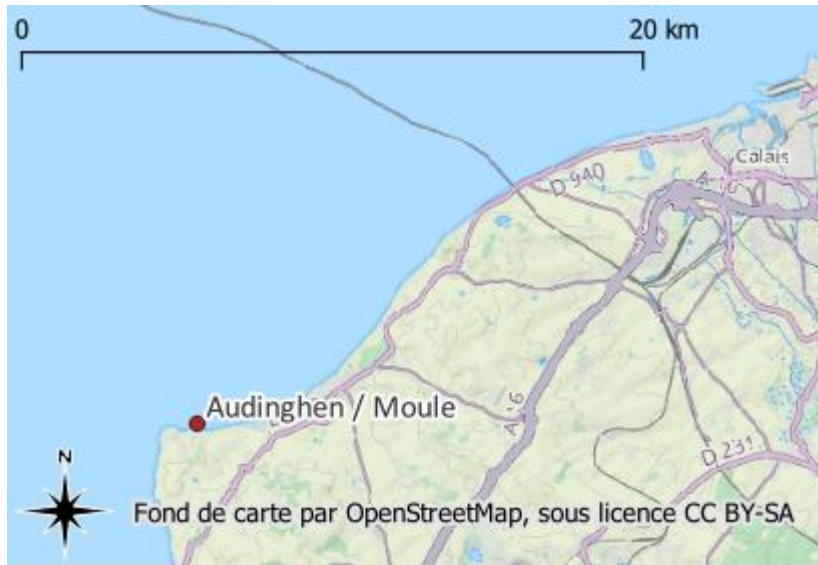
Dans les tableaux des pages suivantes, pour le milieu aquatique :

Prélèvements en champ lointain

Prélèvements en champ proche

2.1. Localisation des prélèvements terrestres et aquatiques





● Prélèvements 2024 - Localisation et matrice prélevée

2.2. Identification des échantillons et analyses terrestres – échantillons annuels

Situation par rapport au C.N.P.E.	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Commentaire	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
6,87 km S	Saint-Georges-sur-l'Aa	02,13852	50,95201	SOLPA_STGAA, horizon 0-5cm	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	Produit de tamisage <i>Tamisé < 2000 µm</i>	D24GRA34-21	20/08/2024	Gamma (Sec)	1,26	-
6,92 km S	Saint-Georges-sur-l'Aa	02,13910	50,95163	LAIVA_STGAA	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	D24GRA34-17	20/08/2024	C-14 par AMS (LMC14) (Sec)	7,40	-
6,92 km S	Saint-Georges-sur-l'Aa	02,13910	50,95163	LAIVA_STGAA	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	D24GRA34-17	20/08/2024	C élémentaire (Sec)	7,40	-
6,92 km S	Saint-Georges-sur-l'Aa	02,13910	50,95163	LAIVA_STGAA	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	D24GRA34-17	20/08/2024	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	7,40	-
6,92 km S	Saint-Georges-sur-l'Aa	02,13910	50,95163	LAIVA_STGAA	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	D24GRA34-17	20/08/2024	H-3 libre (Liquide)	7,40	-
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-16	20/08/2024	C-14 par AMS (LMC14) (Sec)	16,00	-
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-16	20/08/2024	Gamma (Cendre)	16,69	5,27
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-16	20/08/2024	C élémentaire (Sec)	16,00	-
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-16	20/08/2024	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	16,00	-
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-16	20/08/2024	H-3 lié (Sec)	16,00	-
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-16	20/08/2024	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	16,00	-
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-16	20/08/2024	H-3 libre (Liquide)	16,00	-
1,31 km ENE	Gravelines	02,14817	51,02083	SOLPA_GRA1K - horizon 0-5cm	Sols non cultivés	Sol de friche	Produit de tamisage <i>Tamisé < 2000 µm</i>	D24GRA03-10	15/01/2024	Gamma (Sec)	1,10	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14901	51,02165	LIERR_GRA1K	Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles (y compris les aiguilles de conifères pour RNM)	D24GRA03-8	15/01/2024	H-3 lié (Sec)	2,74	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14901	51,02165	LIERR_GRA1K	Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles (y compris les aiguilles de conifères pour RNM)	D24GRA03-8	15/01/2024	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	2,74	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14901	51,02165	LIERR_GRA1K	Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles (y compris les aiguilles de	D24GRA03-8	15/01/2024	H-3 libre (Liquide)	2,74	-

Rapport d'étude N° ASNR/2025-00408

Situation par rapport au C.N.P.E.	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Commentaire	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
							conifères pour RNM)					
9,73 km E	Dunkerque	02,27210	51,00828	SALAD_GDSYN	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-19	20/08/2024	C-14 par AMS (LMC14) (Sec)	15,90	-
9,73 km E	Dunkerque	02,27210	51,00828	SALAD_GDSYN	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-19	20/08/2024	Gamma (Cendre)	18,05	6,42
9,73 km E	Dunkerque	02,27210	51,00828	SALAD_GDSYN	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-19	20/08/2024	C élémentaire (Sec)	15,90	-
9,73 km E	Dunkerque	02,27210	51,00828	SALAD_GDSYN	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-19	20/08/2024	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	15,90	-
9,73 km E	Dunkerque	02,27210	51,00828	SALAD_GDSYN	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-19	20/08/2024	H-3 lié (Sec)	15,90	-
9,73 km E	Dunkerque	02,27210	51,00828	SALAD_GDSYN	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-19	20/08/2024	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	15,90	-
9,73 km E	Dunkerque	02,27210	51,00828	SALAD_GDSYN	Légumes	Salade	Parties aériennes	D24GRA34-19	20/08/2024	H-3 libre (Liquide)	15,90	-

2.3. Identification des échantillons et analyses terrestres – échantillons trimestriels

Situation par rapport au C.N.P.E.	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Commentaire	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
1,41 km ENE	Gravelines	02,14900	51,02160		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Entier	F24TRE14-17	02/04/2024	C-14 par AMS (LMC14) (Sec)	2,73	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14900	51,02160		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Entier	F24TRE14-17	02/04/2024	C élémentaire (Sec)	2,73	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14900	51,02160		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Entier	F24TRE14-17	02/04/2024	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	2,73	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14900	51,02160		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Entier	F24TRE27-42	04/07/2024	C-14 par AMS (LMC14) (Sec)	2,52	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14900	51,02160		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Entier	F24TRE27-42	04/07/2024	C élémentaire (Sec)	2,52	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14900	51,02160		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Entier	F24TRE27-42	04/07/2024	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	2,52	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14903	51,02163		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Entier	F24TRE40-52	01/10/2024	C-14 par AMS (LMC14) (Sec)	2,33	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14903	51,02163		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Entier	F24TRE40-52	01/10/2024	C élémentaire (Sec)	2,33	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14903	51,02163		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Entier	F24TRE40-52	01/10/2024	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	2,33	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14900	51,02160		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Entier	F25TRE01-8	07/01/2025	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	2,95	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14900	51,02160		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Entier	F25TRE01-8	07/01/2025	C élémentaire (Sec)	2,95	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14900	51,02160		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Entier	F25TRE01-8	07/01/2025	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	2,95	-

2.4. Identification des échantillons et analyses aquatiques

Situation par rapport au C.N.P.E.	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Commentaire	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
40,71 km	Audinghen	01,59714	50,87260	MOULA_CAPGN	Mollusques	Moule	Chair	D24GRA34-20	21/08/2024	Gamma (Cendre)	3,22	13,33
40,71 km	Audinghen	01,59714	50,87260	MOULA_CAPGN	Mollusques	Moule	Chair	D24GRA34-20	21/08/2024	H-3 lié (Sec)	4,32	-
40,71 km	Audinghen	01,59714	50,87260	MOULA_CAPGN	Mollusques	Moule	Chair	D24GRA34-20	21/08/2024	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,32	-
1,56 km	Gravelines, prise d'eau	02,15141	51,02193	FUCUS_GRAPE	Algues brunes	Fucus	Entier	D24GRA03-2	16/01/2024	Gamma (Cendre)	5,35	3,13
1,56 km	Gravelines, prise d'eau	02,15182	51,02147	SEDIM_GRAPE	Sédiments	Sédiments	Produit de tamisage Tamisé < 2000 µm	D24GRA03-6	16/01/2024	Gamma (Sec)	1,49	-
1,7 km	Gravelines, large	02,12361	51,02778	CRUST_GRARE	Crustacés	Araignée de mer <i>Maja squinado</i>	Entier	D24GRA24-24	13/06/2024	Gamma (Cendre)	2,58	1,92
1,7 km	Gravelines, large	02,12361	51,02778	CRUST_GRARE	Crustacés	Araignée de mer <i>Maja squinado</i>	Entier	D24GRA24-24	13/06/2024	H-3 lié (Sec)	3,40	-
1,7 km	Gravelines, large	02,12361	51,02778	CRUST_GRARE	Crustacés	Araignée de mer <i>Maja squinado</i>	Entier	D24GRA24-24	13/06/2024	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	3,40	-
2,2 km	Gravelines, Grd-Fort-Philippe	02,10570	51,00414	SEDIM_GDFPH	Sédiments	Sédiments	Produit de tamisage Tamisé < 2000 µm	D24GRA03-5	16/01/2024	Gamma (Sec)	2,12	-
2,26 km	Gravelines, Grd-Fort-Philippe	02,10318	51,00623	FUCUS_GDFPH	Algues brunes	Fucus <i>Fucus spiralis</i>	Entier	D24GRA03-3	16/01/2024	Gamma (Cendre)	7,40	4,20
2,53 km	Gravelines, jetée des huttes	02,15027	51,03381	HUITJ_JETHU	Mollusques	Huître japonaise <i>Crassostrea gigas</i>	Chair	D24GRA03-12	16/01/2024	Gamma (Cendre)	7,85	4,19
2,53 km	Gravelines, jetée des huttes	02,15027	51,03381	HUITJ_JETHU	Mollusques	Huître japonaise <i>Crassostrea gigas</i>	Chair	D24GRA03-12	16/01/2024	H-3 lié (Sec)	7,15	-
2,53 km	Gravelines, jetée des huttes	02,15027	51,03381	HUITJ_JETHU	Mollusques	Huître japonaise <i>Crassostrea gigas</i>	Chair	D24GRA03-12	16/01/2024	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	7,15	-
2,55 km	Gravelines, jetée des huttes	02,15043	51,03396	FUCUS_JETHU	Algues brunes	Fucus	Entier	D24GRA03-4	16/01/2024	Gamma (Cendre)	5,08	3,43
2,55 km	Gravelines, jetée des huttes	02,15043	51,03396	FUCUS_JETHU	Algues brunes	Fucus	Entier	D24GRA03-4	16/01/2024	H-3 lié (Sec)	4,85	-
2,55 km	Gravelines, jetée des huttes	02,15043	51,03396	FUCUS_JETHU	Algues brunes	Fucus	Entier	D24GRA03-4	16/01/2024	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,85	-
2,55 km	Gravelines, jetée des huttes	02,15070	51,03383	SEDIM_JETHU	Sédiments	Sable de plage	Produit de tamisage Tamisé < 2000 µm	D24GRA03-7	16/01/2024	Gamma (Sec)	1,22	-

Situation par rapport au C.N.P.E.	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Commentaire	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
3,11 km	Gravelines, large	02,12056	51,04056	POISS_GRARE	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i> (L.)	Muscle	D24GRA24-25	13/06/2024	Gamma (Cendre)	4,42	13,79
3,11 km	Gravelines, large	02,12056	51,04056	POISS_GRARE	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i> (L.)	Muscle	D24GRA24-25	13/06/2024	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	4,53	-
3,11 km	Gravelines, large	02,12056	51,04056	POISS_GRARE	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i> (L.)	Muscle	D24GRA24-25	13/06/2024	C élémentaire (Sec)	4,53	-
3,11 km	Gravelines, large	02,12056	51,04056	POISS_GRARE	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i> (L.)	Muscle	D24GRA24-25	13/06/2024	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	4,53	-
3,11 km	Gravelines, large	02,12056	51,04056	POISS_GRARE	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i> (L.)	Muscle	D24GRA24-25	13/06/2024	H-3 lié (Sec)	4,53	-
3,11 km	Gravelines, large	02,12056	51,04056	POISS_GRARE	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i> (L.)	Muscle	D24GRA24-25	13/06/2024	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,53	-
0,49 km	Gravelines, ferme aquacole	02,13542	51,01790	BAR_GRAAQ	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	D24GRA03-13	16/01/2024	Gamma (Cendre)	3,21	24,05
0,49 km	Gravelines, ferme aquacole	02,13542	51,01790	BAR_GRAAQ	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	D24GRA03-13	16/01/2024	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	2,65	-
0,49 km	Gravelines, ferme aquacole	02,13542	51,01790	BAR_GRAAQ	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	D24GRA03-13	16/01/2024	C élémentaire (Sec)	2,65	-
0,49 km	Gravelines, ferme aquacole	02,13542	51,01790	BAR_GRAAQ	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	D24GRA03-13	16/01/2024	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	2,65	-
0,49 km	Gravelines, ferme aquacole	02,13542	51,01790	BAR_GRAAQ	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	D24GRA03-13	16/01/2024	H-3 lié (Sec)	2,65	-
0,49 km	Gravelines, ferme aquacole	02,13542	51,01790	BAR_GRAAQ	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	D24GRA03-13	16/01/2024	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	2,65	-

2.5. Identification des échantillons et analyses d'eau

Pas d'analyses réglementaires

3. RÉSULTATS D'ANALYSES

≤ : les valeurs non significatives correspondent à des seuils de décision

3.1. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons terrestres – radionucléides naturels

Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	⁴⁰ K	Famille du ²³² Th	Famille de l' ²³⁸ U			⁷ Be	Unité
										²²⁸ Ac	²³⁴ Th	^{234m} Pa	²¹⁰ Pb		
Gravelines	15/01/2024	Sols	Sol de friche 0 - 5 cm	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MD24GRA03-10	Sec	1,10	12/03/2024	237±17	8,4±1,0	7,9±1,9	≤ 12	14,1±4,5	≤ 1,3	Bq.kg ⁻¹ sec
Saint-Georges-sur-l'Aa	20/08/2024	Sols	Sol de pâturage ou de prairie 0 - 5 cm	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MD24GRA34-21	Sec	1,26	11/12/2024	341±25	20,1±1,3	21,7±4,0	19,0±8,0	25,0±7,0	≤ 3,6	Bq.kg ⁻¹ sec
Vieille-Église	20/08/2024	Légumes	Salades	Parties aériennes	MD24GRA34-16	Cendre	16,69	14/11/2024	114,7±9,1	≤ 0,043	≤ 0,10	≤ 1,4	0,261±0,068	2,14±0,20	Bq.kg ⁻¹ frais
Dunkerque	20/08/2024	Légumes	Salades	Parties aériennes	MD24GRA34-19	Cendre	18,05	18/11/2024	98,3±7,8	≤ 0,052	≤ 0,078	≤ 1,0	0,293±0,060	2,90±0,25	Bq.kg ⁻¹ frais

3.2. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons terrestres – radionucléides artificiels

Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Qualité Frais/Sec	Date de mesure	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	^{123m} Te	Unité
Gravelines	15/01/2024	Sols	Sol de friche 0 - 5 cm	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MD24GRA03-10	Sec	1,10	12/03/2024 ≤ 0,080	1,01±0,11	≤ 0,15	≤ 0,11	≤ 0,12	≤ 0,12	≤ 0,14	≤ 0,24	≤ 0,090	Bq.kg ⁻¹ sec
Saint-Georges-sur-l'Aa	20/08/2024	Sols	Sol de pâturage ou de prairie 0 - 5 cm	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MD24GRA34-21	Sec	1,26	11/12/2024 ≤ 0,12	2,83±0,23	≤ 0,31	≤ 0,13	≤ 0,17	≤ 0,18	≤ 0,38	≤ 0,34	≤ 0,18	Bq.kg ⁻¹ sec
Vieille-Église	20/08/2024	Légumes	Salades	Parties aériennes	MD24GRA34-16	Cendre	16,69	14/11/2024 ≤ 0,0091	≤ 0,0091	≤ 0,022	≤ 0,014	≤ 0,014	≤ 0,011	≤ 0,020	≤ 0,020	≤ 0,0068	Bq.kg ⁻¹ frais
Dunkerque	20/08/2024	Légumes	Salades	Parties aériennes	MD24GRA34-19	Cendre	18,05	18/11/2024 ≤ 0,0069	≤ 0,0069	≤ 0,018	≤ 0,011	≤ 0,010	≤ 0,0086	≤ 0,016	≤ 0,016	≤ 0,0052	Bq.kg ⁻¹ frais

3.3. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons aquatiques – radionucléides naturels

Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	⁴⁰ K	Famille du ²³² Th	Famille de l' ²³⁸ U			⁷ Be	Unité
										²²⁸ Ac	²³⁴ Th	^{234m} Pa	²¹⁰ Pb		
Gravelines, jetée des huttes	16/01/2024	Sédiments	Sable de plage	Produits de tamisage <i>Tamisé < 2000 µm</i>	MD24GRA03-7	Sec	1,22	29/02/2024	183±13	4,10±0,60	5,1±1,2	≤ 11	8,2±2,1	≤ 1,0	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, Grd-Fort-Philippe	16/01/2024	Sédiments	Sédiments non identifiés	Produits de tamisage <i>Tamisé < 2000 µm</i>	MD24GRA03-5	Sec	2,12	11/03/2024	296±21	15,2±1,7	48,0±7,0	43,0±9,0	55±11	51,0±3,9	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, prise d'eau	16/01/2024	Sédiments	Sédiments non identifiés	Produits de tamisage <i>Tamisé < 2000 µm</i>	MD24GRA03-6	Sec	1,49	18/03/2024	241±18	8,20±0,60	12,7±2,5	16,0±9,0	25,0±5,0	6,7±1,2	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, prise d'eau	16/01/2024	Algues	Fucus	Entier	MD24GRA03-2	Cendre	5,35	01/03/2024	1 390±110	5,68±0,70	8,3±1,1	≤ 19	1,88±0,64	12,7±1,1	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, jetée des huttes	16/01/2024	Algues	Fucus	Entier	MD24GRA03-4	Cendre	5,08	15/03/2024	1 380±110	5,42±0,64	9,3±1,3	≤ 10	2,27±0,73	16,7±1,4	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, Grd-Fort-Philippe	16/01/2024	Algues	Fucus <i>Fucus spiralis</i>	Entier	MD24GRA03-3	Cendre	7,40	01/03/2024	1 430±110	9,11±0,72	4,20±0,72	≤ 11	6,2±1,2	19,1±1,7	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, large	13/06/2024	Crustacés aquatiques	Araignée de mer <i>Maja squinado</i>	Entier	MD24GRA24-24	Cendre	2,58	13/12/2024	75,7±6,1	1,35±0,12	1,15±0,22	≤ 3,4	1,86±0,40	≤ 1,8	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, jetée des huttes	16/01/2024	Mollusques aquatiques	Huître japonaise <i>Crassostrea gigas</i>	Chair	MD24GRA03-12	Cendre	7,85	11/02/2025	37,7±3,0	≤ 0,027	0,632±0,088	1,03±0,43	0,255±0,061	≤ 5,2	Bq.kg ⁻¹ frais
Audinghen	21/08/2024	Mollusques aquatiques	Moule	Chair	MD24GRA34-20	Cendre	3,22	13/12/2024	62,1±4,9	0,063±0,019	0,478±0,072	0,96±0,58	0,77±0,14	0,422±0,096	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, ferme aquacole	16/01/2024	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	MD24GRA03-13	Cendre	3,21	10/02/2025	131±10	≤ 0,041	≤ 0,10	≤ 1,4	≤ 0,13	≤ 7,8	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, large	13/06/2024	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i>	Muscle	MD24GRA24-25	Cendre	4,42	13/12/2024	118,2±8,2	≤ 0,025	≤ 0,066	≤ 0,80	≤ 0,082	≤ 0,34	Bq.kg ⁻¹ frais

3.4. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons aquatiques – radionucléides artificiels

Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Qualité	Date de mesure	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	²⁴¹ Am	^{108m} Ag	^{123m} Te	Unité
Gravelines, jetée des huttes	16/01/2024	Sédiments	Sable de plage	Produits de tamisage <i>Tamisé < 2000 µm</i>	MD24GRA03-7	Sec	29/02/2024	≤ 0,070	0,080 ±0,041	≤ 0,10	≤ 0,090	≤ 0,090	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 0,18	≤ 0,090	≤ 0,070	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, Grd-Fort-Philippe	16/01/2024	Sédiments	Sédiments non identifiés	Produits de tamisage <i>Tamisé < 2000 µm</i>	MD24GRA03-5	Sec	11/03/2024	≤ 0,11	2,17 ±0,19	≤ 0,17	0,37 ±0,10	≤ 0,15	≤ 0,13	≤ 0,17	≤ 0,31	1,72±0,29	≤ 0,13	≤ 0,12	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, prise d'eau	16/01/2024	Sédiments	Sédiments non identifiés	Produits de tamisage <i>Tamisé < 2000 µm</i>	MD24GRA03-6	Sec	18/03/2024	≤ 0,090	0,78 ±0,10	≤ 0,16	0,130 ±0,070	≤ 0,12	≤ 0,11	≤ 0,17	≤ 0,25	0,58±0,15	≤ 0,11	≤ 0,10	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, prise d'eau	16/01/2024	Algues	Fucus	Entier	MD24GRA03-2	Cendre	01/03/2024	≤ 0,067	0,169 ±0,041	≤ 0,12	0,160 ±0,064	≤ 0,10	≤ 0,096	≤ 0,10	≤ 0,16	≤ 0,099	≤ 0,096	≤ 0,045	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, jetée des huttes	16/01/2024	Algues	Fucus	Entier	MD24GRA03-4	Cendre	15/03/2024	≤ 0,067	0,204 ±0,041	≤ 0,13	0,151 ±0,047	≤ 0,099	≤ 0,082	≤ 0,12	≤ 0,17	≤ 0,11	≤ 0,090	≤ 0,052	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, Grd-Fort-Philippe	16/01/2024	Algues	Fucus <i>Fucus spiralis</i>	Entier	MD24GRA03-3	Cendre	01/03/2024	≤ 0,072	0,241 ±0,043	≤ 0,12	0,212 ±0,062	≤ 0,098	≤ 0,098	≤ 0,10	≤ 0,17	≤ 0,10	≤ 0,095	≤ 0,050	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, large	13/06/2024	Crustacés aquatiques	Araignée de mer <i>Maja squinado</i>	Entier	MD24GRA24-24	Cendre	13/12/2024	≤ 0,026	0,026 ±0,016	≤ 0,14	≤ 0,032	≤ 0,048	≤ 0,048	≤ 0,18	≤ 0,071	≤ 0,034	≤ 0,032	≤ 0,042	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, jetée des huttes	16/01/2024	Mollusques aquatiques	Huître japonaise <i>Crassostrea gigas</i>	Chair	MD24GRA03-12	Cendre	11/02/2025	≤ 0,0067	0,0122 ±0,0030	≤ 0,24	0,0122 ±0,0049	0,219 ±0,021	≤ 0,012	≤ 0,39	≤ 0,015	≤ 0,0097	0,0103 ±0,0024	≤ 0,021	Bq.kg ⁻¹ frais
Audinghen	21/08/2024	Mollusques aquatiques	Moule	Chair	MD24GRA34-20	Cendre	13/12/2024	≤ 0,0058	0,0112 ±0,0033	≤ 0,019	≤ 0,0084	≤ 0,0089	≤ 0,0070	≤ 0,016	≤ 0,014	≤ 0,0068	≤ 0,0072	≤ 0,0054	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, ferme aquacole	16/01/2024	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	MD24GRA03-13	Cendre	10/02/2025	≤ 0,012	0,0790 ±0,0078	≤ 0,43	≤ 0,014	≤ 0,030	≤ 0,021	≤ 0,62	≤ 0,023	≤ 0,012	≤ 0,012	≤ 0,036	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, large	13/06/2024	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i>	Muscle	MD24GRA24-25	Cendre	13/12/2024	≤ 0,0056	0,0517 ±0,0049	≤ 0,033	≤ 0,0082	≤ 0,0098	≤ 0,0080	≤ 0,036	≤ 0,013	≤ 0,0074	≤ 0,0067	≤ 0,0076	Bq.kg ⁻¹ frais

3.5. Carbone 14 – échantillons terrestres – échantillons annuels

Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Frais/Sec	Date de mesure ¹⁴ C	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ de C)	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	C TOT. (kg.kg ⁻¹ sec ou frais ou kg.L ⁻¹)	Unité
Vieille-Église	20/08/2024	Légumes	Salades	Parties aériennes	MD24GRA34-16	16,00	20/03/2025	222,0±2,6	5,467±0,064	0,025	Frais
Dunkerque	20/08/2024	Légumes	Salades	Résidu sec obtenu après lyophilisation	MD24GRA34-19	15,90	20/03/2025	221,8±2,6	5,205±0,061	0,023	Frais
Saint-Georges-sur-l'Aa	20/08/2024	Produits laitiers	Lait de vache	Résidu sec obtenu après lyophilisation	MD24GRA34-17	7,40	20/03/2025	227,3±2,6	16,18±0,19	0,071	Liquide

3.6. Carbone 14 – échantillons terrestres – échantillons trimestriels

Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Frais/Sec	Date de mesure ¹⁴ C	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ de C)	δ ^{12/13} C (‰)	pMC (%)	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	C TOT. (kg.kg ⁻¹ sec ou frais ou kg.L ⁻¹)	Unité
Gravelines	02/04/2024	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	MF24TRE14-17	2,73	06/02/2025	232,2±2,6	-26,87	103,1±1,2	107,4±1,2	0,46	Sec
Gravelines	04/07/2024	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	MF24TRE27-42	2,52	20/03/2025	234,0±2,7	-27,16	104,0±1,2	107,9±1,2	0,46	Sec
Gravelines	01/10/2024	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	MF24TRE40-52	2,33	21/05/2025	238,0±2,7	-28,38	106,0±1,2	109,0±1,2	0,46	Sec
Gravelines	07/01/2025	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	MF25TRE01-8	2,95	04/05/2025	235±10	-28,8	104,8±4,5	109,1±4,6	0,46	Sec

3.7. Carbone-14 – échantillons aquatiques

Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Frais/Sec	Date de mesure ¹⁴ C	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ de C)	¹⁴ C (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	C TOT. (kg.kg ⁻¹ sec ou frais ou kg.L ⁻¹)	Unité
Gravelines, ferme aquacole	16/01/2024	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	MD24GRA03-13	2,65	23/03/2025	226,0±9,0	51,5±2,1	0,23	Frais
Gravelines, au large	13/06/2024	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i>	Muscle	MD24GRA24-25	4,53	23/03/2025	300±12	30,6±1,2	0,1	Frais

3.8. Tritium libre – échantillons terrestres

Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Frais/Sec	Date de mesure	³ H libre (Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation)	³ H libre (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité
Vieille-Église	20/08/2024	Légumes	Salades	Partie aérienne	MD24GRA34-16	16,00	12/11/2024	≤ 0,70	≤ 0,66	Bq.kg ⁻¹ frais
Dunkerque	20/08/2024	Légumes	Salades	Partie aérienne	MD24GRA34-19	15,90	12/11/2024	≤ 0,70	≤ 0,66	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines	15/01/2024	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	MD24GRA03-8	2,74	03/04/2024	3,20±0,80	2,03±0,51	Bq.kg ⁻¹ frais
Saint-Georges-sur-l'Aa	20/08/2024	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	MD24GRA34-17	7,40	18/10/2024	≤ 0,60	≤ 0,52	Bq.L ⁻¹ d'ECH.

3.9. Tritium libre – échantillons aquatiques

Pas d'analyses réglementaires

3.10. Tritium libre – échantillons d'eaux

Pas d'analyses réglementaires

3.11. Tritium organiquement lié – échantillons terrestres

Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité
Vieille-Église	20/08/2024	Légumes	Salades	Partie aérienne	MD24GRA34-16	16,00	19/01/2025	1,40±0,70	0,044±0,022	Bq.kg ⁻¹ frais
Dunkerque	20/08/2024	Légumes	Salades	Partie aérienne	MD24GRA34-19	15,90	19/01/2025	0,90±0,60	0,030±0,020	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines	15/01/2024	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	MD24GRA03-8	2,74	23/06/2024	2,90±0,70	0,64±0,16	Bq.kg ⁻¹ frais

3.12. Tritium organiquement lié – échantillons aquatiques

Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg ⁻¹ sec ou frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité
Gravelines, large	13/06/2024	Crustacés aquatiques	Araignée de mer <i>Maja squinado</i>	Entier	MD24GRA24-24	3,40	15/02/2025	5,10±0,80	0,97±0,16	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, jetée des huttes	16/01/2024	Mollusques aquatiques	Huître japonaise <i>Crassostrea gigas</i>	Chair	MD24GRA03-12	7,15	26/11/2024	3,80±0,80	0,308±0,066	Bq.kg ⁻¹ frais
Audinghen	21/08/2024	Mollusques aquatiques	Moule non identifiée <i>Plusieurs genres concernés</i>	Chair	MD24GRA34-20	4,32	19/01/2025	3,10±0,70	0,408±0,094	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, ferme aquacole	16/01/2024	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	MD24GRA03-13	2,65	26/11/2024	1,10±0,70	0,32±0,20	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, au large	13/06/2024	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i>	Muscle	MD24GRA24-25	4,53	26/01/2025	3,40±0,70	0,461±0,097	Bq.kg ⁻¹ frais

4. FICHES DE CONSTAT

FICHE DE CONSTAT du GME IRSN-OTND / EDF

1. Contexte

N° De la fiche 2024-GRA-01
 Nom du C.N.P.E. : GRAVELINES Milieu
 Terrestre Aquatique Marin

Type d'étude :

Suivi Annuel Décennale Réglementaire Quinquennale Autre :

Station Matrice
 Analyse Autre :
 Pérenne


2. Description

Dans le cahier des charges, deux mollusques identiques sont demandés à la Jetée des Huttes et au Cap Gris Nez. Habituellement, des moules sont échantillonnées à cet effet. Cette année, comme depuis 2021, aucune moule n'était présente à la Jetée des Huttes, malgré une prospection approfondie, et cet échantillon a dû être remplacé par des huîtres, abondantes à cette station depuis 2021. Les deux mollusques seront donc d'espèces différentes en champ proche et en champ lointain en 2024 (il n'y a pas d'huîtres au Cap Gris Nez).

3. Solution proposée

Les analyses demandées seront réalisées sur deux mollusques différents. Etant donné la compétition (habituellement mutuellement exclusive) existant entre les huîtres et les moules pour l'implantation à la côte, il est fort probable que le gisement de moules de la Jetée des Huttes ait été durablement supplanté par les huîtres. Cette fiche de constat est donc à considérer comme pérenne.

Date	Signature
30/10/2024	Romane AUBRY

Date	Signature coordonnateur IRSN
	

4. Solution retenue

Date	Signature coordonnateur EDF
	<p>CHAMPEL Sophie</p> <p><small>Signature numérique de CHAMPEL Sophie Date : 2025.07.21 14:23:38 +02'00'</small></p>

FICHE DE CONSTAT du GME IRSN-OTND / EDF
--

1. Contexte

N° De la fiche	2024-GRA-03
Nom du C.N.P.E. : GRAVELINES	Milieu
	<input checked="" type="checkbox"/> Terrestre <input type="checkbox"/> Aquatique <input type="checkbox"/> Marin
Type d'étude :	
<input type="checkbox"/> Suivi Annuel <input type="checkbox"/> Décennale <input checked="" type="checkbox"/> Réglementaire <input type="checkbox"/> Quinquennale <input type="checkbox"/> Autre :	
<input checked="" type="checkbox"/> Station	<input type="checkbox"/> Matrice
<input type="checkbox"/> Analyse	<input type="checkbox"/> Autre :
<input checked="" type="checkbox"/> Pérenne	


2. Description

Dans le cahier des charges, une salade est demandée hors vent dans le secteur de Gravelines, Saint-Georges, Bourbourg, Saint-Folquin. Ces dernières années, l'IRSN se rendait à Gravelines Pont de Pierre, mais le maraîcher qui y était localisé a cessé son activité en 2021. Malgré une prospection approfondie, il n'a pas été possible de trouver de maraîcher produisant des salades (ou autre légumes feuilles) dans le secteur hors influence et à moins de 20 km du CNPE. Seul un maraîcher produisant de la chicorée a été identifié en 2022 (Le pissenlit des dunes), mais cette matrice n'a pas été retenue.


3. Solution proposée

Les analyses demandées sur les salades de Gravelines ne pourront être réalisées en 2024, le prélèvement n'ayant pu être effectué.

Date	Signature
30/10/2024	Romane AUBRY

Date	Signature coordonnateur IRSN
	

4. Solution retenue

Date	Signature coordonnateur EDF
	 <p>CHAMPEL Sophie</p> <p>Signature numérique de CHAMPEL Sophie Date : 2025.07.21 14:26:43 +02'00'</p>

ANNEXES

Annexe 1. Tableau récapitulatif des traitements par matrices et analyses.....27

Annexe 1. Tableau récapitulatif des traitements par matrices et analyses

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

Saut de section



Adresse du siège social :
15 rue Louis Lejeune - 92120 Montrouge

Adresse postale :
BP 17 - 92262 Fontenay-aux-Roses cedex

Courriel : asn-courrier@asn.fr

TÉLÉPHONE
+33 (0)1 58 35 88 88

SITE INTERNET
www.asnr.fr

ANNEXE 3

Résultats de la campagne estivale 2025 de contrôle des eaux du canal d'amenée et du canal de rejet

Contrôle des eaux du canal d'amenée

date		Entérocoques intestinaux	Escherichia coli
jour	heure	/100 mL	/100 mL
23/05/2025	08h30	< 10	10
30/05/2025	08h45	< 10	< 10
06/06/2025	08h55	< 10	< 10
12/06/2025	14h20	< 10	< 10
20/06/2025	09h35	< 10	< 10
27/06/2025	08h45	< 10	< 10
04/07/2025	12h34	< 10	< 10
11/07/2025	08h40	< 10	10
18/07/2025	12h45	< 10	< 10
25/07/2025	10h37	< 10	< 10
01/08/2025	11h25	< 10	< 10
08/08/2025	11h15	< 10	< 10
14/08/2025	-	< 10	< 10
22/08/2025	12h10	< 10	10
29/08/2025	11h23	< 10	< 10
05/09/2025	08h45	< 10	< 10
12/09/2025	10h16	20	< 10
19/09/2025	12h30	< 10	10
26/09/2025	08h41	500	< 10
03/10/2025	09h16	< 10	< 10

Contrôle des eaux du canal de rejet

date		Entérocoques intestinaux	Escherichia coli
jour	heure	/100 mL	/100 mL
23/05/2025	08h45	< 10	< 10
30/05/2025	09h00	< 10	< 10
06/06/2025	09h10	< 10	< 10
12/06/2025	14h10	< 10	< 10
20/06/2025	09h50	< 10	< 10
27/06/2025	09h00	< 10	< 10
04/07/2025	12h44	< 10	< 10
11/07/2025	08h55	< 10	< 10
18/07/2025	13h20	< 10	< 10
25/07/2025	11h12	< 10	< 10
01/08/2025	10h45	< 10	< 10
08/08/2025	10h20	< 10	< 10
14/08/2025	-	< 10	< 10
22/08/2025	12h20	< 10	< 10
29/08/2025	11h00	< 10	< 10
05/09/2025	08h30	< 10	< 10
12/09/2025	12h37	< 10	< 10
19/09/2025	12h43	< 10	< 10
26/09/2025	08h58	< 10	< 10
03/10/2025	09h23	< 10	< 10

ANNEXE 4

Résultats des levées bathymétriques 2025, différentiel 2024/2025 « petite zone »



DTG - Ingénierie Topographique
134, chemin de l'étang
38950 Saint-Martin-le-Vinoux

CNPE de Gravelines sur la Mer du Nord

Etat de la plage (petite zone) en septembre 2025

Vue générale

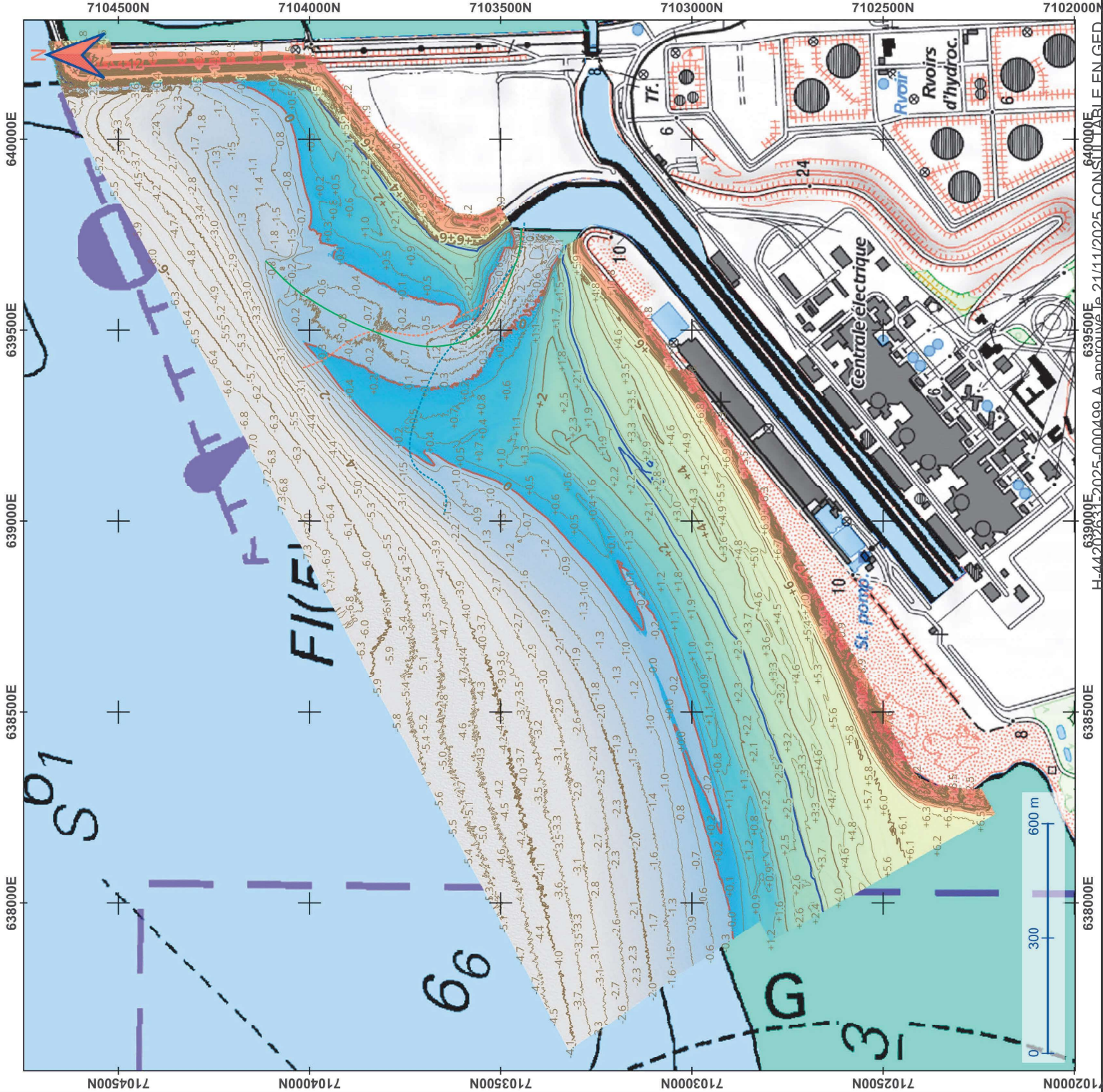
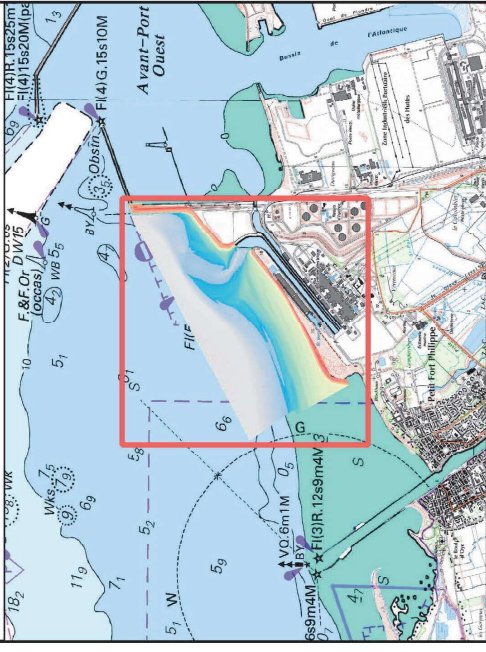
Système Planimétrique	Echelle
RGF93 v2b / Lambert-93	1/10000
Système Altimétrique	Conversion Altimétrique
Cotes marines CM	CM = Alti IGN69 + 2.84 m

Type et origine des données :

- Fond de carte : carte littorale SHOM & IGN
- Bathymétrie 2025 : multifaisceaux par GEOXYZ

Légende

- Isobathes régulières
- Tous les 50 cm
 - Tous les 2 m
- Isobathes remarquables
- 0 m CM
 - 0 m IGN69
- Historique axe chenal rejet
- 2023-10
 - 2024-10
 - 2025-09
- Immersion
- immérgé
 - estran
 - PHMA
 - NM
 - PHMA
- Profondeurs
- 3.00 m
 - 0.04 m
 - 3.43 m
 - 6.88 m
 - 17.00 m



CNPE de

Gravelines

sur la Mer du Nord

Etat de la plage (petite zone) en septembre 2025

Petite zone centre

Système Planimétrique	Echelle
RGF93 v2b / Lambert-93	1/5000
Système Altimétrique	Conversion Altimétrique
Cotes marines CM	CM = Alti IGN69 + 2.84 m

Type et origine des données :

- Fond de carte : carte littorale SHOM & IGN
- Bathymétrie 2025 : multifaisceaux par GEOxyz

Légende

Isobathes régulières

- Tous les 50 cm
- Tous les 2 m

Isobathes remarquables

- 0 m CM
- 0 m IGN69

Historique axe chenal rejet

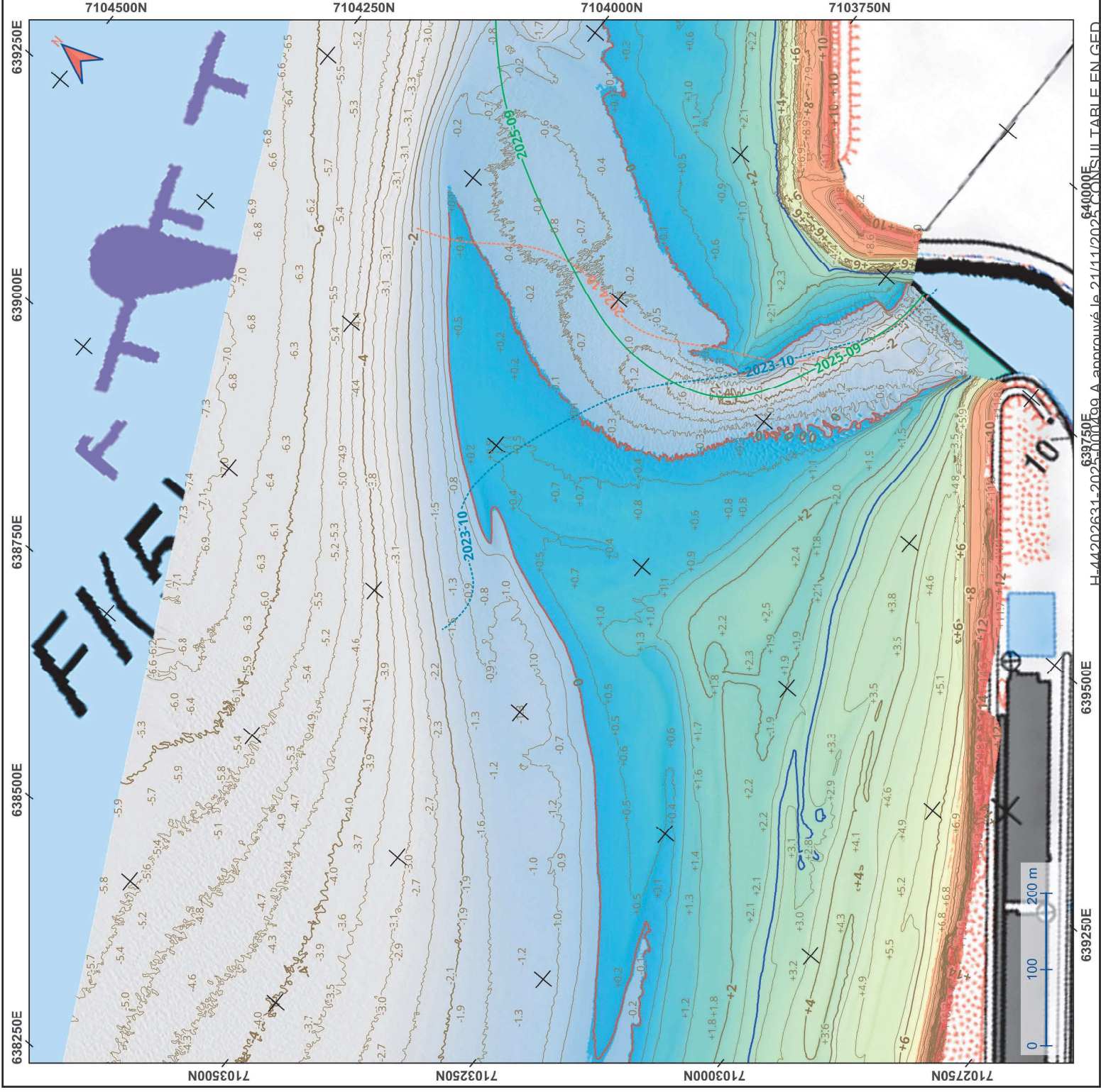
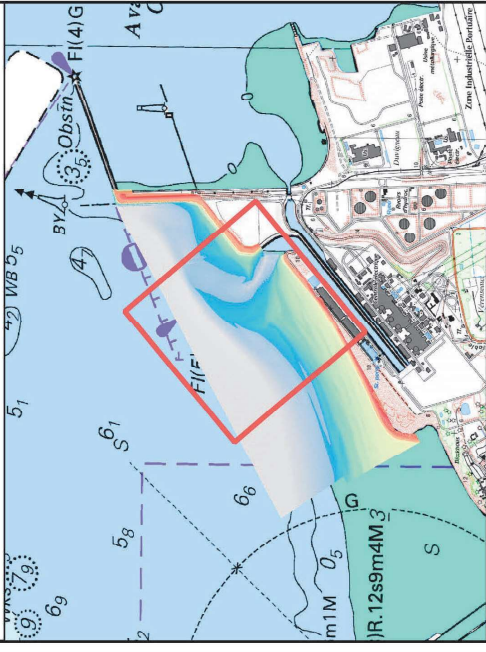
- 2023-10
- 2024-10
- 2025-09

Immersion

- 3.00 m
- 0.04 m
- 3.43 m
- 6.88 m
- 17.00 m

PHMA

- immérgé
- estran
- NM
- PHMA



CNPE de

Gravelines

sur la Mer du Nord

Évolution entre sept. 2024 et sept. 2025

Vue générale

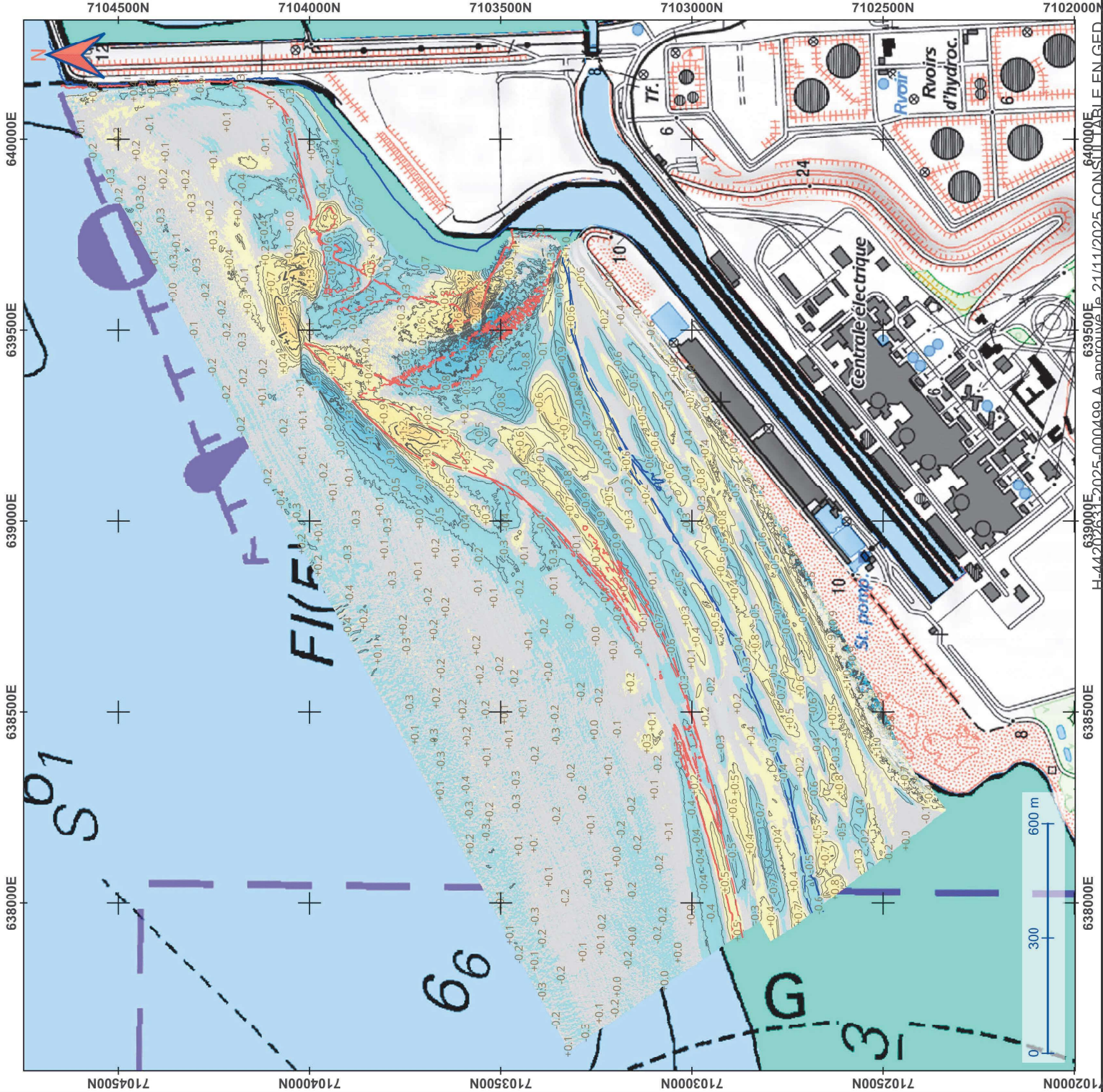
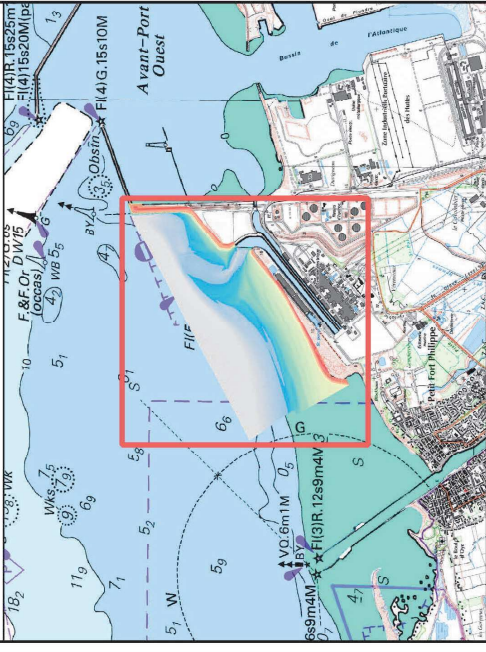
Système Planimétrique	Echelle
RGF93 v2b / Lambert-93	1/10000
Système Altimétrique	Conversion Altimétrique
Cotes marines CM	CM = Alti IGN69 + 2.84 m

Type et origine des données :

- Bathymétrie 2024 : multifaisceaux par GEOxyz
- Bathymétrie 2025 : multifaisceaux par GEOxyz

Légende

- Isobathes en 2025
- 0 m CM
 - 0 m IGN69
- Isobathes en 2024
- 0 m CM
 - 0 m IGN69
- Isobathes différentielles
- Tous les 20 cm
 - Tous les 1 m
- Différentiel bathymétrique
- Incertitude +/- 9 cm
-
- 2.5 m
- 2.5 m





DTG - Ingénierie Topographique
134, chemin de l'étang
38950 Saint-Martin-le-Vinoux

CNPE de Gravelines sur la Mer du Nord

Évolution entre sept. 2024 et sept. 2025

Petite zone centre

Système Planimétrique	Echelle
RGF93 v2b / Lambert-93	1/5000
Système Altimétrique	Conversion Altimétrique
Cotes marines CM	CM = Alti IGN69 + 2.84 m

Type et origine des données :

- Bathymétrie 2024 : multifaisceaux par GEOxyz
- Bathymétrie 2025 : multifaisceaux par GEOxyz

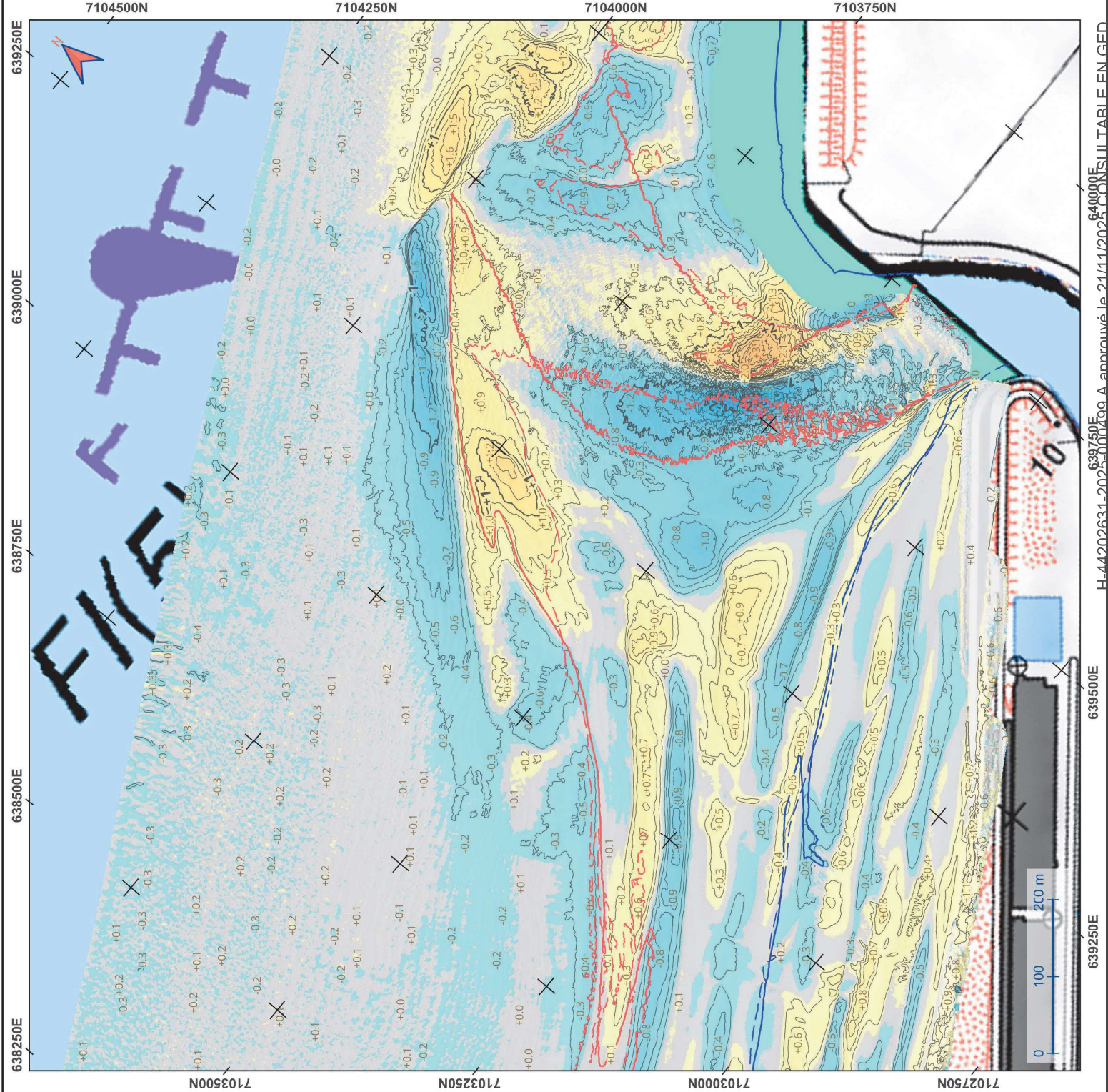
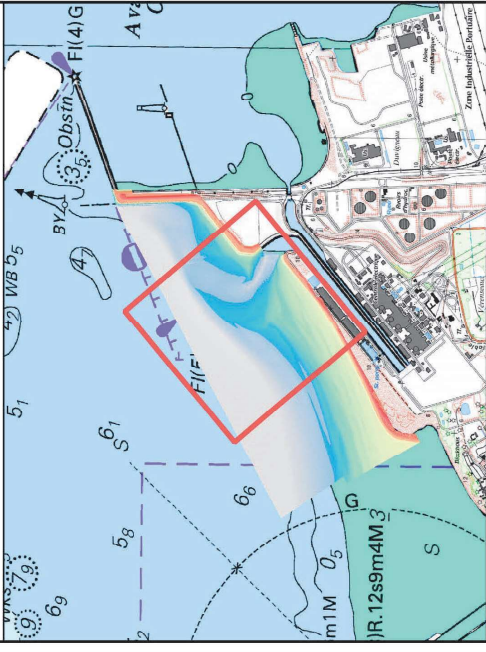
Légende

Isobathes en 2025
 — 0 m CM
 — 0 m IGN69

Isobathes en 2024
 - - 0 m CM
 - - 0 m IGN69

Isobathes différentielles
 — Tous les 20 cm
 — Tous les 1 m

Différentiel bathymétrique
 Incertitude +/- 9 cm
 2.5 m



ANNEXE 5

Rapport du Prévisionnel de prélèvement et consommation d'eau et de rejets du CNPE pour l'année 2025

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

ELEMENTS DE GESTION

Niveau QS :	QS
Domaine(s) métier(s) :	SMI MP5
Accessibilité :	INTERNE
Modèle de sécurité :	00 - Tous les utilisateurs de l'ECM
Documents associés :	
Exigence Qualité de la DPN :	
Périodicité de réexamen :	5 ans
Typologie de document :	Note
Entités Fonctionnelles concernées pour action :	SIF


Pré diffusion formalisée :	OUI <input type="checkbox"/> Après de :	NON <input checked="" type="checkbox"/>
----------------------------	---	---

HISTORIQUE DES EVOLUTIONS DE LA NOTE

Indice	Date	Motif du changement d'indice	Modifications apportées et Documents annulés et remplacés
0	Voir page 1	Création du document.	

DIFFUSION INITIALE

Unité / Entreprise / Administration	Nom et Prénom / Fonction


	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	4
2. LES PRELEVEMENTS ET CONSOMMATIONS D'EAU	5
3. LES REJETS.....	6
3.1. LES REJETS RADIOACTIFS	7
3.1.1. <i>Les rejets radioactifs gazeux.....</i>	9
3.1.2. <i>Les rejets radioactifs liquides</i>	11
3.2. LES REJETS CHIMIQUES	13
3.2.1. <i>Substance chimique utilisée pour le contrôle de la réaction nucléaire</i>	14
3.2.2. <i>Substances chimiques utilisées pour le conditionnement des circuits</i>	15
3.2.3. <i>Substances chimiques issues du lavage du linge.....</i>	18
3.2.4. <i>Substances chimiques issues de la production d'eau déminéralisée.....</i>	18
3.2.5. <i>Substances chimiques issues du traitement des eaux usées du site.....</i>	18
3.2.6. <i>Substances chimiques issues du traitement biocide circuit de refroidissement par électrochloration</i>	19
4. SYNTHÈSE DU PREVISIONNEL POUR L'ANNEE 2025	20

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : LEXIQUE

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

1. INTRODUCTION

L'article 4.4.3-I de l'arrêté du 7 février 2012 modifié (dit « arrêté INB »), dispose qu' « à partir de la programmation des activités ou des opérations susceptibles de provoquer des rejets d'effluents*, l'exploitant définit annuellement une prévision chiffrée des prélèvements et consommations d'eau et des rejets d'effluents auxquels il compte procéder ».

Conformément à ce même article, « cette prévision est communiquée à l'Autorité de sûreté nucléaire et à la commission locale d'information au plus tard le 31 janvier de chaque année ».

Depuis le début de l'année 2019, le CNPE de Gravelines est soumis aux prescriptions des décisions suivantes réglementant les prélèvements et rejets du site :

- La Décision n° 2017-DC-0588 du 6 avril 2017 dite « décision Modalités Parc ».
- La Décision n° 2018-DC-0647 du 16 octobre 2018 dite « décision Modalités Site ».
- La Décision n° 2018-DC-0646 du 16 octobre 2018 dite « décision Limites Site ».


Ces trois décisions remplacent l'arrêté du 7 novembre 2003.

En application des exigences réglementaires ci-dessus, ce document présente, en tenant compte du programme des activités et des opérations susceptibles de provoquer des rejets, et sur la base des éléments prévisibles et connus à la date de sa publication, une prévision chiffrée des prélèvements et consommations d'eau et des rejets d'effluents encadrés par la réglementation pour l'année 2025 pour le CNPE de Gravelines.

A noter que certains paramètres de cette prévision sont soumis à des facteurs extérieurs difficilement prévisibles, tels que les conditions climatiques par exemple.

En application de l'article 3.2.7 de la décision ASN 2013-DC-0360 modifiée, une nouvelle règle de comptabilisation est appliquée pour la comptabilisation des rejets de substances chimiques des CNPE. Cette nouvelle règle, spécifique aux INB, consiste à comptabiliser une quantité rejetée égale à la limite de quantification divisée par deux quand la mesure est en dessous de la limite de quantification des moyens métrologiques. La conséquence de l'application de cette règle est une possible surévaluation peu maîtrisable des rejets de substances chimiques, dont la prise en compte depuis 2015 peut introduire certaines incertitudes supplémentaires sur les prévisions. En effet, indépendamment de l'évolution des rejets réels, les quantités comptabilisées peuvent augmenter avec le nombre de mesures réalisées, si elles sont majoritairement inférieures aux limites de quantification.

Les termes techniques, suivis d'un astérisque (*), sont précisés dans le lexique en fin de document.

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

2. LES PRELEVEMENTS ET CONSOMMATIONS D'EAU

Le refroidissement des condenseurs* et des circuits auxiliaires est assuré par de l'eau brute prélevée en mer constituant la « source froide ». Les quantités d'eau prélevées sont fonction du type de circuit de refroidissement. Le circuit de refroidissement du CNPE de Gravelines fonctionne en circuit ouvert : l'eau prélevée au milieu parcourt l'intérieur des tubes du condenseur en s'échauffant à leur contact puis retourne directement au milieu aquatique.

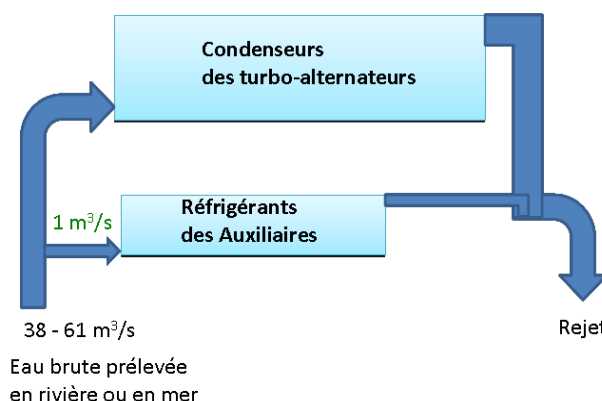


Fig. 1 : Schéma simplifié d'une unité de production refroidie en circuit ouvert

Les eaux industrielles et domestiques proviennent d'un réseau de distribution.

Depuis 2022, le CNPE prélève de l'eau en nappe dans le cadre des essais de mise en service de quatre puits de pompage pour l'installation d'appoint ultime en eau. L'année 2025 sera également marquée par le projet Rénolab (construction d'un nouveau laboratoire) qui va nécessiter le pompage d'eau de nappe supplémentaire estimé à 50 000 m³.

La prévision de prélèvement et consommation d'eau peut être évaluée de la façon suivante en tenant compte du programme prévisionnel de production et d'arrêt de tranche de la centrale pour l'année 2025 :

- Prélèvements en mer : 6 050 000 milliers de m³.
- Prélèvements d'eaux de réseaux de distribution : 900 milliers de m³.
- Prélèvements d'eau de nappe : 85 milliers de m³.

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

3. LES REJETS

L'exploitation d'une centrale nucléaire entraîne la production d'effluents radioactifs et chimiques. Chaque centrale est équipée de dispositifs de collecte, de traitement et de contrôle des effluents avant rejet. Par ailleurs, une gestion optimisée des effluents est mise en place. Elle consiste à :

- Réduire à la source la production d'effluents, notamment par le recyclage.
- Eliminer les rejets des substances radioactives ou chimiques au moyen de traitements appropriés.
- Valoriser, si possible, les résidus de traitement.

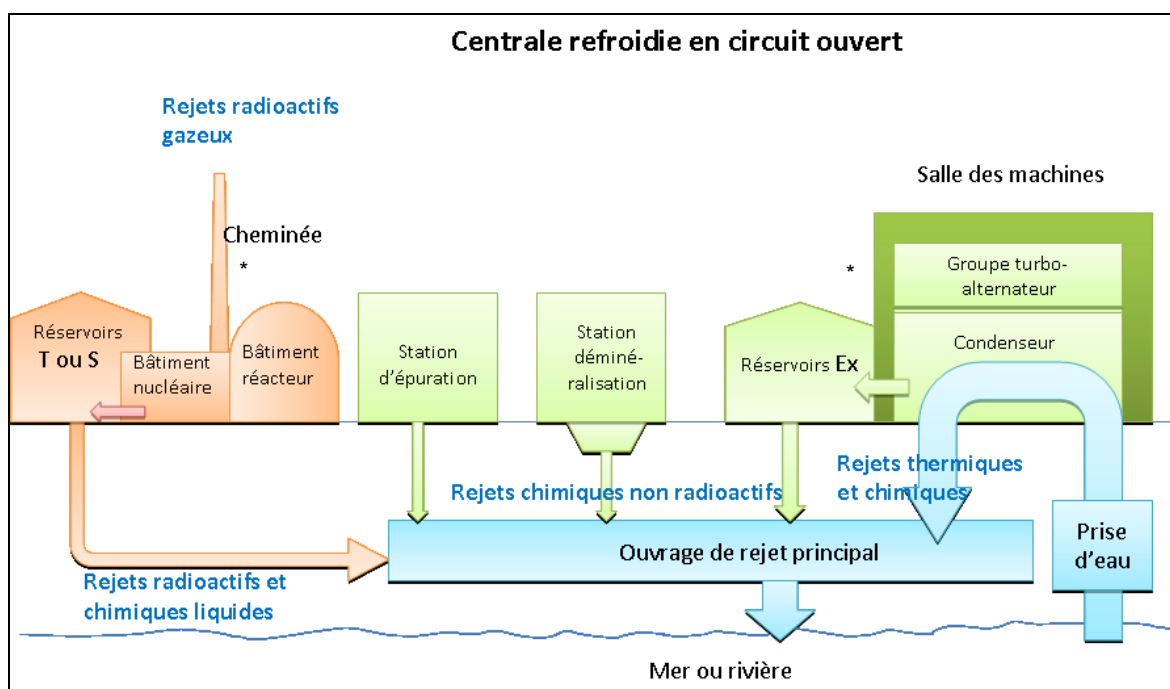


Fig. 2 : Schéma de principe des circuits de rejets d'une centrale nucléaire

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

3.1. Les rejets radioactifs

En fonctionnement normal, le réacteur nucléaire est le siège de la formation d'éléments radioactifs (produits de fission, produits d'activation) dont seule une infime partie se retrouve dans les effluents gazeux et liquides rejetés dans l'environnement. Qu'ils soient rejetés par voie atmosphérique (à la cheminée) ou par voie liquide (vidange de réservoirs), les effluents radioactifs sont systématiquement collectés et traités selon leur nature afin de retenir l'essentiel de leur radioactivité. Leur rejet est contrôlé par des analyses préalables ainsi qu'au moyen de dispositifs de mesure de la radioactivité en continu pendant le rejet :

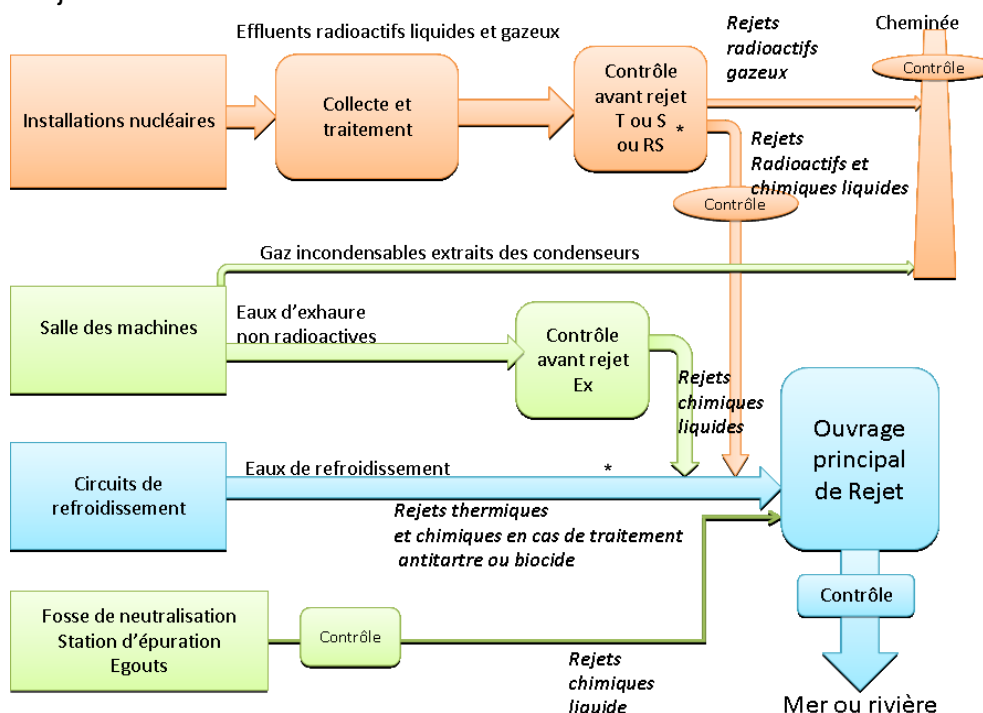


Fig. 3 : Collecte, traitement et contrôle des effluents (radioactifs et/ou chimiques) : principe

Depuis la mise en exploitation des premières centrales dans les années 1980, des améliorations ont été apportées aux systèmes de collecte et de traitement des effluents, et une gestion optimisée a été mise en œuvre tant en phase de fonctionnement qu'en phase d'arrêt pour maintenance ou renouvellement du combustible.

Par ces actions conjuguées, les rejets d'activité de gaz rares ont été réduits de plus d'un facteur 50 et les rejets liquides hors tritium et carbone 14 l'ont été de plus d'un facteur 100. Les rejets radioactifs ont ainsi atteint un niveau qualifié de « plancher » traduisant la volonté de l'exploitant d'agir pour réduire les rejets d'effluents « aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu des aspects économiques et sociaux », en vertu du principe d'optimisation.

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

NB : les radionucléides* retenus par les systèmes de traitement des effluents liquides et gazeux sont évacués vers le Centre de stockage de l'ANDRA sous forme de déchets solides.

Parmi les substances radioactives susceptibles d'être présentes dans les effluents en fonctionnement normal, on distingue :

- Les produits créés dans le combustible par fission* des atomes d'uranium ou de plutonium. Les radionucléides dits produits de fission (PF), tels que les iodes 131 et 133, les césiums 134 et 137, le krypton 85, le tritium, le carbone 14, le strontium 90 restent en quasi-totalité confinés dans le combustible. Ils peuvent toutefois migrer dans l'eau du circuit primaire*, en fonction des caractéristiques d'étanchéité du gainage du combustible, et donc se retrouver dans les effluents.
- Les produits créés à l'extérieur du combustible par l'action des neutrons de fission sur les structures en acier du réacteur (cuve, tuyauteries, grappes de commandes ou sources de neutrons) ainsi que sur les éléments chimiques contenus dans l'eau du circuit primaire, tels que le bore et le lithium. On les appelle les produits d'activation (PA) dont les principaux sont les cobalts 58 et 60, le manganèse 54, l'antimoine 124, l'argent 110 m mais aussi le tritium et le carbone 14.

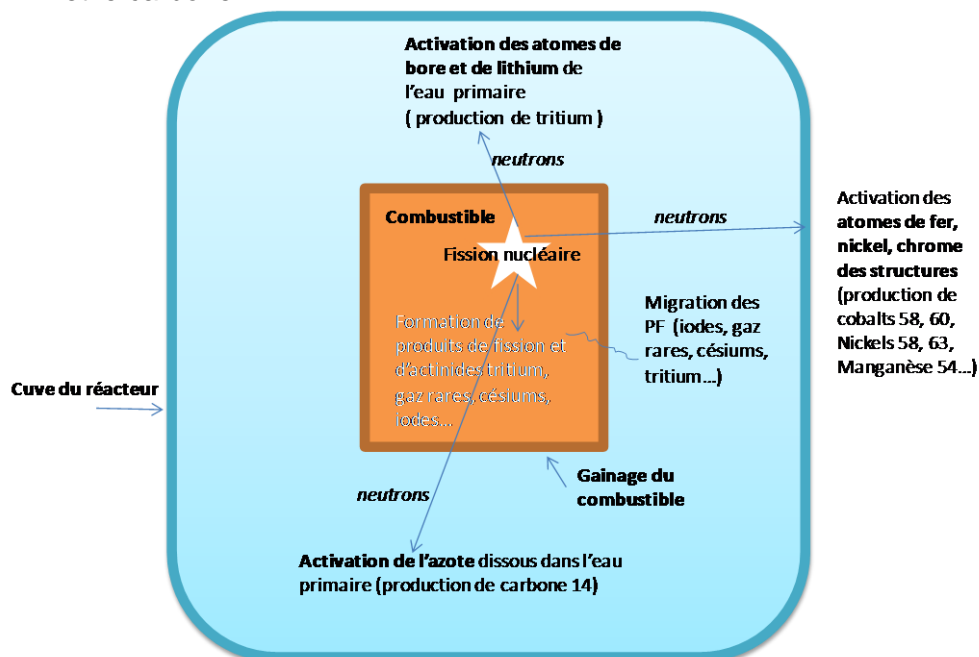



Fig.4 : Produits de fission et produits d'activation dans l'eau du circuit primaire

La comptabilisation des rejets par catégories de radionucléides est établie sur la base des mesures réalisées dans le cadre des contrôles réglementaires et des règles de comptabilisation fixées par l'administration (cf. encart).

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

Règles de comptabilisation des rejets radioactifs :

Ces règles s'appuient sur la définition de « spectres de référence », en fonction du type de rejet (liquide : réservoir T, réservoir Ex ; gazeux : rejets permanents ou ponctuels...). Ces spectres consistent en une liste de radionucléides généralement identifiés dans plus de 90 % des analyses. Des radionucléides, présents à l'état de trace comme l'iode figurent également dans cette liste pour des raisons historiques.

*Tous les radionucléides détectés sont systématiquement comptabilisés, mais les radionucléides appartenant aux spectres de référence sont comptabilisés au seuil de décision même s'ils n'ont pas été physiquement détectés. En conclusion, **si ces radionucléides ne sont pas détectés, ils sont néanmoins comptabilisés comme ayant une activité volumique égale au « seuil de décision », ce qui a pour effet de majorer les rejets.***


Impact de ces rejets radioactifs

L'impact des rejets radioactifs exprimé en dose (unité : le Sievert, Sv) est calculé avec des modèles de transfert des radionucléides dans l'environnement. La personne du public la plus exposée aux rejets radioactifs du CNPE reçoit une dose de rayonnement représentant moins de 0,01 mSv par an (0,00001 Sv/an) que l'on peut comparer à la limite réglementaire fixée à 1 mSv par an pour les expositions d'origine artificielle pour le public. Cette dose est inférieure aux fluctuations naturelles de la radioactivité en France (quelques mSv/an) et se situe bien en-deçà du niveau d'exposition moyen dû à la radioactivité naturelle, à savoir 2,4 mSv/an en France.

3.1.1. Les rejets radioactifs gazeux

Les cinq catégories de radionucléides réglementées dans les rejets gazeux sont : les gaz rares, le tritium gazeux, le carbone 14 gazeux, les iodes et les produits de fission (PF) et produits d'activation (PA).

- Les gaz rares (krypton, xénon) : 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). Ces rejets peuvent varier en fonction des caractéristiques d'étanchéité du gainage du combustible.

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

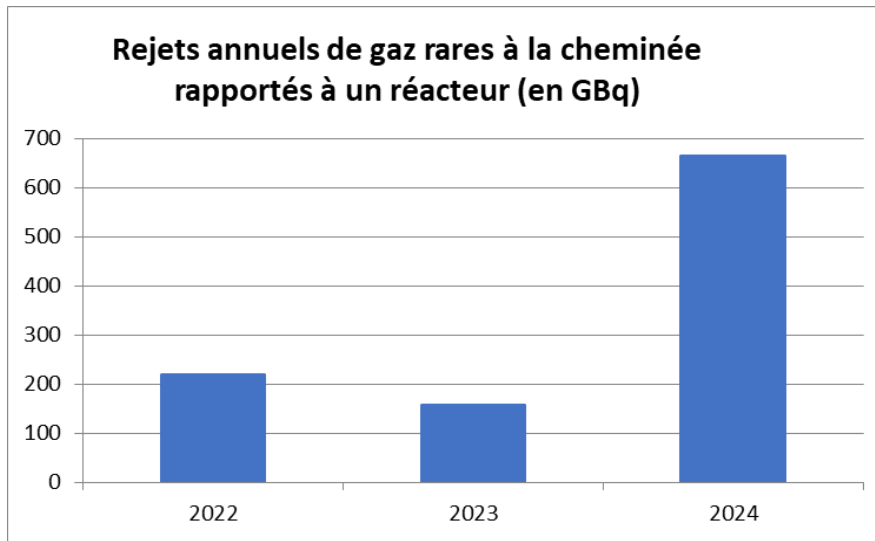


Fig. 5 : Historique des rejets annuels de gaz rares à la cheminée rapporté à un réacteur

- Le tritium gazeux. Il provient de l'évaporation au niveau des piscines de stockage du combustible ainsi que du dégazage de l'eau du circuit primaire. En effet, l'activation du bore 10 et du lithium 6 produit du tritium.

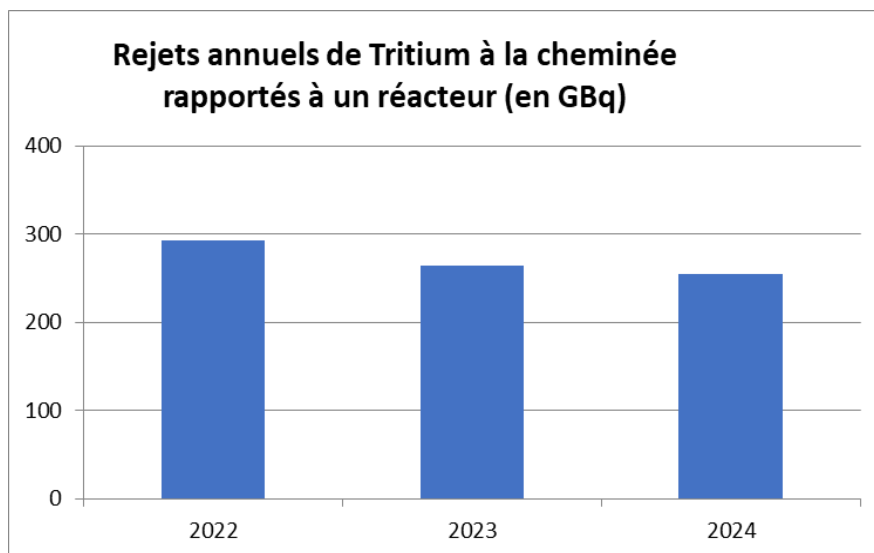


Fig. 6 : Historique des rejets annuels de tritium gazeux à la cheminée rapporté à un réacteur

- Le carbone 14 est essentiellement rejeté à la cheminée sous la forme de méthane (CH₄) et de gaz carbonique (CO₂). Le carbone 14 est mesuré sur un prélèvement réalisé par un tamis moléculaire.

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

- Les rejets d'iodes sont infimes compte tenu du bon confinement des circuits nucléaires et de l'efficacité des systèmes de piégeage en cas de fuite. Ces rejets sont généralement inférieurs à 0,1 GBq/réacteur, mais peuvent varier en fonction des caractéristiques d'étanchéité du gainage du combustible.
- Les rejets de produits de fission (PF) et de produits d'activation (PA) émetteurs β ou γ , présents sous forme de poussières (aérosols), sont, comme les rejets d'iodes, extrêmement faibles.

La prévision de rejets radioactifs gazeux pour l'ensemble du site peut être évaluée de la façon suivante en tenant compte de la connaissance des caractéristiques de l'étanchéité du combustible et du programme prévisionnel de production et d'arrêt de tranche de la centrale pour l'année 2025 :

- Rejets de gaz rares : 2 000 GBq.
- Rejets gazeux de tritium : 2 000 GBq.
- Rejets gazeux de carbone 14 : 1 400 GBq.
- Rejets gazeux d'iodes : 0,10 GBq.
- Rejets gazeux d'autres produits de fission et d'activation : 0,01 GBq.

3.1.2. Les rejets radioactifs liquides

Les rejets radioactifs liquides effectués par la vidange des réservoirs (T) ou (S) représentent un volume annuel moyen par unité de production de 15 000 m³ environ (cf. fig. 7).

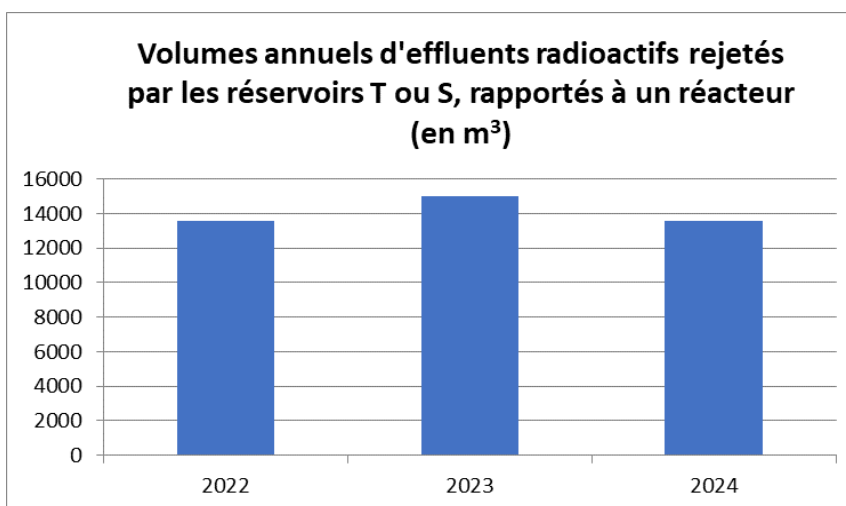


Fig. 7 : Historique des volumes annuels d'effluents radioactifs rejetés par les réservoirs T ou S, rapporté à un réacteur

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

La déclaration des activités rejetées est établie, par catégories de radionucléides, sur la base des mesures réalisées dans le cadre des contrôles réglementaires et des règles de comptabilisation fixées par l'Administration.

Le tritium du circuit primaire se retrouve dans les effluents sous forme d'eau tritiée. Ne pouvant pas être éliminé par traitement contrairement à d'autres radionucléides, étant très peu radiotoxique (émetteur bêta de faible énergie) et étant présent en faible concentration, le tritium est rejeté dans l'environnement. L'historique des rejets de tritium liquide du CNPE sont présentés dans la figure 8.

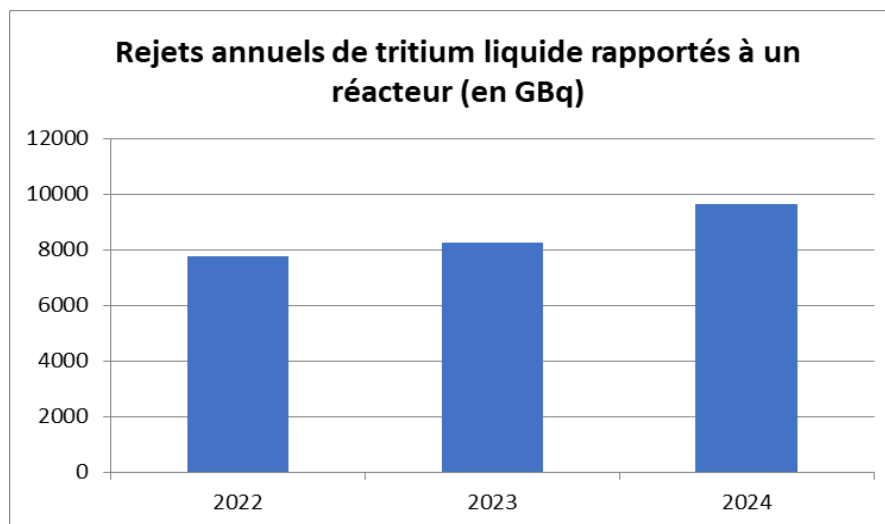


Fig. 8 : Historique des rejets annuels de tritium liquide, rapporté à un réacteur

Le carbone 14 est présent dans les effluents sous forme de CO₂ dissous.

Les rejets d'iodes sont infimes compte tenu du bon confinement des circuits nucléaires et de l'efficacité des systèmes de piégeage en cas de fuite. Cependant, ils peuvent varier en fonction des caractéristiques d'étanchéité du gainage du combustible.

Les produits de fission (PF) et d'activation (PA) sont éliminés en grande partie par les systèmes de traitement. Les rejets d'activité de ces radionucléides par unité de production ont diminué d'un facteur 100 depuis la mise en service du parc nucléaire d'EDF. Les améliorations apportées aux circuits de collecte et de traitement et les efforts réalisés par l'exploitant pour réduire à la source la production d'effluents expliquent ce résultat.

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

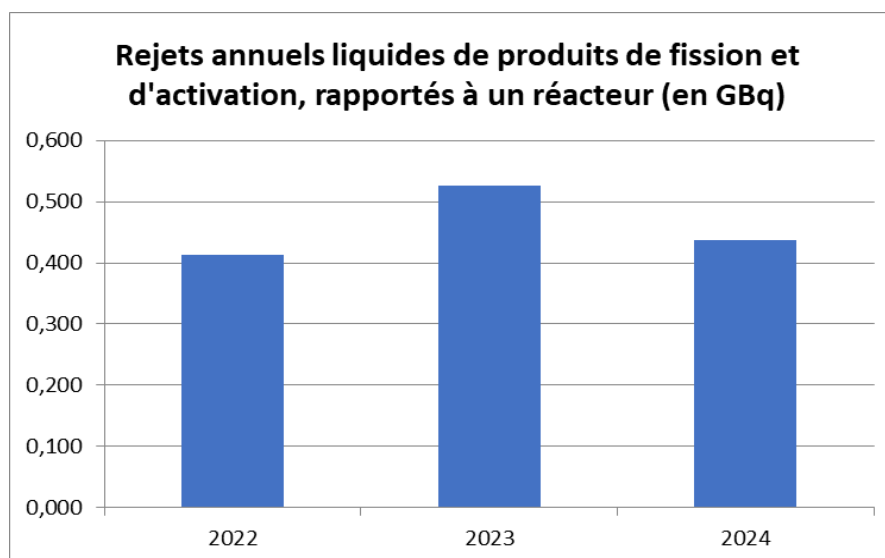


Fig. 9 Historique des rejets annuels de produits de fission et d'activation, rapporté à un réacteur

La prévision de rejets radioactifs liquides pour l'ensemble du site peut être évaluée de la façon suivante en tenant compte de la connaissance des caractéristiques d'étanchéité du gainage du combustible et du programme prévisionnel de production et d'arrêt de tranche de la centrale pour l'année 2025 :

- Rejets liquides de tritium : 91 000 GBq.
- Rejets liquides de carbone 14 : 70 GBq.
- Rejets liquides d'iodes : 0,05 GBq.
- Rejets liquides d'autres produits de fission et d'activation : 3,30 GBq.

3.2. Les rejets chimiques

Le fonctionnement d'une centrale nucléaire nécessite l'utilisation de substances chimiques et donne lieu à des rejets chimiques par voie liquide dans l'environnement et, dans une moindre mesure, à des rejets gazeux non radioactifs.

Chaque substance chimique assure une fonction bien précise tant en phase d'exploitation (contrôle de la réaction nucléaire, protection des circuits contre la corrosion, lutte contre le tartre et le développement de micro-organismes, production d'eau déminéralisée...), que lors des opérations de maintenance (lessivage chimique, détartrage...).

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

Les eaux issues du circuit secondaire* (non radioactif) et les eaux des puisards des salles des machines contiennent des substances chimiques utilisées pour le conditionnement du circuit secondaire contre la corrosion telles que l'éthanolamine et l'hydrazine.

3.2.1. Substance chimique utilisée pour le contrôle de la réaction nucléaire

L'acide borique (H_3BO_3), en solution dans l'eau du circuit primaire, participe, avec les grappes de commande, au contrôle de la réaction nucléaire. Seul le bore 10, isotope* présent à hauteur de 20 % environ dans le bore naturel, permet d'absorber les neutrons en formant du tritium (radioactif) ou du lithium 7 (stable). C'est un acide faible qui se retrouve dans les effluents radioactifs lorsqu'il est déchargé du circuit primaire. La concentration en bore dans l'eau du circuit primaire varie au cours du cycle de fonctionnement du réacteur¹. La teneur en bore en début de cycle est déterminée en fonction de paramètres neutroniques et de la longueur de cycle souhaitée. Sa concentration est ensuite progressivement abaissée, au cours du cycle, pour compenser l'épuisement du combustible ; elle évolue, à titre d'exemple, de 1 200 mg/kg (ppm) en début de cycle à presque 0 mg/kg (ppm) en fin de cycle (cf. fig. 10).

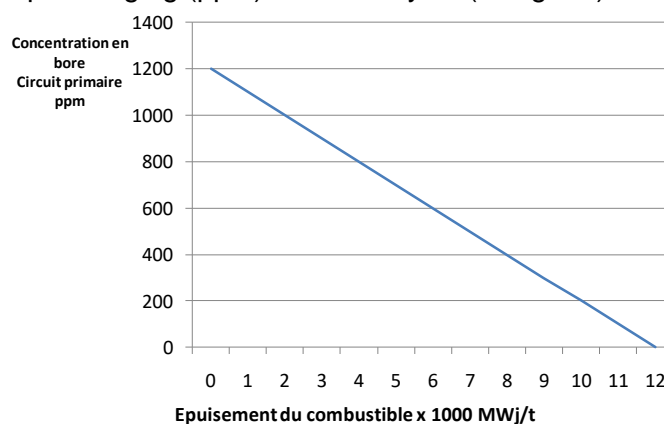



Fig. 10 : Evolution de la concentration en bore en fonction de l'épuisement du combustible

Réduction des rejets d'acide borique (cf. fig. 11) : Une partie des effluents radioactifs borés issus du circuit primaire peuvent être, après traitement, recyclés, c'est-à-dire réutilisés comme eau d'appoint au circuit primaire. Mais le recyclage se heurte à des difficultés en raison de la teneur en silice présente à l'état de trace dans l'effluent à recycler. Comme celui-ci subit un traitement sur évaporateur qui concentre l'acide borique mais aussi la silice, la teneur en silice dans l'eau à recycler peut atteindre la limite fixée

¹ Cycle de fonctionnement : un réacteur à eau sous pression doit être rechargé en combustible périodiquement. La durée de fonctionnement du réacteur entre deux rechargements de combustible est appelée « cycle de fonctionnement » ; il peut varier de 12 mois à 18 mois.

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

par les spécifications radiochimiques définies pour l'eau d'appoint au réacteur. Dans ce cas, le recyclage de l'eau borée n'est pas possible, elle doit donc être rejetée. C'est ce qui explique en grande partie les variations des rejets d'acide borique. Sur le CNPE de Gravelines, ce processus de désiliciage est en cours depuis plusieurs années, expliquant les rejets plus élevés en acide borique en particulier depuis 2019, et se poursuivra en 2024.

L'acide borique non recyclé est soit rejeté sous forme liquide, soit enfûté en coque béton ou incinéré à l'usine Centraco de Marcoule comme un déchet radioactif.

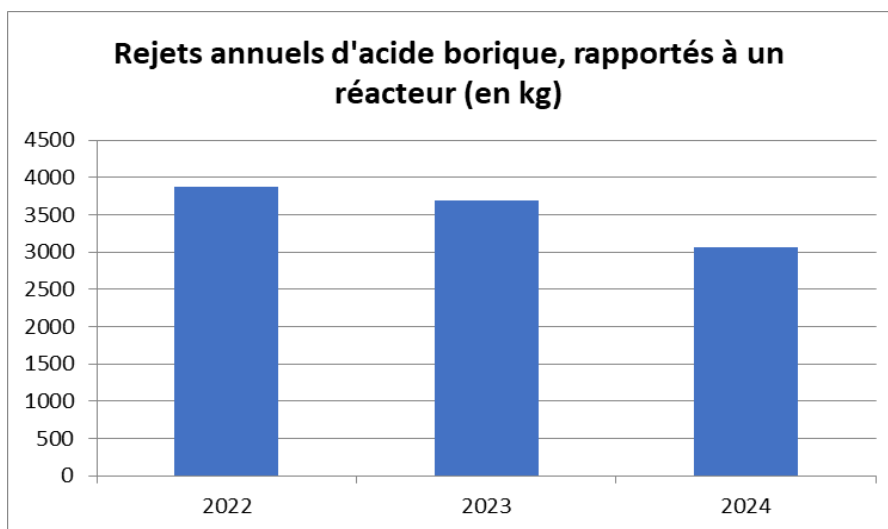


Fig. 11 : Historique des rejets annuels d'acide borique, ramenés à une unité de production

3.2.2. Substances chimiques utilisées pour le conditionnement des circuits

– Conditionnement chimique du circuit primaire

La Lithine (LiOH) est utilisée en faible quantité (quelques dizaines de kilos par an et par réacteur) pour assurer un pH de moindre corrosion des structures métalliques du circuit primaire. La lithine est enrichie en lithium 7 (> 99.9 %) pour éviter la formation de tritium par activation du lithium 6 présent dans lithium naturel.

L'hydrazine (N₂H₄) est injectée, sous forme d'hydrate d'hydrazine (N₂H₄OH), pendant la phase de démarrage du réacteur (palier chimique) afin d'éliminer toute trace d'oxygène dissous dans l'eau du circuit primaire.

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

– **Conditionnement du circuit secondaire (eau-vapeur) en fonctionnement**

Le conditionnement du circuit secondaire vise à éviter la corrosion des matériels par l'utilisation de substances chimiques choisies pour leur efficacité mais aussi pour leur moindre impact sur la santé et l'environnement.

- L'hydrazine (N₂H₄) est une base faible utilisée en fonctionnement et, en arrêt de tranche, pour la conservation en eau des matériels. Elle permet de minimiser la corrosion des matériaux en réagissant avec l'oxygène dissous dans l'eau. Injectée sous forme d'hydrate d'hydrazine (N₂H₄.H₂O), l'hydrazine se décompose en ammoniacque (NH₄OH) qui joue un rôle sur le pH de l'eau du circuit secondaire. L'hydrazine agit donc tant sur l'oxygène dissous que sur le pH de l'eau du circuit.

Élimination de l'hydrazine : Lorsque la centrale est en fonctionnement, l'hydrazine du circuit secondaire (eau-vapeur) chemine par les purges des circuits jusqu'aux réservoirs d'entreposage T ou Ex de stockage avant rejet. Dans ces réservoirs, l'hydrazine se décompose au contact de l'oxygène de l'air ambiant. De ce fait, les rejets d'hydrazine sont faibles (quelques kilos par réacteur et par an). En arrêt de tranche, le conditionnement à l'hydrazine des générateurs de vapeur (côté secondaire) et du poste d'eau pouvait être à l'origine de rejets plus importants (jusqu'à quelques dizaines de kilos d'hydrazine par jour) lors de la vidange des circuits. Pour réduire ces rejets, les actions suivantes ont été engagées :

- * Le poste d'eau peut être conservé à sec sous air chaud après avoir été vidangé en début d'arrêt de tranche alors que la teneur en hydrazine dans le circuit est faible (environ 0,1 mg/L).
- * L'hydrazine des effluents produits par la vidange des générateurs de vapeur en fin d'arrêt (300 et 400 m³ à la concentration de quelques centaines de mg/L) est éliminée en quasi-totalité dans les réservoirs d'entreposage par un bullage à l'air comprimé ou par la mise en brassage prolongé des réservoirs. Par ailleurs, les matériels (pompes d'injection...) véhiculant de l'hydrazine concentrée font l'objet d'une attention particulière afin de déceler toute fuite de produit et d'y remédier. Les rejets d'hydrazine représentent ainsi au total moins d'un kilogramme par réacteur et par an (cf. fig. 12).

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

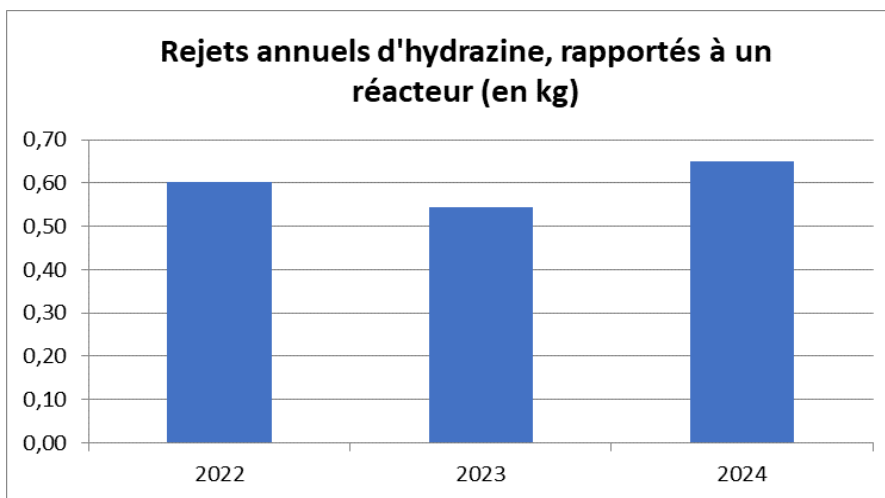



Fig. 12 : Historique de rejets annuels d'hydrazine, ramenés à une unité de production

- L'éthanolamine (C_2H_7NO) est une amine volatile qui peut être employée pour maintenir le bon pH dans le circuit secondaire. Elles complètent l'action de l'hydrazine. Le conditionnement du circuit secondaire fait l'objet de spécifications chimiques. Celles-ci sont établies en tenant compte notamment de la nature des matériaux à protéger contre la corrosion (acier noir, acier inoxydable, alliage cuivreux) mais aussi des questions d'environnement, car ces substances et leurs dérivés se retrouvent en partie dans les rejets. L'éthanolamine constitue une alternative intéressante à la morpholine, utilisée précédemment, en particulier pour la protection des pièces internes des générateurs de vapeur et des purges des sècheurs-surchauffeurs de la turbine. En 2017, le site de Gravelines a terminé son passage d'un conditionnement en morpholine à un conditionnement en éthanolamine.
- Les métaux que l'on peut rencontrer dans les rejets liquides associés aux effluents radioactifs sont ceux qui entrent dans la composition des aciers dont sont constitués les circuits (fer, manganèse, nickel, chrome) et dans certains équipements (zinc, cuivre, aluminium et plomb). Ils sont présents à l'état de traces dans les réservoirs et proviennent de la corrosion et de l'érosion des circuits. Le bon conditionnement chimique est un paramètre majeur pour en limiter la production. Malgré la filtration et le traitement des effluents sur résines échangeuses d'ions, une faible quantité de ces métaux se retrouve dans les réservoirs de rejet.

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

– **Conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires**

- Le phosphate trisodique (Na_3PO_4) est utilisé pour le conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires. Ces circuits sont dits « intermédiaires » car ils assurent l'échange de chaleur entre un circuit radioactif (circuit primaire par exemple) et un circuit d'eau brute ouvert sur l'environnement. En cas d'inétanchéité des échangeurs, ce circuit intermédiaire peut être contaminé en particulier par le tritium. Lorsque la radioactivité du circuit dépasse la limite des spécifications radiochimiques, une intervention pour réparation doit être entreprise. L'eau du circuit peut également être le siège d'une carbonatation du fait de la présence de gaz carbonique dans l'air du réservoir tampon. Dans les deux cas, une vidange du circuit est nécessaire, ce qui produit des effluents phosphatés.

3.2.3. Substances chimiques issues du lavage du linge


Le lavage du linge utilisé par le personnel en zone contrôlée fait appel à des lessives commerciales. Les fabricants de lessive sont tenus, par le cahier des charges, de fournir des lessives biodégradables, exemptes de phosphates et produits chélatants tels que l'EDTA et le NTA. Les effluents issus du linge sont filtrés ce qui permet de retenir la radioactivité mais pas les détergents. Ces effluents ainsi traités sont ensuite aiguillés vers les réservoirs T de contrôle avant rejet. Les quantités de détergents rejetées varient en fonction du volume de linge lavé. Elles peuvent atteindre en pointe environ 250 kg par jour ramenés à une unité de production.

3.2.4. Substances chimiques issues de la production d'eau déminéralisée

Les ateliers de traitement d'eau industrielle pour la production d'eau déminéralisée produisent des effluents lors de la régénération des chaînes de déminéralisation. Les effluents de régénération sont composés essentiellement de sulfates. Ils sont aiguillés vers la fosse de neutralisation pour y être analysés et, le cas échéant, neutralisés avant rejet.

3.2.5. Substances chimiques issues du traitement des eaux usées du site

Les eaux usées d'origine domestique (sanitaires, eaux vannes) sont collectées par un réseau particulier puis dirigés en fonction de leur position sur le site vers l'une des 10 micro-stations d'épuration (appelés miniblocs) avant rejet dans le réseau d'eaux pluviales. Le traitement est assuré biologiquement par culture bactérienne et oxygénation. Les eaux épurées sont renvoyées dans le réseau d'eaux pluviales et contrôlées avant rejet tandis que les boues récupérées sont éliminées comme déchets.

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

3.2.6. Substances chimiques issues du traitement biocide circuit de refroidissement par électrochloration

Pour lutter contre les salissures biologiques, l'eau de mer alimentant les circuits de refroidissement des sites marins est traitée, du printemps à l'automne, à l'eau de javel (hypochlorite de sodium) produite in situ par électrolyse de l'eau de mer. Ce traitement conduit à des rejets de composés organohalogénés dont le principal est le bromoforme.

La prévision de rejets de substances chimiques pour l'ensemble du site, utilisées pour le contrôle de la réaction nucléaire et le conditionnement des circuits, peut être évaluée de la façon suivante en tenant compte du programme prévisionnel de production et d'arrêt de tranche de la centrale pour l'année 2025 :

Rejets issus des réservoirs T, S et Ex :

- Rejets d'acide borique : 25 200 kg.
- Rejets d'hydrazine : 3,6 kg.
- Rejets d'éthanolamine : 60 kg.
- Rejets d'ammonium : 5 000 kg.
- Rejets de phosphate : 750 kg.
- Rejets de détergents : 65 kg.
- Rejets en métaux totaux : 100 kg.
- Rejets en Aluminium : 25 kg.

Rejets issus de la station de déminéralisation :


- Rejets en sulfates : 390 000 kg.

Rejets issus des micro-stations d'épuration :

- Rejets en Azote Kjeldhal : 600 kg.
- Rejets en phosphates : 700 kg.

Rejets issus du traitement biocide du circuit de refroidissement :

- Rejets en bromoformes : 65 000 kg.
- Rejets en oxydants résiduels : 300 000 kg.

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

4. SYNTHESE DU PREVISIONNEL POUR L'ANNEE 2025

<p>Prélèvements en eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prélèvements en mer : - Prélèvements d'eaux de réseaux de distribution : - Prélèvements d'eau de nappe : <p>Rejets radioactifs gazeux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejets de gaz rares : - Rejets gazeux de tritium : - Rejets gazeux de carbone 14 : - Rejets gazeux d'iodes : - Rejets gazeux d'autres produits de fission et d'activation : <p>Rejets radioactifs liquides :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejets liquides de tritium : - Rejets liquides de carbone 14 : - Rejets liquides d'iodes : - Rejets liquides d'autres produits de fission et d'activation : <p>Rejets chimiques issus des réservoirs T, S et Ex :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejets d'acide borique : - Rejets d'hydrazine : - Rejets d'éthanolamine : - Rejets d'ammonium : - Rejets de phosphate : - Rejets de détergents : - Rejets en métaux totaux : - Rejets en Aluminium : <p>Rejets chimiques issus de la station de déminéralisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejets en sulfates : <p>Rejets chimiques issus des micro-stations d'épuration :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejets en Azote Kjeldhal : - Rejets en phosphates : <p>Rejets chimiques issus du traitement biocide du circuit de refroidissement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rejets en bromoformes : - Rejets en oxydants résiduels : 	<p>6 050 000 milliers de m³</p> <p>900 milliers de m³</p> <p>85 milliers de m³</p> <p>2 000 GBq</p> <p>2 000 GBq</p> <p>1 400 GBq</p> <p>0,10 GBq</p> <p>0,01 GBq</p> <p>91 000 GBq</p> <p>70 GBq</p> <p>0,05 GBq</p> <p>3,30 GBq</p> <p>25 200 kg</p> <p>3,6 kg</p> <p>60 kg</p> <p>5 000 kg</p> <p>750 kg</p> <p>65 kg</p> <p>100 kg</p> <p>25 kg</p> <p>390 000 kg</p> <p>600 kg</p> <p>700 kg</p> <p>65 000 kg</p> <p>300 000 kg</p>
--	---

	NOTE PREVISIONNEL DE PRELEVEMENT ET DE CONSOMMATION D'EAU ET DE REJETS DU CNPE DE GRAVELINES POUR L'ANNEE 2025		
	GRA_SIF	Référence : D5130CRSIFENV0026	Indice : 000

ANNEXE 1 - LEXIQUE

Becquerel (Bq) : unité de mesure de l'activité radiologique. Un becquerel correspond à la désintégration d'un radionucléide par seconde. 1 GBq = 1 000 000 000 Bq et 1 TBq = 1 000 000 000 000 Bq.

Biocide : substance chimique capable de détruire la biomasse pathogène.

Condenseur : élément d'une centrale nucléaire permettant de condenser de la vapeur d'eau (état gazeux) pour obtenir de l'eau sous forme liquide.

Circuit primaire : circuit d'eau transportant de l'énergie sous forme de chaleur du cœur du réacteur jusqu'au générateur de vapeur.

Circuit secondaire : circuit d'eau permettant de faire tourner les turbines de production d'électricité.

Effluent : eau résiduaire urbaine ou industrielle.

Fission nucléaire : phénomène par lequel un atome est divisé en deux atomes plus petits.

Isotope : forme différente d'un atome.

Radionucléide : élément chimique possédant une radioactivité naturelle ou artificielle.

Réservoir Ex : réservoir SEK = réservoir des effluents du circuit secondaire.

Réservoir RS : réservoir TEG = réservoir des effluents gazeux.

Réservoir S : réservoir TER = réservoir de santé.

Réservoir T : réservoir KER = réservoir des effluents de l'îlot nucléaire.

Turbo-alternateur : ensemble comprenant une turbine et un alternateur et permettant, dans une centrale nucléaire, de transformer de l'énergie sous forme de chaleur en énergie électrique.



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

EDF – Direction Production Ingénierie et Thermique
Centre Nucléaire de Production d'Electricité de
Gravelines
Route de la Digue Level
59 820 Gravelines
03.66.18.80.00