

Gravelines

2024

Rapport environnemental annuel relatif aux installations nucléaires du Centre Nucléaire de Production d'Électricité 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 2024	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	10
I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement	12
II. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel	12
III. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique	13
IV. Milieu de prélèvement : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance	13
Partie III – Restitution et consommation d'eau	16
I. Restitution d'eau	16
II. Consommation d'eau	16
Partie IV - Rejets d'effluents	17
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	17
II. Rejets d'effluents liquides	26
III. Rejets thermiques	47
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

Partie VIII - Gestion des déchets	75
I. Les déchets radioactifs	75
II. Les déchets non radioactifs	79
ABREVIATIONS	81

LISTE DES ANNEXES

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

ANNEXE 2 – Suivi radio-écologique annuel du CNPE de Gravelines - Année 2023

ANNEXE 3 – Résultats de la campagne estivale 2024 de contrôle des eaux du canal d'amenée et du canal de rejet

ANNEXE 4 – Résultats des levées bathymétriques 2024, différentiel 2023/2024 « petite zone »

ANNEXE 5 – Rapport du Prévisionnel de prélèvement et consommation d'eau et de rejets du CNPE pour l'année 2024

Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité de Gravelines en 2024

I. Contexte

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

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

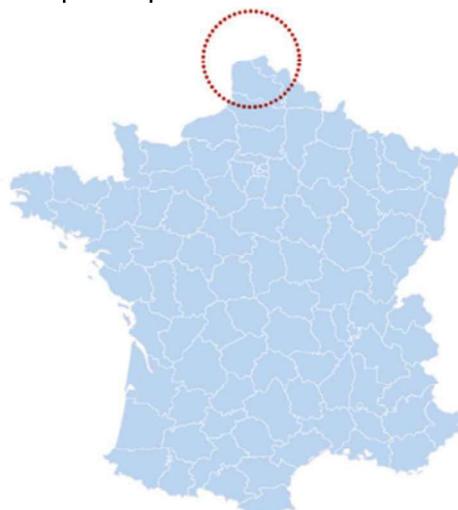
La maîtrise des événements, susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement, repose sur une application stricte des règles de prévention (bonne gestion des eaux usées, des « effluents », de leurs traitements, entreposage, contrôles avant rejet, etc.) et sur un système complet de surveillance de l'environnement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

En application de l'article 4.4.4 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, ce document présente le bilan de l'année 2024 du CNPE de 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^e 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, 1 900 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 2024, le parc nucléaire français a produit 362 TWh. La centrale de Gravelines a, quant à elle, produit 32,71 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, 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, 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 des 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

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

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

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

- les Valeurs Toxicologiques de Référence pour l'impact sanitaire sur l'Homme, valeurs sélectionnées selon les critères définis dans la note d'information n°DGS/EA/DGPR/2014/307 du 31/10/2014,
- les valeurs seuils ou valeurs guides issues des textes réglementaires ou des grilles de qualité d'eau, les données écotoxicologiques, en particulier les PNEC (Predicted No Effect Concentration), et les études testant la toxicité et l'écotoxicité des effluents CRT, pour l'analyse des incidences sur l'environnement. A noter que les PNEC sont validées par la R&D d'EDF après revue bibliographique exhaustive et, si nécessaire, réalisation de tests écotoxicologiques commandités par EDF et réalisés selon les normes OCDE et les Bonnes Pratiques de Laboratoire.

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

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

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

La protection de l'environnement, sur le terrain comme en laboratoire, a toujours été une priorité pour les CNPE d'EDF. Comme pour tous les sites industriels, les exigences environnementales fixées par le CNPE de 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 (ASNR), 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 événements significatifs pour l'environnement déclarés

Le tableau suivant récapitule les événements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE de Gravelines en 2024.

Typologie	Date de déclaration	Date de l'évènement	Description de l'Evènement	Actions correctives
ESE 2	04/01/2024	15/12/2023	Dépassement de la limite de concentration maximale autorisée en hydrocarbures au niveau de l'émissaire B6	<p>1 : compléter le programme local de maintenance afin d'ajouter le contrôle de fonctionnement de l'obturateur et du système de détection.</p> <p>2 : réaliser une vérification du fonctionnement de l'obturateur.</p> <p>3 : analyser, avec l'aide des entités nationales, les meilleures pratiques afin d'améliorer la représentativité du prélèvement.</p> <p>4 : adapter les pratiques de prélèvement, selon les conclusions de l'action 3.</p>
ESE 7	23/02/2024	19/02/2024	Déclenchement du portique C3 Véhicules de sortie de site lors du passage d'un camion hydrocureur	<p>1 : compléter le plan d'actions ZppDN en prenant en compte l'évènement et mettre en conformité la zone de l'atelier chaud.</p> <p>2 : renvoi vers l'action 2 du rapport d'ESR 00 24 001 (D5130RR0024001) : Organiser avec le Service Prévention des Risques un double contrôle radiologique avant transfert des matériels hors gabarit vinylés</p> <p>3: réaliser les préalables à la mise en œuvre du conteneur 30 pieds pouvant contenir des objets hors gabarit.</p> <p>4: analyser l'impact sur la mesure des technologies différentes et des réglages différents des portiques de contrôle véhicules.</p> <p>5: définir les précautions à prendre pour les activités intrusives réalisées dans des zones en limite ZC/ZppDN.</p>
ESE 9	18/06/2024	11/06/2024	Détection tardive d'une perte d'alimentation des portiques C3 Véhicules en sortie principale du CNPE	<p>1 : réaliser l'analyse technique pour identifier l'origine de la perte d'alimentation de 0 LKP 107 JA</p> <p>2 : indiquer la note d'information N° 23 009/2023/MNYS ind. 0 avec l'information de ces départs et les principes de réalimentation nécessaires à la suite du Retour d'EXpérience de l'évènement</p> <p>3 : étudier la possibilité technique de disposer d'un mode de réenclenchement automatique du coffret 0 KZC 005 CR.</p> <p>4 : améliorer l'ergonomie du positionnement des voyants « bon fonctionnement C3 véhicules » face au superviseur sécuritaire du hall véhicules et non dans son dos.</p> <p>5 : mettre en place une alarme sonore en cas de non-alimentation des C3 véhicules du Poste d'accès Principal dans le local du superviseur du hall véhicule</p> <p>6 : demander à la société privée la Modification de leur cahier de quart (courrier).</p>

Typologie	Date de déclaration	Date de l'évènement	Description de l'Evènement	Actions correctives
ESE 2	16/07/2024	Non connue	Déversement vers 9SEO des effluents de la fosse de neutralisation 0 SDX 021 BA	<p>1 : remplacer le switch en défaut pour retrouver une redondance de l'automate.</p> <p>2 : étudier la faisabilité de mettre en place une protection indépendante de l'automate pour sécuriser la séquence de régénération.</p> <p>3 : modifier la fiche d'alarme SEO 001 AA et la consigne d'exploitation S SEO pour demander un relevé du pH SEO 900 MG avant de réaliser un rejet de la fosse SEO.</p> <p>4 : sensibiliser les Agents de Terrain par une présentation de l'évènement lors du Groupe d'Animation Métier Agent de Terrain.</p> <p>5 : intégrer dans le parcours de formation des astreintes décision PCC une sensibilisation à la consigne GC 21.</p>
ESE 1	25/09/2024	Non connue	Dépassement d'un seuil de décision relatif à l'activité volumique en Co60 sur la cheminée du BAC	<p>1 : corriger le montage du flexible de la prise d'air du préleveur 0KRT855CR pour éviter tout débranchement fortuit et contrôler l'état des flexibles des chaînes KRT de même technologie de raccordement.</p> <p>2 : intégrer un contrôle de l'intégrité de la chaîne 0KRT855CR dans la documentation encadrant le contrôle réglementaire de l'activité de la cheminée du BAC.</p> <p>3 : définir le service responsable du remplacement du 0DVQ003FI.</p>
ESE 6	26/12/2024	Non connue	Cumul annuel d'émission de fluides frigorigènes pour le CNPE (industriel et tertiaire) supérieure à 100kg	<p>1 : tracer un REX sur les problématiques de vibrations des tubings des groupes DEL pour en informer nos services centraux.</p> <p>2 : traitement de l'action CAMELEON A0000838436 sur l'analyse des défaillances matérielles au niveau des dudgeons (raccords cuivre) sur les climatiseurs X DVP 001 – 002 CI et émission d'une fiche REX d'exploitation liée à la modification PNPP 1395.</p> <p>3 : s'assurer que le contrôle technique est réalisé et correctement tracé pour garantir la maîtrise des règles de l'art lors du transfert de fluides frigorigènes.</p> <p>4 : mettre en place un suivi des pertes, à la maille du site, de façon mensuelle.</p>

2. Bilan des incidents de fonctionnement

En 2024, l'indisponibilité du dispositif de traitement des effluents radioactifs de la tranche 8 déjà présente en 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.

Partie II - Prélèvements d'eau

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

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

Dans un CNPE, l'eau est nécessaire pour :

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

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

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

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

LA CENTRALE NUCLÉAIRE

Principe de fonctionnement, sans aéroréfrigérant

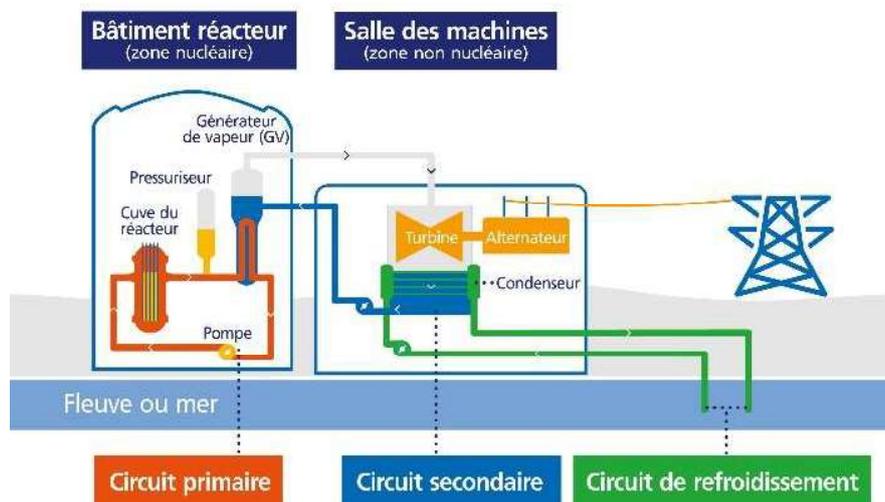


Figure 2 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert (Source : EDF)

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 le milieu naturel) soit respectivement un besoin de 6 à 160 litres d'eau prélevés pour produire 1 kWh.

Que les CNPE soient en fonctionnement ou à l'arrêt, la grande majorité de l'eau prélevée est restituée à sa source, c'est-à-dire au milieu naturel à proximité du point de prélèvement.

Les besoins en eau d'un CNPE servent majoritairement à assurer son refroidissement et, donc, à produire de l'électricité. Cependant, comme tous les sites industriels, un CNPE a besoin d'eau pour :

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

I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement

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

	Prélèvement d'eau (en millions de m ³)
Janvier	531,02
Février	459,65
Mars	544,58
Avril	461,60
Mai	541,88
Juin	545,58
Juillet	600,99
Août	483,52
Septembre	503,33
Octobre	493,87
Novembre	526,39
Décembre	607,36
TOTAL (en millions de m ³)	6 299,77

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 2024.

	Consommation d'eau (en m ³)	eau de mer (système CFI) (en m ³)	eaux industrielles du réseau (en m ³)
Janvier	1 820 792	1 760 137	60 655
Février	1 748 800	1 670 936	77 864
Mars	1 834 124	1 765 511	68 613
Avril	1 626 413	1 554 806	71 607
Mai	1 772 212	1 704 866	67 346
Juin	1 883 104	1 800 503	82 601
Juillet	2 419 884	2 335 676	84 208
Août	1 914 569	1 815 733	98 836
Septembre	1 700 162	1 623 702	76 460
Octobre	1 843 820	1 749 119	94 701
Novembre	1 729 614	1 658 111	71 503
Décembre	1 863 002	1 786 779	76 223
TOTAL (en m³)	22 156 498	21 225 881	930 617

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

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

	Prélèvement d'eau (en m ³)
Janvier	7 098
Février	5 230
Mars	4 569
Avril	4 316
Mai	8 092
Juin	4 543
Juillet	5 510
Août	5 557
Septembre	6 274
Octobre	6 333
Novembre	5 116
Décembre	4 614
TOTAL (en m³)	67 252

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

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

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

Année	Milieu	Volume (milliers de m ³)
2022	Eaux marines pour le refroidissement	5 755 579
2023		5 805 796
2024		6 299 770
Prévisionnel 2024		5 910 000
2022	Eaux marines à usage industriel	20 226
2023		20 706
2024		21 226
Prévisionnel 2024		-
2022	Eaux douces du réseau pour un usage industriel	1 043
2023		859
2024		931
Prévisionnel 2024		850

Année	Milieu	Volume (milliers de m ³)
2022	Eau potable du réseau à usage domestique	100,583
2023		120 437
2024		67 252
Prévisionnel 2024		-
2022	Eaux douces souterraines	2,211
2023		3,579
2024		14,126
Prévisionnel 2024		35

Commentaires : Les prélèvements d'eau de mer pour le refroidissement dépendent directement du fonctionnement des unités de production. En 2024, certaines campagnes d'arrêt ont dû être décalées ce qui a conduit à augmenter le nombre de jours de production sur l'année et donc à augmenter les besoins en eau de refroidissement.

La consommation d'eau industrielle en 2024 est légèrement au-dessus du prévisionnel, mais cohérente avec les consommations des années précédentes.

La consommation en eau potable a fortement diminué grâce à d'importants travaux sur le réseau de distribution de l'eau potable sur le site qui ont permis d'isoler des tronçons présentant des fuites importantes et de procéder aux réparations nécessaires, ainsi qu'à un suivi rapproché permettant de détecter les fuites de manière précoce.

Les prélèvements d'eaux douces souterraines sont liés à la création en cours de quatre puits de pompage en nappe pour le système d'appoint ultime en eau. Les volumes comptabilisés dépendent des travaux et des essais de pompage qui se sont poursuivis en 2024.

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	Unité
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	
Eaux souterraines	Débit instantané	90	61,2	m ³ /s
	Volume journalier	2 160	1 039,2	m ³
	Volume annuel	35 000	14 126,0 *	m ³

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

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

L'année 2024 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'a été nécessaire.

A noter que dans le cadre du retour d'expérience de l'événement survenu au CNPE de Fukushima-Daiichi, il a été décidé de mettre en place, sur l'ensemble des CNPE, un moyen complémentaire de pompage ultime en eau pour les matériels de l'Îlot Nucléaire (bâches d'alimentation en eau de secours des générateurs de vapeur et piscines du bâtiment combustible et du bâtiment réacteur). Sur le CNPE de Gravelines, la solution retenue est la réalisation de quatre puits de pompage en nappe phréatique (1 puits par tranche pour les tranches 3 à 6) et d'un réservoir de stockage d'eau (pour les tranches 1 et 2, comprenant deux alvéoles distinctes). Les travaux ont débuté en 2021. La mise en exploitation du premier puit est prévue en 2025, de même que le réservoir.

4. Opérations exceptionnelles de prélèvements

Le CNPE de Gravelines n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans le milieu en 2024.

Partie III – Restitution et consommation d'eau

I. Restitution d'eau

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

	Restitution d'eau				Unité
	Eau de refroidissement	Rejet radioactifs	Rejets industriels non radioactifs	TOTAL (en m ³)	
Janvier	531 017 769	5 391	1 811 800	532 834 959	m ³
Février	459 653 629	7 656	1 734 702	461 395 986	
Mars	544 579 737	5 986	1 819 541	546 405 265	
Avril	461 596 321	6 402	1 600 154	463 202 877	
Mai	541 882 207	7 751	1 756 727	543 646 685	
Juin	545 579 725	7 146	1 845 712	547 432 583	
Juillet	600 985 649	5 707	2 396 122	603 387 478	
Août	483 518 151	8 181	1 875 688	485 402 020	
Septembre	503 327 811	8 553	1 689 793	505 026 157	
Octobre	493 873 578	7 092	1 826 340	495 707 010	
Novembre	526 392 894	5 610	1 717 407	528 115 911	
Décembre	607 362 767	6 113	1 860 356	609 229 235	
TOTAL	6 299 770 237	81 588	21 934 341	6 321 786 166	
Restitution globale	6 321 786 166				m ³
Pourcentage de restitution d'eau globale par rapport au prélèvement	99,996%				%

II. Consommation d'eau

La consommation d'eau correspond à la différence entre la quantité d'eau prélevée et la quantité d'eau restituée au milieu aquatique. Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel de consommation d'eau de l'année 2024.

	Consommation d'eau (en m ³)
Janvier	10 714
Février	12 341
Mars	16 469
Avril	24 174
Mai	15 826
Juin	34 789
Juillet	23 565
Août	36 257
Septembre	8 382
Octobre	20 862
Novembre	11 714
Décembre	6 855
TOTAL	221 947

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 d'une personne du public fixée à 1mSv/an dans l'article R1333-8 du code de la santé publique

I. Rejets d'effluents à l'atmosphère

1. Rejets d'effluents à l'atmosphère radioactifs

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

- les effluents dits « hydrogénés » proviennent du dégazage des effluents liquides issus du circuit primaire. Afin d'éviter tout mélange avec l'oxygène de l'air, ces effluents

hydrogénés sont collectés et stockés, au minimum 30 jours dans des réservoirs où une surveillance régulière est effectuée. Durant ce temps, la radioactivité décroît naturellement, ce qui réduit d'autant l'impact environnemental. Les effluents sont contrôlés avant leur rejet. Pendant leur rejet, ils subissent systématiquement des traitements tels que la filtration à Très Haute Efficacité (filtres THE) qui permet de retenir les poussières radioactives. Ces rejets occasionnels sont dits « concertés ».

- Les effluents dits « aérés » qui proviennent de la collecte des événements des circuits de traitement des effluents liquides radioactifs, de la dépressurisation du bâtiment du réacteur ainsi que de l'air de la ventilation des locaux de l'îlot nucléaire. La ventilation maintient les locaux en légère dépression par rapport à l'extérieur et évite ainsi les pertes de gaz ou de poussières contaminées vers l'environnement. Les opérations de dépressurisation de l'air du bâtiment réacteur conduisent à des rejets dits « concertés ». L'air de ventilation transite par des filtres THE et, dans certains circuits, sur des pièges à iodes à charbon actif avant d'être rejeté en continu à la cheminée. Ces rejets sont dits « permanents ».

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

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

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

a. Règles spécifiques de comptabilisation

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

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

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

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

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

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

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

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

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

c. Cumul mensuel

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

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

	Gaz rares					Iodes			Autres produits de fission ou d'activation			
	⁴¹ Ar (GBq)	⁸⁵ Kr (GBq)	^{131m} Xe (GBq)	¹³³ Xe (GBq)	¹³⁵ Xe (GBq)	¹³¹ I (GBq)	¹³³ I (GBq)	⁵⁸ Co (GBq)	⁶⁰ Co (GBq)	¹³⁴ Cs (GBq)	¹³⁷ Cs (GBq)	
Janvier	1,61	0,01	0,00	152,50	13,09	0,000	0,002	0,00012	0,00015	0,00009	0,00012	
Février	4,02	0,03	0,00	134,40	13,32	0,001	0,002	0,00017	0,00021	0,00011	0,00015	
Mars	5,31	0,00	0,00	99,04	9,93	0,000	0,002	0,00012	0,00023	0,00007	0,00008	
Avril	1,58	0,01	0,01	225,10	12,65	0,000	0,003	0,00023	0,00013	0,00007	0,00008	
Mai	5,10	0,01	0,01	267,40	16,85	0,000	0,002	0,00027	0,00010	0,00006	0,00007	
Juin	5,05	1,59	0,03	965,10	52,46	0,001	0,003	0,00012	0,00015	0,00010	0,00012	
Juillet	4,64	0,46	0,05	744,60	25,25	0,001	0,002	0,00145	0,00022	0,00015	0,00018	
Août	3,28	7,65	1,07	909,80	26,55	0,002	0,002	0,00009	0,00015	0,00009	0,00013	
Septembre	4,23	4,40	0,36	79,94	20,70	0,001	0,009	0,00009	0,00013	0,00007	0,00009	
Octobre	2,06	0,01	0,00	31,53	11,86	0,001	0,002	0,00011	0,00015	0,00010	0,00012	
Novembre	5,20	8,52	0,20	38,24	14,13	0,000	0,002	0,00010	0,00013	0,00007	0,00010	
Décembre	5,05	3,25	0,02	33,18	13,08	0,001	0,002	0,00007	0,00011	0,00006	0,00008	
TOTAL ANNUUEL	47,12	25,94	1,76	3 680,83	229,87	0,008	0,034	0,00295	0,00186	0,00106	0,00133	
			3 985,52			0,0414			0,0072			

	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	167,20	86,97	0,00272	0,0005	136,60	609,00
Février	151,77	119,80	0,00275	0,0006		576,00
Mars	114,28	118,70	0,00276	0,0005		624,00
Avril	239,36	113,50	0,00378	0,0005	199,90	566,00
Mai	289,37	122,60	0,00224	0,0005		606,00
Juin	1 024,23	133,00	0,00312	0,0005		601,00
Juillet	775,01	145,30	0,00249	0,0020	192,10	593,00
Aout	948,35	219,50	0,00378	0,0005		625,00
Septembre	109,63	159,80	0,01019	0,0004		572,00
Octobre	45,46	140,50	0,00257	0,0005	328,10	599,00
Novembre	66,28	116,10	0,00229	0,0004		636,00
Décembre	54,57	53,86	0,00274	0,0003		564,00
TOTAL ANNUEL	3 985,52	1 529,63	0,0414	0,0072	856,70	7 171,00

Commentaires : 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.

En septembre 2024, ce seuil a été dépassé sur le dispositif de contrôle de la ventilation de la cheminée du BAC (Bâtiment des Auxiliaires de Conditionnement - présence de Cobalt 60). L'origine n'a pu être déterminée avec certitude (hypothèses : montage du flexible du préleveur ou encrassement prolongé d'un filtre). Ce dépassement a fait l'objet de la déclaration d'un ESE (voir Partie I - §V-1) .

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

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

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres PA et PF (incluant le Ni63)
2022	1 313	1 758	1 281,00	0,064	0,014
2023	948	1 585	1 136,00	0,049	0,008
2024	3 985	1 530	856,70	0,041	0,007
Prévisionnel 2024	2 000	2 000	1 400	0,1	0,01

Commentaires : Les rejets en gaz rares sont en augmentation et supérieurs au prévisionnel, du fait d'un défaut de gainage combustible en tranche 1, confirmé suite à la mise à l'arrêt de la tranche en août 2024. L'assemblage combustible présentant le défaut a pu être identifié et sorti de l'installation lors de l'arrêt de tranche. Les autres rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2024.

e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision 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		3 985,52
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^7$	$7,12 \cdot 10^6$	
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^7$	$1,08 \cdot 10^6$	
	Cheminée n° 3	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^7$	$7,32 \cdot 10^5$	
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	3 300		856,70
Tritium	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	12 000		1 529,63
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^6$	$4,89 \cdot 10^4$	
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^6$	$2,91 \cdot 10^4$	
	Cheminée n° 3	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^6$	$4,01 \cdot 10^4$	
Iodes	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,4		0,04
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^2$	2,99	
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^2$	6,18	
	Cheminée n° 3	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^2$	3,73	
Autres produits de fission et produits d'activation	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2,4		0,007
	Cheminée n° 1	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^2$	$1,48 \cdot 10^{-1}$	
	Cheminée n° 2	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^2$	$2,77 \cdot 10^{-1}$	
	Cheminée n° 3	Débit instantané (Bq/s)	$3,3 \cdot 10^2$	2,20	

*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 2024.

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

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

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

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

Les cumuls mensuels des rejets diffus d'effluents radioactifs à l'atmosphère 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	36,1	0,00	0,00	76,11	0,00
Février	51,1	369,45	0,00	77,22	0,00
Mars	35,7	0,00	0,00	60,88	0,00
Avril	36,9	0,00	0,00	107,12	0,00
Mai	43,0	0,00	0,00	81,65	0,00
Juin	45,6	0,00	0,00	106,55	0,00
Juillet	51,8	0,00	0,00	63,91	0,00
Août	61,0	0,00	0,00	62,12	0,00
Septembre	42,2	16,51	0,00	48,40	0,00
Octobre	53,1	0,00	0,00	49,20	0,00
Novembre	33,3	0,00	0,00	62,62	0,00
Décembre	39,4	0,00	0,00	73,03	0,00
TOTAL ANNUEL	529,2	385,97	0,00	868,81	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.
- Le conditionnement de circuit à l'arrêt : à l'occasion des arrêts de tranche pour une durée supérieure à une semaine, la conservation humide des générateurs de vapeur permet de s'affranchir du risque de corrosion des matériaux constitutifs et de disposer d'une barrière biologique (écran d'eau) pour réaliser des travaux environnants. Les générateurs de vapeur sont alors remplis avec de l'eau déminéralisée conditionnée à l'hydrazine et additionnée avec de l'ammoniaque dans des proportions définies dans les spécifications chimiques de conservation à l'arrêt.

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

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SO_x) et d'azote (NO_x) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs diesels) ayant fonctionné pendant 296 heures, et diesels d'ultime secours (DUS) ayant fonctionné pendant 132 heures, au total sur les 6 tranches pour 2024 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	DUS	TOTAL
SO _x	kg	2,66	0,61	3,27
NO _x	kg	30 000	14 300	44 300

b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2024, 46,82 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	5,13.10 ⁻⁴	1,21.10 ⁻⁵
		Monoxyde de carbone	4,79.10 ⁻⁴	1,13.10 ⁻⁵

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

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

Paramètre	Unité	TOTAL
Ammoniac	kg	786
Morpholine / Ethanolamine		45

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

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

La quantification des émissions de gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes est la suivante :

Paramètre	Masse en kg	Tonne équivalent CO ₂
Hydrogène-fluoro-carbone (HFC)	103,87	163,84
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	98,04	2 382,37
Total des émissions de GES en tonne équivalent CO₂		2 546,21

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 2024, les émissions liées à cette activité représentent 510,16 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 93.10^{-3} gCO₂ / kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 32,71 TWh sur l'année 2024.

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

L'année 2024 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'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 2024.

II. Rejets d'effluents liquides

1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

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

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

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

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

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

- 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
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 :

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

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	2,34	3,84	35,75	132,30	3,01	2,31	6,82	2,28	2,80	0,00
février	3,68	15,90	69,44	117,50	3,17	3,59	7,21	2,43	2,90	0,00
mars	2,77	19,04	56,83	54,47	1,72	1,95	5,26	1,82	2,23	11,98
avril	2,10	9,68	82,25	53,09	1,64	1,66	4,91	1,67	1,94	0,67
mai	2,92	27,12	52,25	44,83	2,43	2,73	7,59	2,71	3,09	0,00
juin	2,87	18,46	71,43	70,10	2,18	2,49	6,71	2,30	2,79	0,00
juillet	3,60	16,44	66,27	36,99	1,66	2,29	5,57	1,69	2,16	0,00
août	3,31	21,81	62,30	36,45	2,63	2,70	8,30	2,64	3,22	0,00
septembre	4,47	23,55	92,62	165,40	3,53	3,88	9,18	9,56	17,85	1,65
octobre	4,82	24,20	94,44	126,20	2,78	4,72	7,51	4,73	6,88	11,22
novembre	3,16	40,50	89,19	51,30	2,48	5,53	5,32	1,91	2,41	1,33
décembre	4,86	74,86	95,87	74,31	11,84	7,31	9,70	2,01	2,35	3,52
TOTAL ANNUEL	40,90	295,40	868,64	962,94	39,07	41,16	84,05	35,73	50,62	30,36

	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	27 978,00	5 391,00	5 340,63	3,962	0,002	0,191	0,008
Février	31 654,00	7 656,00	4 789,56	4,425	0,002	0,226	0,007
Mars	28 291,20	5 986,41	4 740,53	5,190	0,002	0,158	0,025
Avril	26 949,64	6 402,00	7 354,13	8,030	0,002	0,160	0,010
Mai	31 357,00	7 751,44	6 755,40	9,850	0,003	0,146	0,022
Juin	32 293,00	7 146,08	7 054,50	8,780	0,002	0,179	0,017
Juillet	39 030,00	5 707,27	3 927,75	7,880	0,002	0,137	0,091
Août	33 749,00	8 181,00	2 363,01	3,480	0,003	0,143	0,006
Septembre	28 465,20	8 553,00	2 987,58	2,510	0,003	0,332	0,010
Octobre	35 076,90	7 091,61	2 052,65	3,591	0,003	0,287	0,026
Novembre	25 185,00	5 609,56	4 495,09	2,589	0,002	0,203	0,022
Décembre	31 016,00	6 112,61	5 829,22	2,590	0,002	0,287	0,021
TOTAL ANNUEL	371 044,94	81 587,98	57 690,05	62,88	0,027	2,449	0,264

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

Commentaires : Un réservoir SEK rejeté le 14/02/2024 a présenté une activité volumique supérieure à 400 Bq/l, à 437,83 Bq/l. Cette valeur est à mettre en relation avec la présence de tritium détectée sur le circuit secondaire de la tranche 1, suite au débordement d'un puisard RPE recueillant des effluents notamment issus des échantillonnages REN-APG réinjectés dans le circuit secondaire via le système APG.

d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

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

	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)			
	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres PA et PF (incluant le Ni63)
2022	46 475	44,94	0,041	2,470
2023	49 533	73,51	0,043	3,188
2024	57 690	62,88	0,027	2,713
Prévisionnel 2024	91 000	70	0,05	3,30

Commentaires : Les valeurs des rejets radioactifs liquides sont cohérentes avec les valeurs du prévisionnel 2024.

e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2018-DC-0646.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur	Valeur (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	120 000	57 690
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	900	62,88
Iodes	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,9	0,03
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (GBq)	90	2,45

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	1,48.10 ⁷	1,44.10 ⁸	2,97.10 ⁶
Iodes	canal de rejet	Débit d'activité (Bq/s)	1 Bq/L x D	4,81	1,80.10 ⁵	1,38
Autres PA et PF	canal de rejet	Débit d'activité (Bq/s)	7 Bq/L x D	8,29.10 ²	1,38.10 ⁶	1,26.10 ²

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 2024 sont donnés dans le tableau suivant (valeurs moyennes et maximales).

Paramètre analysé	Activité volumique horaire à mi-rejet			Activité volumique : moyenne journalière			
	Valeur moyenne mesurée en 2024	Valeur maximale mesurée en 2024	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2024	Valeur maximale mesurée en 2024	Limite réglementaire	
Eau filtrée (Bq/l)	Activité bêta globale	12,02	15,40	18	-	-	-
	Tritium	59,07	272,00	1 800	15,71	75,00	900 ⁽¹⁾ / 100 ⁽²⁾
	Potassium	418,45	450,00	-	-	-	-
Matières en suspension (Bq/l)	Activité bêta globale	0,016	0,067	-	-	-	-

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

Commentaires : Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 2024 sont cohérentes avec les valeurs attendues du fait des rejets d'effluents autorisés du CNPE. Les mesures d'activité bêta globale et de l'activité en tritium dans l'eau sont 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 l'éthanolamine et de ses produits dérivés

Il n'y a pas d'évolution récente des connaissances sur la toxicité de l'éthanolamine et des sous-produits associés. Les principaux effets connus sont rappelés ci-après.

- L'éthanolamine a des propriétés irritantes (oculaire, cutané, brûlure d'œsophage dans le cas de l'ingestion) et corrosives. Aucune VTR issue des bases de données de référence n'est associée à cette substance.

- Les produits de dégradation de l'éthanolamine sont constitués des ions acétates, formiates, glycolates et oxalates, ainsi que de méthylamine et d'éthylamine. Il s'agit de substances irritantes voire corrosives, qui sont faiblement toxiques dans les conditions de rejet. Aucune VTR issue des bases de données de référence n'est associée à ces substances.

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

b. Règles spécifiques de comptabilisation

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

c. Rejets d'effluents liquides chimiques via 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	947,55		1,22	0,52	4,15	139,30	31,05	3,69	113,06	290,92
Février	1 307,07		1,60	0,10	8,73	155,08	31,44	57,27	154,21	195,70
Mars	889,26		1,56	0,07	3,92	142,70	28,92	11,28	124,97	288,69
Avril	925,72		1,78	0,09	4,44	128,64	62,82	15,78	50,20	306,48
Mai	1 226,87		1,95	0,24	4,27	199,75	20,54	16,15	61,80	390,83
Juin	1 403,72		2,31	0,29	4,95	226,25	8,26	6,34	58,18	377,41
Juillet	772,53		2,25	0,15	4,33	256,15	45,99	10,56	35,64	349,08
Août	2 812,43		2,33	0,24	8,09	250,57	53,62	9,05	42,57	349,27
Septembre	2 839,23		2,75	0,14	7,25	283,60	58,84	7,66	42,56	371,18
Octobre	2 057,92		2,84	0,11	6,22	266,21	66,25	8,40	167,54	233,00
Novembre	1 323,30		2,58	0,18	4,52	439,61	23,55	5,85	161,14	220,11
Décembre	1 851,34		3,08	0,14	4,35	471,84	42,25	6,77	182,78	442,61
TOTAL ANNUUEL	18 356,94	0,00	26,25	2,27	65,22	2 959,72	473,52	158,78	1 194,64	3 815,27

Emissaire de rejet R2

	Morpholine (kg)	Ethanolamine (kg)	Hydrazine (kg)	Ammonium (kg)	Phosphates (kg)	Métaux totaux (kg)	MES (kg)	DCO (kg)
Janvier	1,84	0,61	241,65	13,17	2,43	82,92	183,72	
Février	1,95	0,09	248,65	14,23	87,76	87,76	58,51	
Mars	1,78	0,07	252,51	14,31	12,79	80,17	133,61	
Avril	1,78	0,10	191,46	8,46	12,38	18,50	198,46	
Mai	1,92	0,26	273,46	14,86	15,96	19,97	310,48	
Juin	1,90	0,21	285,54	7,77	3,46	20,94	213,16	
Juillet	1,94	0,11	226,00	8,15	4,11	19,41	159,36	
Août	1,41	0,04	166,63	5,71	3,39	14,09	121,29	
Septembre	0,99	0,05	150,43	6,84	1,51	9,86	74,52	
Octobre	1,21	0,04	115,72	4,61	1,80	24,64	30,80	
Novembre	0,25	0,04	44,04	1,25	0,36	5,88	7,35	
Décembre	0,32	0,01	58,85	2,41	0,40	7,80	29,98	
TOTAL ANNUEL	0,00	17,30	1,64	2 254,95	101,77	146,37	391,93	1 521,24

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	947,55	0,00	3,07	1,13	4,15	380,95	44,22	6,12	195,98	474,63	0,67
Février	1 307,07	0,00	3,55	0,19	8,73	403,73	45,67	144,92	241,97	254,21	19,74
Mars	889,26	0,00	3,34	0,14	3,92	395,22	43,23	24,05	205,13	422,31	3,56
Avril	925,72	0,00	3,56	0,19	4,44	320,10	71,28	28,34	68,70	504,94	4,53
Mai	1 226,87	0,00	3,87	0,50	4,27	473,22	35,40	32,12	81,78	701,31	9,15
Juin	1 403,72	0,00	4,22	0,50	4,95	511,79	16,03	9,81	79,11	590,57	2,08
Juillet	772,53	0,00	4,19	0,26	4,33	482,15	54,14	14,66	55,05	508,44	2,36
Août	2 812,43	0,00	3,74	0,28	8,09	417,20	59,33	12,45	56,66	470,56	1,62
Septembre	2 839,23	0,00	3,74	0,19	7,25	434,04	65,68	9,16	52,41	445,70	0,76
Octobre	2 057,92	0,00	4,05	0,15	6,22	381,92	70,86	10,20	192,18	263,80	1,60
Novembre	1 323,30	0,00	2,83	0,21	4,52	483,65	24,80	6,23	167,02	227,46	0,95
Décembre	1 851,34	0,00	3,41	0,15	4,35	530,70	44,66	7,15	190,58	472,59	0,70
TOTAL ANNUEL	18 356,94	0,00	43,55	3,91	65,22	5 214,66	575,29	305,21	1 586,58	5 336,51	47,70

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 (SEK)	kg																								
Janvier	0,01	0,01	0,12	0,32	0,06	0,27	0,39	1,24	2,43	0,06	0,07	0,07	0,36	0,50	0,48	0,28	1,87	3,70	0,06	0,08	0,19	0,68	0,56	0,75	0,67	3,11	6,12
Février	0,02	0,02	0,02	0,11	0,11	0,83	0,43	1,04	2,59	0,17	0,08	27,38	0,66	0,30	0,41	19,31	94,01	142,33	0,19	0,10	27,40	0,78	0,41	1,25	19,74	95,05	144,92
Mars	0,01	0,01	0,01	0,10	0,17	0,62	0,70	2,13	3,76	0,03	0,07	2,89	0,85	0,48	0,45	2,86	12,67	20,30	0,04	0,09	2,90	0,94	0,65	1,07	3,56	14,81	24,05
Avril	0,05	0,02	0,60	1,30	0,12	0,51	1,94	3,98	8,51	0,03	0,07	2,10	0,40	0,46	0,54	2,59	13,64	19,82	0,08	0,08	2,70	1,70	0,58	1,04	4,53	17,61	28,34
Mai	0,07	0,02	0,02	0,18	0,09	0,74	1,65	1,77	4,54	0,11	0,08	0,08	0,41	0,41	0,82	7,49	18,19	27,58	0,18	0,10	0,10	0,59	0,50	1,56	9,15	19,95	32,12
Juin	0,03	0,02	0,02	0,34	0,17	0,55	0,63	2,17	3,92	0,03	0,08	0,08	0,08	0,28	0,42	1,45	3,46	5,89	0,06	0,10	0,10	0,42	0,46	0,97	2,08	5,62	9,81
Juillet	0,02	0,01	0,31	0,67	0,27	0,63	0,87	3,58	6,38	0,04	0,10	0,10	0,55	0,51	0,43	1,48	5,08	8,28	0,06	0,11	0,41	1,22	0,78	1,06	2,36	8,66	14,66
Août	0,01	0,02	0,02	0,58	0,17	0,56	0,61	2,34	4,31	0,12	0,08	0,08	0,08	0,57	0,54	1,01	5,64	8,14	0,13	0,10	0,10	0,67	0,75	1,10	1,62	7,98	12,45
Septembre	0,01	0,02	0,02	0,60	0,27	0,66	0,47	2,76	4,82	0,03	0,07	0,07	0,25	0,40	0,65	0,28	2,59	4,35	0,04	0,09	0,09	0,85	0,67	1,31	0,76	5,35	9,16
Octobre	0,02	0,02	0,02	0,23	0,23	0,56	0,58	2,40	4,06	0,07	0,09	0,09	0,18	0,35	0,49	1,02	3,86	6,14	0,10	0,11	0,11	0,40	0,58	1,05	1,60	6,26	10,20
Novembre	0,01	0,01	0,01	0,12	0,22	0,32	0,35	1,44	2,49	0,03	0,06	0,06	0,15	0,38	0,22	0,60	2,24	3,74	0,03	0,08	0,08	0,27	0,60	0,54	0,95	3,68	6,23
Décembre	0,03	0,02	0,02	0,13	0,15	0,72	0,39	1,91	3,35	0,03	0,08	0,08	0,08	0,37	0,31	0,31	2,54	3,80	0,06	0,09	0,09	0,21	0,52	1,03	0,70	4,46	7,15
TOTAL ANNUEL	0,28	0,20	1,19	4,69	2,04	6,98	9,01	26,76	51,15	0,75	0,93	33,08	4,05	5,02	5,76	38,69	165,79	254,06	1,03	1,13	34,27	8,74	7,05	12,74	47,70	192,55	305,21

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

Substances	Unité	2022	2023	2024	Prévisionnel 2024
Acide borique	kg	23 164	23 005	18 357	25 200
Ethanolamine	kg	50	52	44	60
Hydrazine	kg	3,61	3,57	3,91	4,50
Ammonium	kg	3 382	4 223	5 215	4 500
Détergents	kg	62,09	66,58	65,22	60
Phosphates	kg	527	798	575	750
Métaux totaux	kg	87	106	305	100
Aluminium	kg	14,55	21,86	47,70	25
MES	kg	3 430	2 910	1 587	-
DCO	kg	7 461	5 289	5 337	-

Commentaires : Les rejets d'ammonium sont dépendants des volumes d'effluents rejetés. En 2024 le volume de rejets SEK a été plus élevé qu'en 2023.

Les rejets de métaux proviennent de l'usure normale des circuits. Les rejets en métaux totaux et aluminium ont été élevés ponctuellement en février 2024, sans qu'une cause particulière n'ait pu être identifiée.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision 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	Rejet 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)	Flux 24h (kg)	Flux 24h (kg)	Flux 24h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Flux annuel calculé (kg)				
Acide borique	1 300	-	209,97	1 500	-	-	214,44	10 000	-	-	613,79	18 356,94	-	-	-	-
Ethanolamine	2,4	2,1	0,24	2,8	2,4	-	0,28	12,8	6	-	0,74	26,25	544	17,30	-	-
Hydrazine	13	13	0,09	15	15	15	0,13	54	34	54	0,38	2,27	22	1,64	-	-
Ammonium	43,4	47,9	15,24	50	55,2	90	19,89	145	111	240	45,60	2 959,72	7650	2 254,95	-	-
Détergents	52,1	-	0,42	60	-	-	0,48	180	-	-	2,03	65,22	-	-	-	-
Phosphates	63,5	49,6	3,07	73,1	57,1	120	4,21	162	71,4	180	14,67	473,52	266	101,77	-	-
Métaux totaux	3	2,6	2,03	3,5	3	-	2,35	16	7,5	-	9,19	158,78	680	146,37	-	-
MES	103,3	88,5	3,24	119	102	-	4,02	544	255	680	15,08	1 194,64	23 120	391,93	-	-
DCO	121,5	104,2	8,32	140	120	-	10,78	640	300	-	42,95	3 815,27	27 200	1 521,24	-	-
Morpholine	6,1	5,2	-	7	6	12	-	32	15	45	-	0	892,5	0	-	-
Aluminium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	124,9	47,70

Commentaires : Les rejets liquides chimiques respectent les valeurs limites annuelles de rejet de la décision ASN n° 2018-DC-0646. Le flux 24h maximal en rejet de métaux totaux est de 9,19kg le 27/02/2024, décomposé de la manière suivante : 3,27 kg rejetés via R1 et 5,92 kg via R2. Ainsi les limites applicables à R1 (16kg) et à R2 (7,5kg) ont été respectées

L'article 5.3.1 de la décision ASN n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2024, la quantité de lithine rejetée par le CNPE de Gravelines est évaluée à 7,67 kg.

iv. Rejets de cuivre et de sulfates liés à la destruction de l'hydrazine

La prescription [EDF-GRA-122] de la décision ASN n°2018-DC-0647 demande une évaluation des quantités de sulfates et de cuivre rejetées liées à l'injection de sulfate de cuivre destiné à la destruction de l'hydrazine dans les réservoirs T, S et Ex.

En 2024, 6,3 kg de sulfate de cuivre ont été injectés dans les réservoirs pour destruction de l'hydrazine. Ceci conduit à un rejet de 1,60 kg de cuivre et 2,42 kg de sulfates.

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 2024 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	87,59	11,02	130,82	12,36	2,94	18,98
Février	225,88	18,56	192,62	15,25	3,53	26,34
Mars	60,37	7,67	96,37	13,19	1,24	18,91
Avril	103,69	7,84	105,31	12,25	1,44	20,01
Mai	77,03	8,63	104,60	11,60	0,50	18,41
Juin	23,77	4,87	88,38	6,73	0,31	17,88
Juillet	82,08	14,22	150,52	12,67	1,11	18,01
Août	319,05	21,12	195,49	14,49	2,72	33,45
Septembre	222,12	15,83	192,94	10,03	4,75	24,91
Octobre	42,14	7,20	81,48	7,86	1,21	12,37
Novembre	78,16	60,44	290,48	9,72	1,24	15,41
Décembre	70,26	9,89	67,55	20,56	0,31	15,43
TOTAL ANNUEL	1 392,15	187,28	1 696,57	146,72	21,30	240,11

Emissaire de rejet B2 (8 SEO)

	MES (kg)	DBO5 (kg)	DCO (kg)	Azote Kjeldahl (kg)	Hydrocarbures (kg)	Phosphates (kg)
Janvier	17,97	6,14	49,47	4,69	0,63	13,16
Février	186,45	12,85	116,98	26,55	1,56	30,40
Mars	62,26	6,25	81,23	12,22	1,42	32,57
Avril	42,17	7,28	86,65	22,62	1,83	18,88
Mai	38,97	9,09	89,39	7,72	0,64	17,53
Juin	16,10	3,48	41,82	3,05	0,29	8,39
Juillet	54,09	10,93	95,98	6,23	0,80	17,26
Août	49,88	6,96	85,79	5,75	1,22	11,38
Septembre	78,36	16,90	96,70	18,81	1,23	11,94
Octobre	35,82	26,68	100,29	16,54	0,89	12,42
Novembre	43,72	27,23	94,55	19,05	1,01	20,18
Décembre	48,16	35,51	74,03	32,23	0,81	18,34
TOTAL ANNUEL	673,95	169,30	1 012,89	175,46	12,33	212,44

Emissaire de rejet B3 (7 SEO)

	MES (kg)	DBO5 (kg)	DCO (kg)	Azote Kjeldahl (kg)	Hydrocarbures (kg)	Phosphates (kg)
Janvier	37,48	9,33	87,70	8,49	3,94	12,85
Février	67,70	16,99	136,36	10,74	2,12	18,17
Mars	45,42	11,02	110,19	22,66	0,51	22,08
Avril	34,40	8,64	86,88	15,68	0,48	21,47
Mai	51,62	8,59	117,30	13,70	1,25	13,52
Juin	14,32	2,76	55,07	4,37	0,09	8,16
Juillet	49,28	8,24	104,02	7,87	0,34	13,47
Août	80,48	14,09	196,66	12,39	3,16	38,49
Septembre	107,68	20,37	169,14	13,13	1,56	21,72
Octobre	37,71	19,62	148,17	5,64	2,67	17,14
Novembre	23,20	5,75	55,74	4,33	0,21	20,01
Décembre	69,20	15,80	117,89	16,50	0,81	18,17
TOTAL ANNUEL	618,49	141,19	1 385,13	135,51	17,15	225,23

Cumul des rejets B1, B2 et B3

	MES (kg)	DBO5 (kg)	DCO (kg)	Azote Kjeldahl (kg)	Hydrocarbures (kg)	Phosphates (kg)
Janvier	143,04	26,49	268,00	25,54	7,51	44,99
Février	480,04	48,40	445,96	52,54	7,22	74,91
Mars	168,04	24,94	287,79	48,07	3,16	73,57
Avril	180,25	23,76	278,85	50,55	3,74	60,37
Mai	167,62	26,31	311,30	33,02	2,40	49,46
Juin	54,20	11,11	185,26	14,15	0,69	34,42
Juillet	185,45	33,39	350,51	26,77	2,26	48,74
Août	449,41	42,16	477,94	32,63	7,11	83,31
Septembre	408,16	53,09	458,78	41,97	7,53	58,56
Octobre	115,66	53,51	329,95	30,04	4,76	41,93
Novembre	145,07	93,42	440,77	33,11	2,47	55,60
Décembre	187,62	61,20	259,47	69,30	1,92	51,94
TOTAL ANNUEL	2 684,59	497,77	4 094,58	457,69	50,78	677,79

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

Paramètres	Unité	2022	2023	2024	Prévisionnel 2024
MES	kg	2535	5575	2685	-
DBO5	kg	466	502	498	-
DCO	kg	3553	4055	4095	-
Azote Kjeldahl	kg	338	406	458	600
Hydrocarbures	kg	88	104	51	-
Phosphates	kg	620	606	678	600

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 2024 sont normaux et cohérents avec les rejets des années précédentes.

iii. Comparaison aux limites

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	140,40	13,75	280	286,00	1400	286,00
DBO5	25	97,00	4,09	80	19,70	400	19,70
DCO	120	244,00	24,66	380	105,00	1900	132,00
Azote Kjeldahl	40	12,30	2,37	128	6,71	640	8,78
Hydrocarbures	5	2,50	0,32	-	-	-	-
Phosphates	28	19,37	4,14	16	7,64	36	7,64

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	139,30	8,05	280	46,40	1400	75,80
DBO5	25	8,00	3,10	80	3,20	400	4,80
DCO	120	38,50	12,82	380	28,10	1900	28,10
Azote Kjeldahl	40	16,10	2,25	128	5,50	640	8,40
Hydrocarbures	5	2,00	0,17	-	-	-	-
Phosphates	28	13,70	2,48	16	3,73	36	7,47

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	65,20	8,86	280	31,50	1400	39,70
DBO5	25	9,00	3,14	80	7,79	400	7,79
DCO	120	36,46	19,76	380	57,10	1900	73,30
Azote Kjeldahl	40	10,80	2,22	128	8,73	640	8,73
Hydrocarbures	5	2,20	0,26	-	-	-	-
Phosphates	28	20,79	3,45	16	13,60	36	17,50

Commentaires : Sur les 455 rejets de fosses SEO réalisés en 2024, plusieurs dépassements de critères ont été détectés. Les paramètres en dépassement sont les concentrations dans les fosses avant rejet, en MES, en DBO5 et en DCO, ainsi que le flux 2h en MES.

Les dépassements en MES en février 2024 (émissaire B2) et août 2024 (émissaires B1) sont liées 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).

Les investigations menées suite aux dépassements en DBO5 et DCO survenus en novembre 2024 (émissaire B1) n'ont pas permis de mettre en avant de cause particulière, dans un contexte de faible pluviométrie. A noter que la DBO5 et la DCO rejetés par SEO peuvent provenir des eaux usées.

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 2024 sur les émissaires B5 à B9 respectent toutes la limite de 5 mg/L en hydrocarbures fixée par décision ASN n°2018-DC-0646.

Un dépassement ponctuel de la limite de concentration en hydrocarbures a conduit à la déclaration d'un ESE (voir Partie I - §V-1) en janvier 2024 suite à un prélèvement réalisé le 15 décembre 2023 sur l'émissaire de rejet B6. La principale hypothèse portait sur un fonctionnement non optimal du déshuileur présent sur ce réseau d'eaux pluviales, recueillant notamment les eaux issues d'un parking.

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	106,29	25 769,10
février	76,89	33 960,70
mars	56,08	31 177,60
avril	58,48	30 157,00
mai	104,50	33 047,78
juin	68,38	29 482,29
juillet	64,95	30 726,55
août	55,98	43 998,29
septembre	36,10	34 901,68
octobre	44,27	34 989,90
novembre	57,23	28 471,16
décembre	90,53	36 039,33
TOTAL ANNUEL	819,66	392 721,38

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

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

Paramètres	Unité	2022	2023	2024	Prévisionnel 2024
MES	kg	4 268	1 536	820	-
Sulfates	kg	438 957	386 828	392 721	390 000

Commentaires : Les valeurs sont cohérentes avec le prévisionnel concernant les rejets de sulfates, et en baisse concernant les MES.

iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2024 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision 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	68,90	9,89	60,00	15,20	300,00	45,20
Sulfates	6 000,00	5 844,72	4 681,15	1 440,00	1 280,00	7 200,00	5 390,00

Débit maximum instantané (m ³ /h)	Débit moyen maximum sur 2h (m ³ /h)	Débit moyen maximum sur 24h (m ³ /h)	pH
120	120	50	5,5 - 9

Commentaires : l'ensemble des limites réglementaires a été respecté sur les rejets issus de la station de déminéralisation.

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**.

Il est à noter qu'en 2024, certains miniblocs ont dû être temporairement déconnectés du réseau SEO, en raison de la réalisation d'activités de maintenance ou de difficultés d'exploitation ne permettant pas d'assurer un traitement de qualité et de respecter les limites réglementaires de rejet et de rendement. Ceci explique l'absence de certaines données dans les tableaux de l'**annexe 1**.

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 : Certaines valeurs de rendements sont plus faibles que l'attendu, en fonction des mois. Cela peut concerner différents miniblocs. Ces pertes de rendements sont en lien avec la charge variable arrivant dans les miniblocs ne favorisant pas l'efficacité du traitement. Les limites de concentration en sortie du traitement ont toutefois été respectées sur l'ensemble de l'année 2024.

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 2024.

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	259,82	25 981,81
Février	224,56	22 455,61
Mars	412,41	26 725,55
Avril	4 468,46	22 508,44
Mai	6 822,76	26 495,53
Juin	5 406,92	26 738,33
Juillet	8 539,50	29 484,72
Août	7 043,25	23 591,45
Septembre	5 631,40	24 591,49
Octobre	4 789,46	36 918,58
Novembre	2 848,08	25 773,35
Décembre	1 028,88	8 265,37
TOTAL ANNUEL	47 475,51	299 530,24

ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents liquides chimiques de l'année 2024 liés au traitement biocide avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2024.

Paramètres	Unité	2022	2023	2024	Prévisionnel 2024
Bromoformes	kg	59 338	38 405	47 476	65 000
Oxydants résiduels	kg	0	170 076	299 530	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 oxydants résiduels ont été mesurés en 2023 et 2024 à des valeurs supérieures à la limite de quantification, ce qui explique l'évolution par rapport aux années précédentes.

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	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	0,02	85	30,10	950	361,15	230 000	47 475,51
Oxydants résiduels	0,3	0,18	520	225,34	5 700	2 704,10	1 370 000	299 530,24

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 2024 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 2024.

III. Rejets thermiques

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

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

- soit directement par l'eau prélevée en rivière ou en mer dans un circuit dit ouvert,
- soit indirectement par l'air ambiant au moyen d'un 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 2024 sont présentés dans les tableaux suivants :

	Température mesurée à la prise d'eau (°C) (T10)	Température mesurée au rejet (°C) (T11)	Echauffement au rejet (°C) (T11-T10)	Température eau de mer (°C) (T7)
Janvier	9,68	18,40	8,71	non requis
Février	9,90	18,40	8,50	non requis
Mars	11,30	20,22	8,93	non requis
Avril	12,73	20,99	8,26	non requis
Mai	15,19	23,95	8,76	non requis
Juin	17,83	26,26	8,42	-
Juillet	20,04	28,80	8,76	-
Août	21,12	29,19	8,07	21,09
Septembre	18,74	26,19	7,45	19,03
Octobre	15,70	22,57	6,87	16,03
Novembre	13,05	23,03	9,98	non requis
Décembre	9,89	19,65	9,76	non requis

Commentaires : Un dysfonctionnement du thermographe T7 n'a pas permis d'obtenir les mesures pour les mois de juin et juillet 2024. Dans ce cas de figure, en application de la prescription [EDF-GRA-107] de la décision ASN n°2018-DC-0647, un calcul de la valeur théorique de T7 est réalisé à partir d'un modèle de simulation, si les valeurs de T11 sont supérieures à 30°C.

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	Valeur maximale
Echauffement amont-aval calculé	°C	12	11,77
Température de l'eau de mer à l'extrémité du canal de rejet (T11)	°C	30°C de novembre à mai	26,75
		35°C de juin à octobre	31,43
Température de l'eau de mer après mélange (T7)	°C	30	24,43

Commentaires : Suite à l'indisponibilité du thermographe T7, des calculs des valeurs théoriques ont été réalisés. En juin, le T11 n'a jamais dépassé 30°C, n'entraînant pas de calculs complémentaires. En juillet, deux valeurs de T11 ont dépassé 30°C :

- le 23/07/2024 - T11max = 30,09°C => T7 calculé = 24,08°C
- le 24/07/2024 - T11max = 30,13°C => T7 calculé = 24,43°C

Les limites réglementaires associées aux rejets thermiques ont toujours été respectées en 2024.

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

L'année 2024 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'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 terrestre et aquatique. C'est l'objet des campagnes de mesures saisonnières de radioécologie.

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

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

Ainsi, le CNPE réalise annuellement, sous le contrôle de l'ASNR, plusieurs milliers d'analyses dont les résultats sont transmis à l'administration et publiés par EDF sur le site internet du CNPE <https://www.edf.fr/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

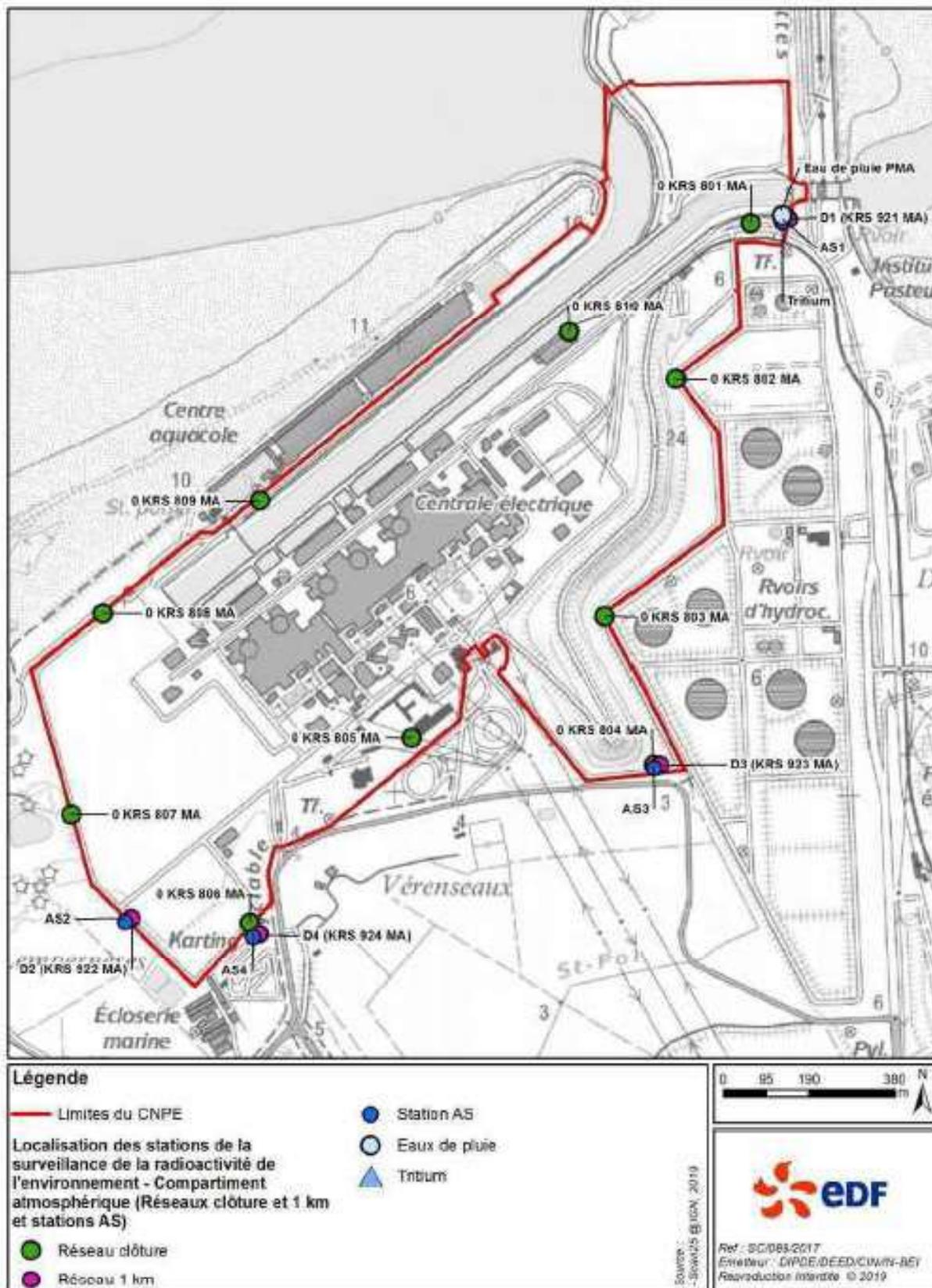


Figure 3 : Implantation des stations de surveillance des réseaux « clôture » et « 1 km »

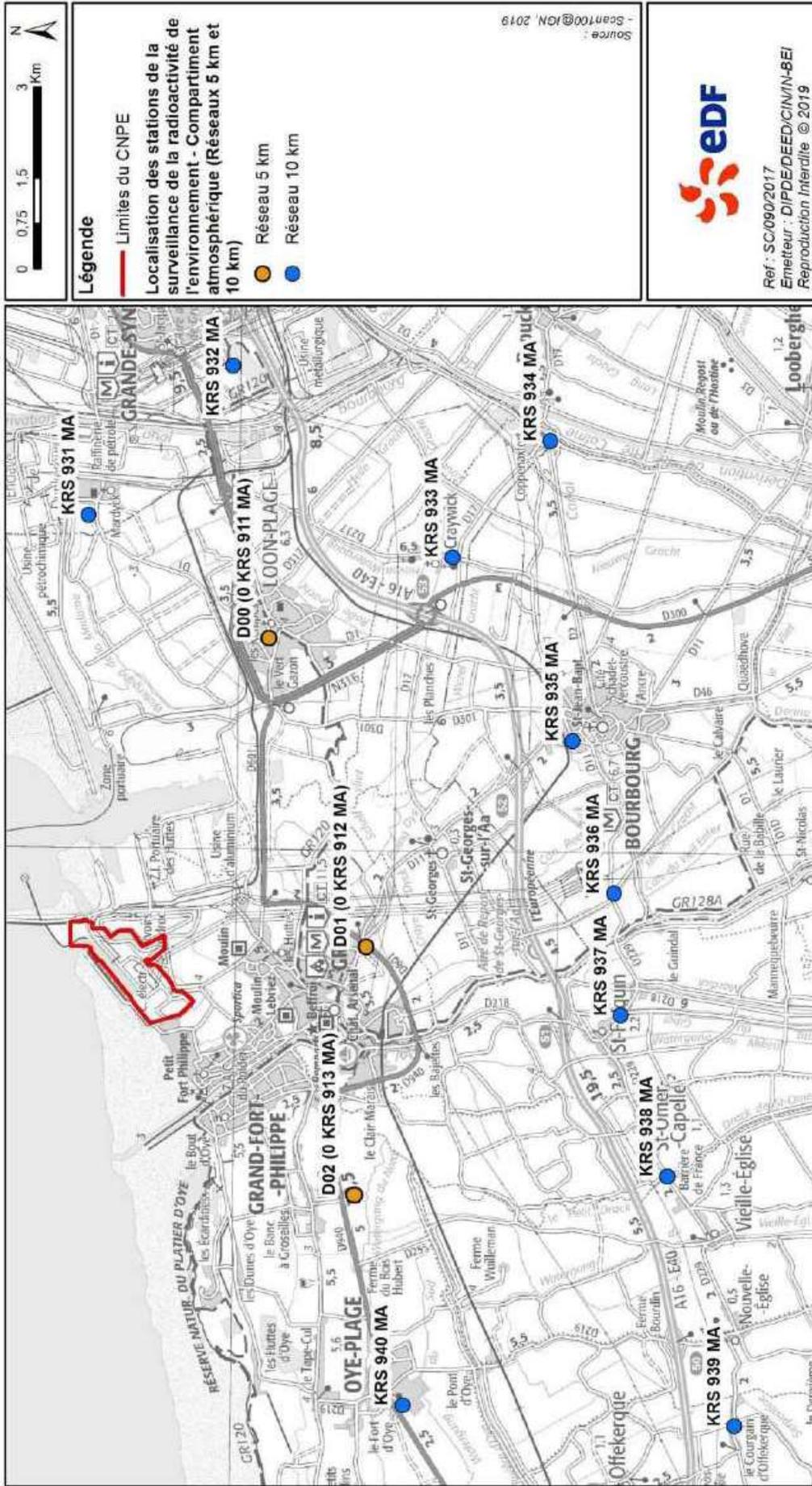


Figure 4 : Implantation des stations de surveillance des réseaux « 5 km » et « 10 km »

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

Réseau de mesure	Débit de dose max année 2024 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2024 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2023 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2022 (nSv/h)
Clôture	147,6	88,4	87,5	84,3
1 km	157,2	92,4	90,9	84,4
5 km	163,2	101,2	101,2	105,3
10 km	133,2	96,3	96,2	95,4

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

2. Surveillance du compartiment atmosphérique

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

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

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

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment atmosphérique pour l'année 2024 sont donnés dans le tableau suivant.

Compartiment	Station	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire (pour chaque analyse)
Poussières atmosphériques	AS1	Bêta global (Bq/m ³)	3,75.10 ⁻⁴	2,06.10 ⁻³	0,01 Bq/m ³
	AS2	Bêta global (Bq/m ³)	3,68.10 ⁻⁴	1,96.10 ⁻³	0,01 Bq/m ³
	AS3	Bêta global (Bq/m ³)	3,72.10 ⁻⁴	1,94.10 ⁻³	0,01 Bq/m ³
	AS4	Bêta global (Bq/m ³)	3,90.10 ⁻⁴	2,17.10 ⁻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)	0,178	0,230	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)	< 0,192	0,250	-
	AS1	Tritium (Bq/L)	< 9,31	10,0	-
	AS1	Potassium (mg/L)	< 0,281	0,900	-

Commentaires : Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2024 sont cohérentes en moyenne avec les valeurs du bruit de fond. Les mesures de l'activité bêta globale et de l'activité en tritium atmosphérique sont très inférieures aux limites réglementaires.

3. Surveillance du milieu terrestre

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

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur minimale mesurée	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres 1 (Bq/kg sec)	¹³⁷ Cs	Mensuelle	0,39	0,30	0,50
	⁴⁰ K		532,50	86,00	1 067,00
Végétaux terrestres 2 (Bq/kg sec)	¹³⁷ Cs	Mensuelle	0,38	0,30	0,50
	⁴⁰ K		762,75	470,00	1 094,00
Lait (Bq/L)	¹³⁷ Cs	Mensuelle	0,42	0,30	0,50
	⁴⁰ K		48,92	39,00	76,00

Les résultats des mesures réglementaires réalisées en 2023 sur le compartiment terrestre sont présentés dans le rapport IRSN 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.

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

Les activités en ³H (libre et organiquement lié) et en ¹⁴C mesurées dans le lierre sont supérieures de quelques becquerels au bruit de fond radiologique ambiant pour ces deux radionucléides (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 de 221 ± 7 Bq/kg de C pour le carbone ¹⁴). Ces résultats sont comparables avec ceux obtenus les années précédentes et sont liés aux rejets d'effluents radioactifs atmosphériques réalisés par le CNPE de Gravelines. Les analyses de ³H (libre et organiquement lié), ainsi que celles de ¹⁴C, réalisées dans les salades et le lait de vache en 2023, sont cohérentes, aux incertitudes de mesure près, avec le bruit de fond radiologique ambiant en dehors de toute influence industrielle.

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

4. Surveillance des eaux de surface

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2024 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	11,89	10,40	13,40
		Tritium (Bq/L)	bi-mensuelle	8,67	4,90	10,40
		Potassium (mg/L)	bi-mensuelle	417,42	395,00	450,00
	Matières en suspension	Activité bêta globale (Bq/L)	bi-mensuelle	0,031	0,009	0,083
Eaux du large 2 (hors influence des rejets)	Eau filtrée	Activité bêta globale (Bq/L)	mensuelle	12,02	10,40	13,60
		Tritium (Bq/L)	mensuelle	9,55	5,90	12,20
		Potassium (mg/L)	mensuelle	412,92	375,00	445,00
	Matières en suspension	Activité bêta globale (Bq/L)	mensuelle	0,019	0,008	0,033

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

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

5. Surveillance du milieu aquatique

Les résultats des mesures réglementaires réalisées en 2023 sur le compartiment aquatique marin sont présentés dans le rapport IRSN figurant en **annexe 2**.

Ces résultats montrent que la radioactivité présente dans l'environnement aquatique marin 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 marin, du ^{137}Cs est mesuré en 2023, comme les années passées, dans les sédiments, les algues et les poissons en champ proche, ainsi que dans les mollusques pêchés en champ lointain. En 2023, la présence de ^{137}Cs trouve son origine dans les rejets des installations de La Hague auxquels se superpose l'influence des rejets réalisés par le CNPE de Gravelines et les autres CNPE côtiers, ainsi que les retombées globales anciennes (essais nucléaires atmosphériques et accident de Tchernobyl). Les rejets liquides du CNPE de Gravelines sont également à l'origine de détection de ^{60}Co (dans les sédiments et mollusques) et de $^{110\text{m}}\text{Ag}$ (dans les mollusques). En revanche, l'origine de $^{108\text{m}}\text{Ag}$ également détecté ponctuellement est incertaine, mais une influence des rejets du CNPE de Gravelines ne peut être exclue. La détection de ^{241}Am , non présent dans les rejets du CNPE, est attribuable aux rejets des installations de La Hague.

En 2023, les niveaux d'activité en ^3H organiquement lié dans les crustacés, mollusques et poissons sont compris dans la gamme de variabilité environnementale mesurable en Manche (entre 1 et 5 Bq/L d'eau de combustion^{4,5}), 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.

Les niveaux d'activité en ^{14}C dans les poissons pêchés en champ proche sont supérieurs au bruit de fond radiologique ambiant pour ce radionucléide (de l'ordre de 225 ± 10 Bq/kg de C pour le carbone ^{14}C) et sont liés aux rejets d'effluents radioactifs liquides réalisés par le CNPE de Gravelines.

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

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, 128p. : 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)	34,0
	β global (Bq/L)	1,3
	Tritium (Bq/L)	12,1
0 SEZ 002 PZ	Potassium (mg/L)	45,2
	β global (Bq/L)	1,3
	Tritium (Bq/L)	4,7
0 SEZ 003 PZ	Potassium (mg/L)	84,4
	β global (Bq/L)	2,6
	Tritium (Bq/L)	< 2,8
0 SEZ 004 PZ	Potassium (mg/L)	21,4
	β global (Bq/L)	0,9
	Tritium (Bq/L)	86,6
0 SEZ 005 PZ	Potassium (mg/L)	380,0
	β global (Bq/L)	15,2
	Tritium (Bq/L)	22,7
0 SEZ 015 PZ	Potassium (mg/L)	22,5
	β global (Bq/L)	1,1
	Tritium (Bq/L)	5,4
0 SEZ 052 PZ	Potassium (mg/L)	140,0
	β global (Bq/L)	6,0
	Tritium (Bq/L)	19,6
0 SEZ 056 PZ	Potassium (mg/L)	26,6
	β global (Bq/L)	1,2
	Tritium (Bq/L)	9,5

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 en 2023 s'est poursuivie en 2024. 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 2024 (maximum à 345 Bq/l), de même que le 0 SEZ 123 PZ (maximum à 137 Bq/l).

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

Piézomètre	Paramètre	Unité	Valeur maximale mesurée en 2024
0 SEZ 008 PZ	tritium	Bq/l	98,4 (moyenne : 39,1 Bq/L) Une augmentation tritium est apparue en octobre / novembre 2023. Des fluctuations inexpliquées sur des courtes périodes sont visibles depuis plusieurs années sur ce piézomètre.
0 SEZ 088 PZ	tritium	Bq/l	277,4 (moyenne : 105,1 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 et reste autour de 100 Bq/l en moyenne en 2024.
0 SEZ 111 PZ	tritium	Bq/l	345,0 (moyenne : 74,7 Bq/L) Des fluctuations dont l'origine n'a pu être déterminée sont visibles depuis plusieurs années sur ce piézomètre.
0 SEZ 114 PZ	tritium	Bq/l	11,7 (moyenne : 5,0 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.
0 SEZ 123 PZ	tritium	Bq/l	136,6 (moyenne : 45,7 Bq/L) Le 123 PZ est suivi dans le cadre de la surveillance complémentaire liée au 088 PZ.

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	11,4	<0,1	1,2	8,4	2,5	<0,5	0,05	214
	juillet	11	<0,1	0,58	3,72	2,4	<0,5	0,02	90
0 SEZ 002 PZ	janvier	8,2	<0,1	<0,5	0,56	<0,03	<0,5	0,03	
0 SEZ 003 PZ	janvier	7,6	<0,1	0,86	4,45	<0,03	<0,5	0,07	
0 SEZ 004 PZ	mars	10,3	<0,1	<0,5	15,9	<0,03	<0,5	0,03	
	septembre	10,3	<0,1	1,37	8,0	0,19	1,39	0,03	
0 SEZ 005 PZ	février	>12	<0,1	11,9	<0,30	<2,70	13,3	0,01	
	août	11,6	<0,1	4,89	<0,27	<0,03	5,62	0,05	
0 SEZ 015 PZ	juin	10,4	<0,1	0,6	11,2	4,43	<0,5	0,06	
	décembre	10,8	<0,1	0,92	6,13	1,13	0,66	0,08	
0 SEZ 052 PZ	avril	>12	<0,1	4,09	<0,27	<0,03	4,95	0,23	49
	octobre	>12	<0,1	6,52	<2,7	<0,30	7,69	0,12	55
0 SEZ 056 PZ	mai	11	<0,1	1,57	<0,27	<0,03	2,21	0,11	
	novembre	11	<0,1	1,34	<0,27	0,14	1,23	0,06	

Commentaires : Le piézomètre 0 SEZ 005 PZ fait l'objet d'une surveillance renforcée sur les hydrocarbures depuis 2019. La présence d'hydrocarbures a diminué depuis le second semestre 2020 pour revenir à des valeurs normales. Néanmoins la surveillance renforcée a été maintenue en 2024.

Pour les autres paramètres, les résultats sont cohérents avec ceux des années précédentes et ne mettent pas en évidence d'évolutions significatives de physico-chimie des eaux souterraines.

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'amenée, 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 (21 °C) observé les 05 et 16 août 2024. L'année 2024 reste globalement au-dessus de la médiane annuelle de la série (+ 1,2 °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 2024 était de 24,7 °C (mi-mai), et de 28,8 °C (début juillet) pour la période juin-octobre 2024. Le transit de l'eau dans la centrale s'est traduit par un échauffement moyen sur l'année de $7,3 \pm 1,7$ °C sur base des mesures en surface hebdomadaires réalisées par Flandre Analyses, avec une valeur maximale de 10,6 °C observée en mars pour l'année 2024.

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 2024. Le suivi mensuel de ce paramètre au point Prise a montré que, contrairement au schéma habituel, la turbidité était assez importante en fin de printemps (mai-juin), établissant des records par rapport aux données historiques sur cette période. En 2024, les concentrations en oxygène dissous présentaient un cycle saisonnier marqué, avec des diminutions en fin de printemps et durant l'été. En fin d'hiver et fin d'année, ces concentrations étaient dans la moyenne basse des observations historiques. Hormis pour les mois d'avril et octobre, les concentrations sont restées en dessous des 9 mg.l⁻¹.

Le suivi hebdomadaire des paramètres hydrologiques réalisés en 2024 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'ASN. 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 2024 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 2024, 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 (mai), puis en fin d'été-début d'automne (septembre-octobre), soutenue par de fortes pluies (excédent de 125% en septembre). 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 ($+1,03 \pm 5,12 \mu\text{mol.l}^{-1}$), les nitrates ($+0,83 \pm 5,34 \mu\text{mol.l}^{-1}$) et les nitrites ($+0,036 \pm 0,25 \mu\text{mol.l}^{-1}$). 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 rejet par rapport au canal de prise ($0,27 \pm 0,83 \mu\text{mol.l}^{-1}$), tout comme celle en silicate ($0,56 \pm 2,13 \mu\text{mol.l}^{-1}$).

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 2024 (entre le 20/03/2024 et le 09/12/2024 alors que la température de l'eau au canal de prise était supérieure à 10°C). Le bromoforme est le principal produit dérivé 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 8 % cette année. Les composés organohalogénés issus des opérations de chloration (bromophénols) représentaient en moyenne moins de $1 \mu\text{g.l}^{-1}$, ce qui est largement en dessous de la limite autorisée ($300 \mu\text{g.l}^{-1}$). »

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 2024 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.

1. Surveillance pérenne

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.

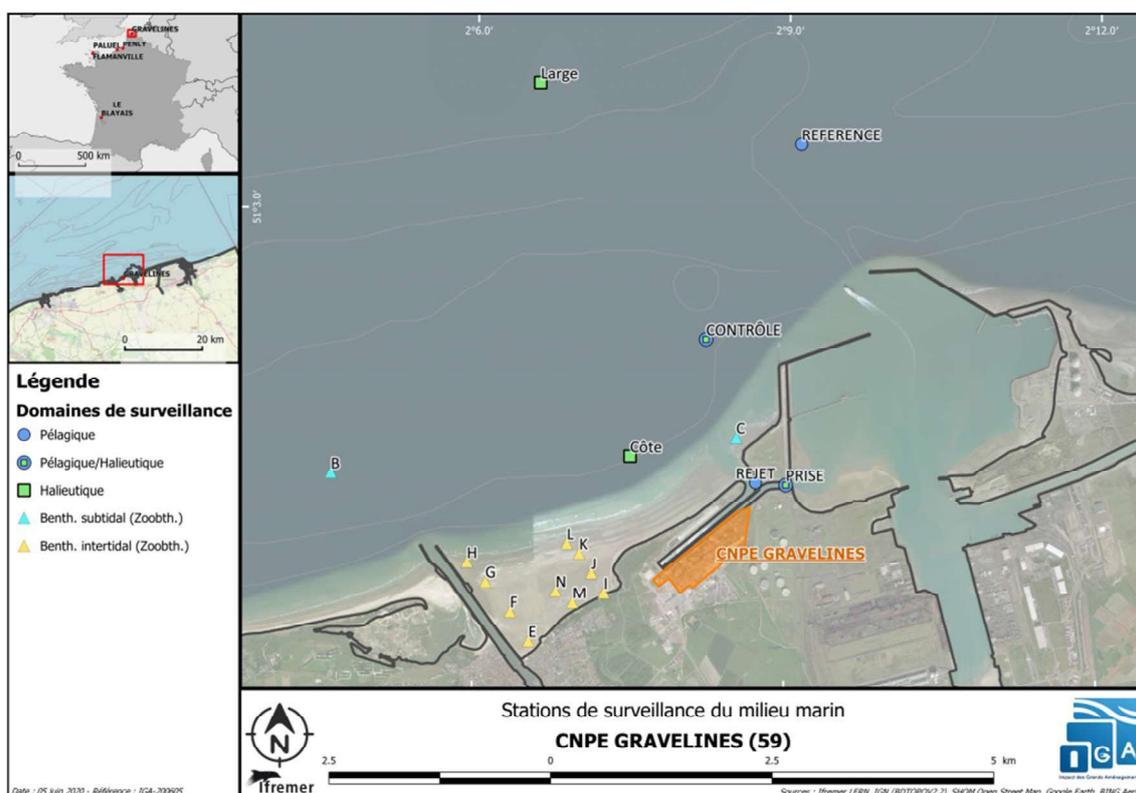


Figure 0-1 : Localisation des points suivis de la surveillance écologique du milieu marin autour du CNPE de Gravelines

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 05 juin et 02 septembre 2024. 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 crustacé, 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'ASN.

En 2024, ces campagnes en mer ont eu lieu les 08 avril et 07 mai 2024, et les prélèvements supplémentaires au point Prise, les 22 mars et 22 avril 2024.

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 07 juin 2024.

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 28 février, 23 avril, 22 juillet et 04 octobre 2024.

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 2024 en rouge)

Domaine	Compartiment	Paramètres	Points	Fréquence Dates campagnes réalisées en 2024
Pélagique	Hydrologie	Température	Prise, Rejet	Hebdomadaire
		Salinité		
	Physico-chimie / Chimie	Chlore résiduel	Prise, Rejet	Hebdomadaire
		Haloformes		
		Azotes (ammonium, nitrates, nitrites)		
		Phosphates		
		Silicates	Prise, Rejet	Mensuel
		Turbidité		
		Oxygène dissous		
		Bromophénols	Rejet	Mensuel

Domaine	Compartiment	Paramètres	Points	Fréquence Dates campagnes réalisées en 2024
	Microbiologie	Vibrions halophiles	Prise, Rejet	Hebdomadaire
	Phytoplancton	Biomasse chlorophyllienne	Prise	Hebdomadaire
		Variations spatiales et temporelles des espèces microphytoplanctoniques		
Zooplancton	Biomasse sestonique	Prise	Mensuel	
	Variations spatiales et temporelles des espèces mésozooplanctoniques			
Campagnes pélagiques	Tous	Température, Salinité, Nutriments, Turbidité, Oxygène dissous, Vibrions halophiles, Phytoplancton et Zooplancton	Prise, Rejet, Contrôle, Référence	05/06/2024 02/09/2024
Halieutique	Ichtyoplancton	Variations spatiales et temporelles (soles et sprats)	Prise, Côte, Contrôle, Large	22/03/2024 08/04/2024 22/04/2024 07/05/2024
	Larves de crustacés	Variations spatiales et temporelles (crevettes grises)		
Benthique	Benthos intertidal	Sédiment (granulométrie)	Estran Petit-Fort-Philippe	07/06/2024
		Variations spatiales et temporelles de la macrofaune		
	Benthos subtidal	Sédiment (granulométrie)	B (hors influence) C (sous influence)	28/02/2024 23/04/2024 22/07/2024 04/10/2024
		Variations spatiales et temporelles de la macrofaune		

Contexte environnemental

Sur le territoire métropolitain, et dans la continuité de 2022 (année la plus chaude que la France ait connue depuis le début du XX^{ème} siècle), puis de l'année 2023 (2nd rang des années les plus chaudes), l'année 2024 se classe dans les cinq années les plus chaudes sur notre territoire national, avec une pluviométrie excédentaire d'environ 15 % qui la classe parmi les 10 années les plus pluvieuses depuis 1959.

Pour Dunkerque, l'année 2024 se place au 3^{ème} rang pour la température moyenne annuelle (12,8°C) sur la période 1986-2024, et devient la 11^{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 870,5 mm (2nd rang des années les plus pluvieuses depuis le début des mesures en 1959), ce qui représente un excédent de 25 % du cumul attendu, notamment dû à un hiver et un printemps particulièrement pluvieux.

Le rayonnement cumulé mesuré en 2024 à la station de Calais-Marck (définie comme station de référence pour le CNPE de Gravelines) présente un déficit de presque 5 % par rapport à la moyenne 2012-2018. La majorité des mois ont été moins ensoleillés que la normale à l'exception de janvier, juin et août.

Sur la côte, l'année 2024 a été moins ventée que la normale (19,4 km/h contre 21,6 km/h), avec des vents faibles plus fréquents que la normale, aux dépens des vents forts moins nombreux.

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 20/03/2024 au 09/12/2024). 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 8 %.

Comme depuis 2014, les températures de l'eau au canal de prise au cours de ce cycle de surveillance étaient globalement au-dessus des normales observées depuis 1986, avec un écart moyen en 2024 d'environ 1,2 °C. Néanmoins, aucune température de l'eau supérieure à 30 °C de juin à octobre, et supérieure à 25 °C de novembre à mai, n'a été enregistrée au point Rejet en 2024. 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 2024, la moyenne mensuelle maximale a été atteinte en février avec une valeur multipliée par 210 (ce qui est proche de la valeur maximale historique sur la période 1997-2023). Si l'influence du réchauffement thermique des eaux sur la multiplication des vibrions reste importante dans le panache de rejet du CNPE (point Contrôle), les abondances redeviennent conformes, 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 (8 %) 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 2024, 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 prymnésiofycée *Phaeocystis globosa* (accompagnée du groupe *Pseudo-nitzschia complexa delicatissima* en concentrations ponctuellement fortes de fin mars à début mai), d'intensité plutôt moyenne cette année. En 2024, 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 dizaine d'années dans l'ensemble de la Manche.*

Les résultats acquis lors des deux campagnes pélagiques 2024 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 (particulièrement Prise et Référence), 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 particulièrement élevées en juin au point Référence.

La comparaison avec le suivi DCE 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. L'année 2024 a montré également une bonne adéquation entre l'amplitude et la variabilité saisonnières de l'abondance cellulaire et celles de la biomasse, ce qui n'était pas toujours le cas au cours des dernières années. 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 2024, 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 2024, la biomasse moyenne du macrozoobenthos se situait dans la gamme des moyennes observées depuis 2000 et était comparable à celles enregistrées en 2011, 2014, 2015 et 2023. 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 2024.

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). Le lessivage des fines du sédiment par les eaux rejetées par la centrale, matérialisé par les analyses granulométriques, provoque la disparition des espèces vasicoles. En 2023, le lessivage des particules fines se matérialisait parfaitement à partir du suivi estival avec un retour du peuplement de type sabulicole (peuplement à *Nephtys cirrosa*). Lors des trois premiers suivis en 2024 (i.e. hiver, printemps, été) et dans la continuité de la fin d'année 2023, le point C était toujours caractérisé par un peuplement des sables fins à *Nephtys cirrosa*. Toutefois, un changement dans la composition du peuplement s'est opéré lors du suivi automnal 2024 avec le retour d'un cortège spécifique plus diversifié et typique du point B (dominance d'espèces à affinité sablo-vaseuse). Ce résultat est la conséquence d'une augmentation des particules fines (pélites et sables fins) sur le point C favorisant l'installation d'espèces à affinité sablo-vaseuse.

En 2024, selon l'indice AMBI, la qualité écologique du milieu au point C apparaît comme « bonne » aux périodes hivernale, printanière et estivale, puis passe à « très bonne » à l'automne (l'amélioration étant uniquement due à l'augmentation de la richesse taxinomique). Une légère augmentation de la qualité écologique aux points B et C par rapport à 2023 est observée.

Les résultats enregistrés en 2024 au point C (notamment, le changement de peuplement à l'automne 2024) suggèrent aujourd'hui que le point C se situe dans un écotone (= zone de transition entre le peuplement à *Abra alba* et le peuplement à *N. cirrosa*). En effet, bien que les espèces typiques du point B étaient minoritaires en hiver, au printemps et en été sur le point C, leur présence restait avérée confirmant un mélange des deux peuplements sur la zone. De plus, l'enrichissement en particules fines qui s'est opéré à l'automne sur le point C, a amplifié le développement de ces espèces à affinité sablo-vaseuse et donc l'augmentation de leurs densités au détriment des espèces purement sabulicoles. A noter également que l'augmentation des particules fines sur le point C s'observe en résonance sur le point B et à la même période, suggérant que cet « envasement » a lieu de façon généralisée dans le secteur côtier de Gravelines et n'est donc pas imputable à un non-lessivage des fines par les rejets d'eaux du CNPE.

Au vu des données disponibles pour le compartiment benthique intertidal en 2024 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. Cependant, les suivis de macrofaune benthique aux abords du CNPE de Gravelines 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 seulement causé par le rejet d'eau de la centrale mais par d'autres facteurs (i.e. présence d'autres influences sur la zone tels que des phénomènes météorologiques engendrant des augmentations du taux de

particules fines et/ou modification du transit sédimentaire à proximité de la digue). En effet, les derniers suivis suggèrent des modifications sédimentaires de façon généralisée dans le secteur côtier de Gravelines (incluant le point B hors influence du CNPE).

Le domaine halieutique

En 2024, les abondances des phases planctoniques des trois espèces suivies étaient globalement plus faibles (ou équivalentes pour la crevette grise), comparativement aux années précédentes. Une analyse rapide de toutes les espèces d'oeufs et de larves de poissons présentes dans les échantillons montre 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 2024, les valeurs d'abondance de la sole, du sprat et de la crevette grise enregistrées sur les trois points étaient globalement assez faibles au regard des abondances mesurées les années précédentes, mais étaient semblables à certaines abondances observées au cours de toute la série historique. 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 2024, 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. Bien qu'un nouveau changement de peuplement benthique s'est opéré à l'automne 2024 sur le point C, la qualité écologique du milieu apparaît comme « bonne » aux périodes hivernale, printanière et estivale, et « très bonne » à l'automne.

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 2024, 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 octobre 2024. La bathymétrie de 2024 montre, en termes de cumul de hauteurs des dépôts, une variation globalement stable sur la petite zone. La dynamique sédimentaire montre une circulation des sédiments de même nature que celle des années précédentes avec des alternances de zones de dépôt et d'érosion de proportions relativement identiques. Sur la zone de rejet une remontée des fonds au droit du canal (jusqu'à 2m), visible également sur le différentiel, pourrait être susceptible d'entraver légèrement les flux du canal de rejet.

La bathymétrie 2024 ainsi que les plans différentiels de la « petite zone » entre 2023 et 2024 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/centrale-nucleaire-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 et du suivi radioécologique du CNPE (cf. Partie VI Surveillance de l'environnement, I- Surveillance de la radioactivité dans l'environnement).

Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent que la radioactivité mesurée dans l'environnement du CNPE est principalement d'origine naturelle. Les niveaux de radioactivité artificielle mesurés dans l'environnement du CNPE sont faibles et trouvent pour partie leur origine dans d'autres sources (retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl,...). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique réglementaire réalisé par l'IRSN, présenté en **annexe 2**.

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

https://www.irsn.fr/sites/default/files/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 de « mesurer » le niveau d'exposition attribuable aux rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques d'une installation et de le positionner par rapport à la limite réglementaire pour l'exposition de la population aux rayonnements ionisants conformément à l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique.

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

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

- les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du CNPE ;
- ils vivent toute l'année à proximité de leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...).

Les principaux facteurs d'incertitudes dans le calcul de dose sont associés essentiellement à quelques données et paramètres difficiles à acquérir sur le terrain, tels que

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** ».

certaines caractéristiques de l'environnement et comportements précis des populations riveraines (les rations alimentaires par exemple).

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

ÉCHELLE DES EXPOSITIONS dues aux rayonnements ionisants

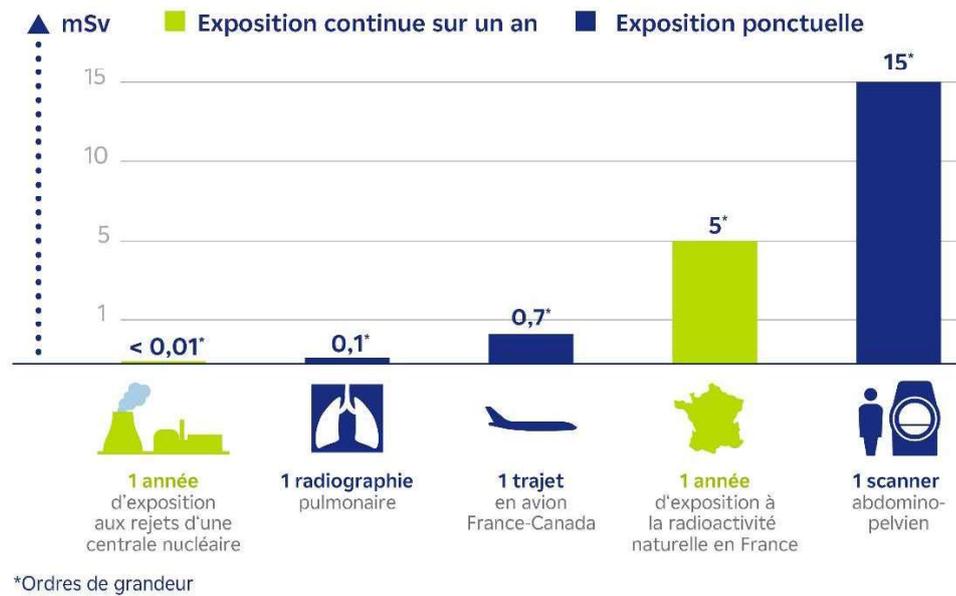


Figure 5 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

L'exposition moyenne de la population française aux rayonnements ionisants (d'origine naturelle et artificielle) est de 4,5 mSv/an. Les contributions des différentes sources d'exposition sont présentées sur la figure 6 ci-après.

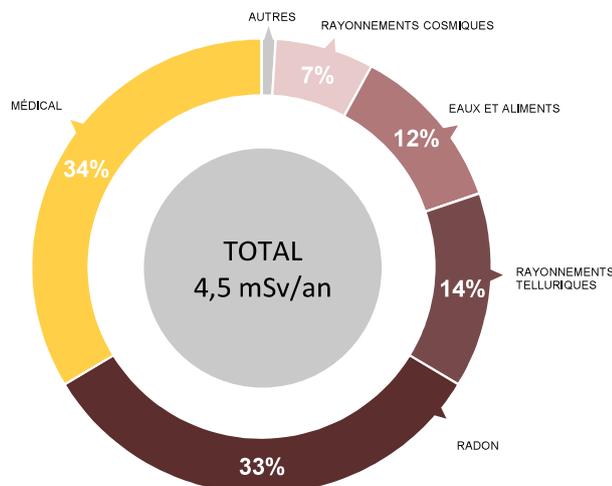


Figure 6 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2024 effectués par le CNPE de 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)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Rejets d'effluents liquides	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$
Total	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Rejets d'effluents liquides	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$6,1 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$
Total	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$

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

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à $1 \cdot 10^{-2}$ mSv/an pour l'adulte et l'enfant de 10 ans et $1 \cdot 10^{-3}$ 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 2024 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 emplacements de graphite des anciens réacteurs dont la déconstruction est programmée généreront des déchets « de faible activité à vie longue (FAVL) ».

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

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

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

2. Le transport des déchets

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

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

DE LA CENTRALE AUX CENTRES DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE

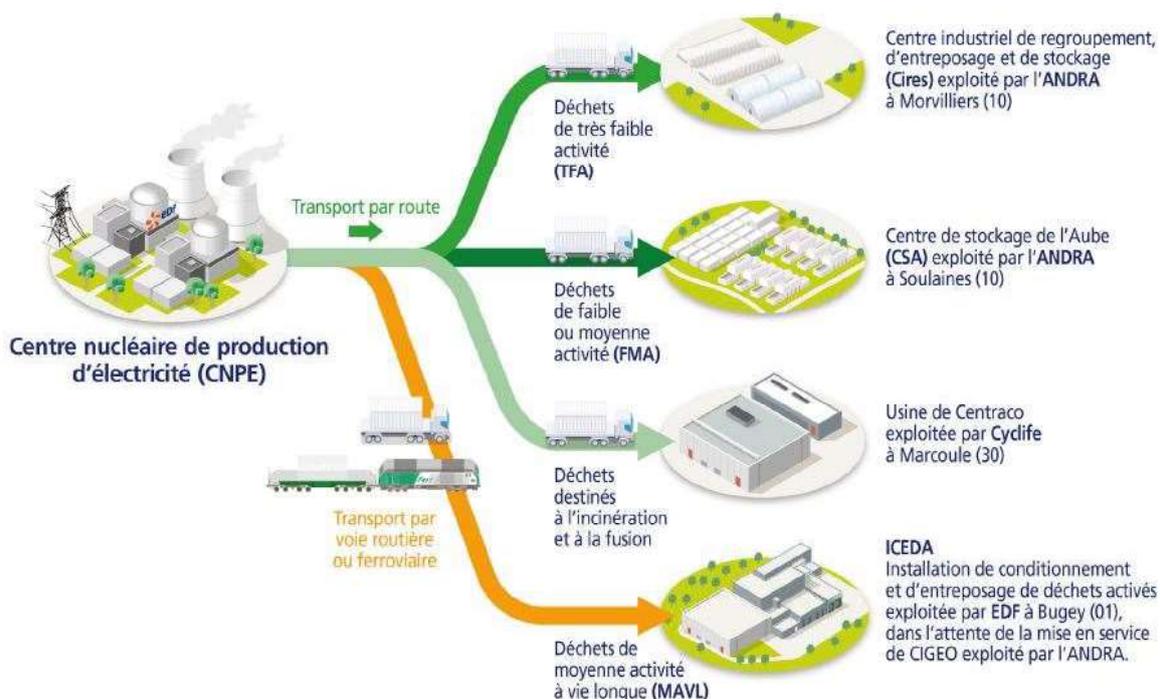


Figure 7 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

3. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2024

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2024 pour les 6 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Gravelines.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2024	Commentaires
TFA	426,525 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA
FMAVC (Liquides)	27,759 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants...
FMAVC (Solides)	443,406 tonnes	Localisation Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires (BAN) et Bâtiment Auxiliaire de Conditionnement (BAC)
MAVL	486 objets	Concerne les grappes et les étuis dans les piscines de désactivation (déchets technologiques, galette inox, bloc béton et chemise graphite)

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2024 pour les 6 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Gravelines.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2024	Commentaires
TFA	284 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC	73 colis	Coques béton
FMAVC	791 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
FMAVC	22 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2024 pour les 6 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Gravelines.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	178
CSA à Soulaines	2 029
Centraco à Marcoule	3 546
ICEDA au Bugey	-

En 2024, 5 753 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra).

II. Les déchets non radioactifs

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

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

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

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

Le tableau ci-dessous présente les quantités de déchets conventionnels produites en 2024 par les CNPE.

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

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

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

La production totale de déchets conventionnels en 2024 a diminué de 11% par rapport à 2023. La production de déchets inertes reste conséquente en 2024 du fait de la poursuite d'importants chantiers, liés notamment aux modifications post Fukushima, au projet Grand Carénage, ainsi qu'à des chantiers de voirie, d'aménagement de zones d'entreposage, de parkings, de bâtiments tertiaires et des chantiers de rénovation des systèmes de traitement des eaux usées.

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

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

En 2024, les 6 unités de production du CNPE de Gravelines ont produit 14 533,03 tonnes de déchets conventionnels : 92,47 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

ABREVIATIONS

ANDRA - Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs

ASNR - Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection

CNPE - Centre Nucléaire de Production d'Électricité

COT - Carbone Organique Total

DBO5 - Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours

DCO - Demande Chimique en Oxygène

DUS - Diesel d'Ultime Secours

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

ESE - Évènement Significatif Environnement

FMA - Faible Moyenne Activité

ICPE - Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

INB - Installation Nucléaire de Base

IRSN - Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

ISO - International Standard Organization

KRT - Chaîne de mesure de radioactivité

MES - Matières En Suspension

PA - Produit d'Activation

PF - Produit de Fission

REX - Retour d'Expérience

SME - Système de Management de l'Environnement

SMP - Station Multi Paramètres

TAC - Turbine à Combustion

TEU - Traitement des Effluents Usés

TFA - Très Faible Activité

THE - Très Haute Efficacité

UFC - Unité Formant Colonie

VTR - Valeur Toxicologique de Référence

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	340	320	901	9	29	104	97%	91%	88%
MB3	320	320	880	4	31	86	99%	90%	90%
MB4	60	119	270	3	2	20	95%	98%	93%
MB5	160	330	1070	3	32	84	98%	90%	92%
MB6	380	490	1190	13	27	120	97%	94%	90%
MB7	240	300	878	3	2,5	10	99%	99%	99%
MB8	680	262	1580	3	4,1	25	100%	98%	98%
MB9	120	152	470	3	3	31	98%	98%	93%
MB10	7	160	140	<3	3,8	10	78%	98%	93%
MB11	21	190	140	3	3,3	10	86%	98%	93%

Février									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	310	560	1140	5	13	79	98%	98%	93%
MB3	64	200	279	1,5	18	34	98%	91%	88%
MB4	200	650	904	3	6,1	38	99%	99%	96%
MB5	51	82	236	6	32	85	88%	61%	64%
MB6	270	340	741	9	24	104	97%	93%	86%
MB7	2100	6200	11700	21	21	111	99%	100%	99%
MB8	670	640	1540	1,5	4,8	33	100%	99%	98%
MB9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MB10	22	69	82	1,5	4,9	26	93%	93%	68%
MB11	200	480	817	1,5	3,1	23	99%	99%	97%

Mars									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	250	470	969	5	7	61	98%	99%	94%
MB3	350	340	1030	17	11	64	95%	97%	94%
MB4	120	530	547	7	8,8	111	94%	98%	80%
MB5	39	65	118	6	23	69	85%	65%	42%
MB6	220	350	790	5	6,8	72	98%	98%	91%
MB7	650	1880	3360	3	5,1	35	100%	100%	99%
MB8	470	500	1190	6	25	77	99%	95%	94%
MB9	310	360	870	5	8	33	98%	98%	96%
MB10	150	230	590	3	2,6	10	98%	99%	98%
MB11	180	320	660	3	5,8	38	98%	98%	94%

Avril									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	280	190	806	7	20	96	98%	89%	88%
MB3	290	240	789	3	11	51	99%	95%	94%
MB4	46	84	171	1,5	1	21	97%	99%	88%
MB5	180	88	560	1,5	11	43	99%	88%	92%
MB6	390	710	1080	7	19	77	98%	97%	93%
MB7	1000	170	2380	1,5	6,7	49	100%	96%	98%
MB8	460	300	1090	5	21	62	99%	93%	94%
MB9	210	190	644	8	18	53	96%	91%	92%
MB10	170	180	560	3	1	39	98%	99%	93%
MB11	67	260	173	1,5	1	5	98%	100%	97%

Mai									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	280	430	1200	1,5	8,2	64	99%	98%	95%
MB3	220	320	864	3	33	91	99%	90%	89%
MB4	21	99	167	7	2,4	5	67%	98%	97%
MB5	29	50	145	1,5	17	39	95%	66%	73%
MB6	170	350	742	6	14	79	96%	96%	89%
MB7	150	210	549	1,5	4	36	99%	98%	93%
MB8	440	360	1220	1,5	2	15	100%	99%	99%
MB9	250	240	2880	11	24	101	96%	90%	96%
MB10	140	240	517	1,5	11	26	99%	95%	95%
MB11	180	960	545	1,5	2,9	10	99%	100%	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	200	760	691	3	4,3	46	99%	99%	93%
MB3	140	320	522	5	15	81	96%	95%	84%
MB4	23	130	188	3	2	10	87%	98%	95%
MB5	320	656	1210	3	22	62	99%	97%	95%
MB6	190	150	1060	3	6,8	46	98%	95%	96%
MB7	220	200	676	3	2	30	99%	99%	96%
MB8	540	420	1390	3	5,5	37	99%	99%	97%
MB9	220	160	731	5	18	84	98%	89%	89%
MB10	100	91	334	5	4,5	53	95%	95%	84%
MB11	170	160	1340	3	8,1	27	98%	95%	98%

Juillet									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	110	570	676	1,5	1	26	99%	100%	96%
MB3	140	210	691	1,5	31	102	99%	85%	85%
MB4	15	320	200	1,5	4,4	14	90%	99%	93%
MB5	130	240	218	1,5	3,4	48	99%	99%	78%
MB6	19	210	718	5	20	66	74%	90%	91%
MB7	230	350	519	1,5	5,4	36	99%	98%	93%
MB8	310	330	1150	6	6,1	44	98%	98%	96%
MB9	320	470	1330	1,5	4,9	34	100%	99%	97%
MB10	72	440	430	5	3,5	54	93%	99%	87%
MB11	190	500	1090	1,5	14	52	99%	97%	95%

Août									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	130	170	586	3	4,1	25	98%	98%	96%
MB3	110	170	524	3	10	47	97%	94%	91%
MB4	38	170	256	3	6,4	23	92%	96%	91%
MB5	200	230	691	18	27	75	91%	88%	89%
MB6	110	460	738	3	13	55	97%	97%	93%
MB7	110	220	593	3	9,2	35	97%	96%	94%
MB8	420	360	1210	7	11	57	98%	97%	95%
MB9	260	140	718	4	17	88	98%	88%	88%
MB10	62	104	306	8	8	86	87%	92%	72%
MB11	120	500	441	3	3	19	98%	99%	96%

Septembre									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	170	850	1180	1,5	2,5	38	99%	100%	97%
MB3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MB4	98	370	674	1,5	3,7	27	98%	99%	96%
MB5	54	5,8	212	5	3,8	12	91%	34%	94%
MB6	54	310	493	5	8	38	91%	97%	92%
MB7	170	200	597	1,5	1	29	99%	100%	95%
MB8	470	210	1370	1,5	1	17	100%	100%	99%
MB9	290	280	905	9	23	121	97%	92%	87%
MB10	16	180	173	6	6,7	92	63%	96%	47%
MB11	21	150	150	1,5	4,3	5	93%	97%	97%

Octobre									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	140	300	654	3	4,8	27	98%	98%	96%
MB3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MB4	120	210	518	3	8,2	22	98%	96%	96%
MB5	210	170	614	3	9,3	46	99%	95%	93%
MB6	82	230	454	3	5,8	35	96%	97%	92%
MB7	160	180	549	3	3,5	23	98%	98%	96%
MB8	210	170	782	3	6,6	17	99%	96%	98%
MB9	520	310	1560	11	20	98	98%	94%	94%
MB10	26	210	204	3	4,1	26	88%	98%	87%
MB11	73	190	487	3	6,2	29	96%	97%	94%

Novembre									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	340	970	1490	5	17	55	99%	98%	96%
MB3	200	220	785	3	32	81	99%	85%	90%
MB4	53	120	181	8	12	33	85%	90%	82%
MB5	130	130	404	9	27	59	93%	79%	85%
MB6	79	510	712	3	12	49	96%	98%	93%
MB7	220	210	693	6	7,5	28	97%	96%	96%
MB8	530	650	1510	16	13	52	97%	98%	97%
MB9	600	440	1570	8	28	70	99%	94%	96%
MB10	170	280	420	5	3,5	33	97%	99%	92%
MB11	200	330	837	6	5,8	42	97%	98%	95%

Décembre									
Minibloc	Concentration eau brute (mg/L)			Concentration eau épurée (mg/L)			Rendement (%)		
	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO	DBO5	MES	DCO
MB1 bis	200	390	897	6	16	52	97%	96%	94%
MB3	230	160	654	4	20	80	98%	88%	88%
MB4	330	130	816	1,5	2,6	28	100%	98%	97%
MB5	160	150	527	3	8,4	34	98%	94%	94%
MB6	130	240	512	5	16	61	96%	93%	88%
MB7	380	890	2000	1,5	1	19	100%	100%	99%
MB8	250	200	635	4	1	26	98%	100%	96%
MB9	530	500	1120	10	6,3	64	98%	99%	94%
MB10	75	160	381	3	3,6	26	96%	98%	93%
MB11	170	400	857	17	31	73	90%	92%	91%

ANNEXE 2

Suivi radio-écologique annuel du CNPE de Gravelines - Année 2023

RAPPORT

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

ANNÉE 2023

**RAPPORT EXIGÉ AU TITRE DE LA
RÉGLEMENTATION**

PSE-ENV

Rapport IRSN N° 2024-00558

Nb. pages : 24 — Nb. pages de l'annexe : 2

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Indice de révision	Date	Pages ou paragraphes modifiés	Nature des modifications
A BPO	23/05/24	Tous	Création
B	10/06/24		Relecture et ajout des résultats réceptionnés depuis le 15/05
C	09/07/24		MAJ Bilan réception des résultats
D BPO2	19/09/24		Tous les résultats sont disponibles
E BPE	29/10/24		

TABLE DES MATIÈRES

1. OBJET.....	4
2. COMPTE-RENDU D'ÉCHANTILLONNAGES ET D'ANALYSES.....	5
2.1. Localisation des prélèvements terrestres et aquatiques	6
2.2. Identification des échantillons et analyses terrestres – échantillons annuels.....	8
2.3. Identification des échantillons et analyses terrestres – échantillons trimestriels	10
2.4. Identification des échantillons et analyses aquatiques	11
3. RÉSULTATS D'ANALYSES.....	13
3.1. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons terrestres – radionucléides naturels.....	13
3.2. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons terrestres – radionucléides artificiels	14
3.3. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons aquatiques – radionucléides naturels.....	15
3.4. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons aquatiques – radionucléides artificiels	16
3.5. Carbone 14 – échantillons terrestres – échantillons annuels	17
3.6. Carbone 14 – échantillons terrestres – échantillons trimestriels.....	17
3.7. Carbone-14 – échantillons aquatiques	17
3.8. Tritium libre – échantillons terrestres	18
3.9. Tritium libre – échantillons aquatiques	18
3.10. Tritium organiquement lié – échantillons terrestres	19
3.11. Tritium organiquement lié – échantillons aquatiques	19
4. FICHES DE CONSTAT	20
ANNEXES	22

1. OBJET

Dans le cadre du marché relatif aux « Mesures radioécologiques pour les CNPE et les sites en déconstruction d'EDF – Année 2023 », des prélèvements et des analyses (référence à la note EDF D455623003495 A) 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, 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.

2.1. Localisation des prélèvements terrestres et aquatiques





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 <i>Horizon 0-5 cm</i>	Sol de pâturage ou de prairie	Produit de tamisage <i>Tamisé < 2000 µm</i>	P23GRA35-35	29/08/2023	Gamma (Sec)	1,17	-
6,92 km S	Saint-Georges-sur-l'Aa	02,13910	50,95163	LAIVA_STGAA, 1L=1038,42g	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	P23GRA35-20	29/08/2023	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	7,55	-
6,92 km S	Saint-Georges-sur-l'Aa	02,13910	50,95163	LAIVA_STGAA, 1L=1038,42g	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	P23GRA35-20	29/08/2023	C élémentaire (Sec)	7,55	-
6,92 km S	Saint-Georges-sur-l'Aa	02,13910	50,95163	LAIVA_STGAA, 1L=1038,42g	Aliments liq. Non transformés	Lait de vache	Entier	P23GRA35-20	29/08/2023	H-3 libre (Liquide)	7,55	-
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	P23GRA35-28	29/08/2023	Gamma (Cendre)	24,00	4,46
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	P23GRA35-28	29/08/2023	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	21,70	-
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	P23GRA35-28	29/08/2023	C élémentaire (Sec)	21,70	-
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	P23GRA35-28	29/08/2023	H-3 lié (Sec)	21,70	-
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	P23GRA35-28	29/08/2023	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	21,70	-
10,65 km SO	Vieille-Église	02,05292	50,93243	SALAD_VEGLI	Légumes	Salade	Parties aériennes	P23GRA35-28	29/08/2023	H-3 libre (Liquide)	21,70	-
1,37 km ENE	Gravelines	02,14920	51,02084	SOLPA_GRA1K - horizon 0-5cm	Sols non cultivés <i>Horizon 0-5 cm</i>	Sol de pâturage ou de prairie	Produit de tamisage <i>Tamisé < 2000 µm</i>	P23GRA08-14	20/02/2023	Gamma (Sec)	1,12	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14905	51,02165	LIERR_GRA1K	Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles (y compris les aiguilles de conifères pour RNM)	P23GRA08-8	20/02/2023	H-3 lié (Sec)	2,68	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14905	51,02165	LIERR_GRA1K	Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles (y compris les aiguilles de conifères pour RNM)	P23GRA08-8	20/02/2023	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	2,68	-
1,41 km ENE	Gravelines	02,14905	51,02165	LIERR_GRA1K	Autres végétaux	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles (y compris les aiguilles de conifères pour RNM)	P23GRA08-8	20/02/2023	H-3 libre (Liquide)	2,68	-

Rapport IRSN N° 2024-00558

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
9,68 km E	Dunkerque	02,27138	51,00895	SALAD_GDSYN	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	P23GRA35-27	29/08/2023	Gamma (Cendre)	19,10	4,48
9,68 km E	Dunkerque	02,27138	51,00895	SALAD_GDSYN	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	P23GRA35-27	29/08/2023	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	16,64	-
9,68 km E	Dunkerque	02,27138	51,00895	SALAD_GDSYN	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	P23GRA35-27	29/08/2023	C élémentaire (Sec)	16,64	-
9,68 km E	Dunkerque	02,27138	51,00895	SALAD_GDSYN	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	P23GRA35-27	29/08/2023	H-3 lié (Sec)	16,64	-
9,68 km E	Dunkerque	02,27138	51,00895	SALAD_GDSYN	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	P23GRA35-27	29/08/2023	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	16,64	-
9,68 km E	Dunkerque	02,27138	51,00895	SALAD_GDSYN	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Parties aériennes	P23GRA35-27	29/08/2023	H-3 libre (Liquide)	16,64	-

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
1,29 km ENE	Gravelines, AS1	02,14813	51,02063		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	F23TRE14-26	03/04/2023	C-14 par AMS (LMC14) (Sec)	2,58	-
1,29 km ENE	Gravelines, AS1	02,14813	51,02063		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	F23TRE14-26	03/04/2023	C élémentaire (Sec)	2,58	-
1,29 km ENE	Gravelines, AS1	02,14813	51,02063		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	F23TRE40-57	02/10/2023	C-14 par AMS (LMC14) (Sec)	3,21	-
1,29 km ENE	Gravelines, AS1	02,14813	51,02063		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	F23TRE40-57	02/10/2023	C élémentaire (Sec)	3,21	-
1,41 km ENE	Gravelines, AS1	02,14903	51,02163		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	F23TRE27-34	04/07/2023	C-14 par AMS (LMC14) (Sec)	2,45	-
1,41 km ENE	Gravelines, AS1	02,14903	51,02163		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	F23TRE27-34	04/07/2023	C élémentaire (Sec)	2,45	-
1,41 km ENE	Gravelines, AS1	02,14900	51,02160		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	F24TRE01-7	04/01/2024	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	2,17	-
1,41 km ENE	Gravelines, AS1	02,14900	51,02160		Autres végétaux	Lierre commun Hedera helix	Feuilles annuelles	F24TRE01-7	04/01/2024	C élémentaire (Sec)	2,17	-

2.4. Identification des échantillons et analyses aquatiques

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

Prélèvements en champ proche											
Prélèvements en champ lointain											
Situation par rapport au C.N.P.E.	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
40,71 km	Audinghen	01,59714	50,87260	Mollusques	Moule	Chair	P23GRA35-21	30/08/2023	Gamma (Cendre)	3,23	12,69
40,71 km	Audinghen	01,59714	50,87260	Mollusques	Moule	Chair	P23GRA35-21	30/08/2023	H-3 lié (Sec)	4,38	-
40,71 km	Audinghen	01,59714	50,87260	Mollusques	Moule	Chair	P23GRA35-21	30/08/2023	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,38	-
1,53 km	Gravelines, prise d'eau	02,15142	51,02141	Algues brunes	Fucus	Entier	P23GRA08-6	21/02/2023	Gamma (Cendre)	6,02	3,69
1,61 km	Gravelines, prise d'eau	02,15314	51,02106	Sédiments	Sable de plage	Produit de tamisage Tamisé < 2000 µm	P23GRA08-15	21/02/2023	Gamma (Sec)	1,30	-
1,7 km	Gravelines, large	02,12361	51,02778	Crustacés	Crabe vert <i>Carcinus maenas</i>	Parties dures	P23GRA27-38	07/07/2023	Gamma (Cendre)	2,95	1,96
1,7 km	Gravelines, large	02,12361	51,02778	Crustacés	Crabe vert <i>Carcinus maenas</i>	Parties dures	P23GRA27-38	07/07/2023	H-3 lié (Sec)	2,81	-
1,7 km	Gravelines, large	02,12361	51,02778	Crustacés	Crabe vert <i>Carcinus maenas</i>	Parties dures	P23GRA27-38	07/07/2023	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	2,81	-
2,27 km	Grand-Fort-Philippe	02,10318	51,00615	Algues brunes	Fucus <i>Fucus ceranoides</i>	Entier	P23GRA08-7	21/02/2023	Gamma (Cendre)	8,72	4,23
2,27 km	Grand-Fort-Philippe	02,10318	51,00615	Sédiments	Sable de plage	Produit de tamisage Tamisé < 2000 µm	P23GRA08-16	21/02/2023	Gamma (Sec)	1,91	-
2,6 km	Gravelines, jetée des huttes	02,15028	51,03453	Sédiments	Sable de plage	Produit de tamisage Tamisé < 2000 µm	P23GRA08-10	21/02/2023	Gamma (Sec)	1,24	-
2,6 km	Gravelines, jetée des huttes	02,15028	51,03453	Algues brunes	Fucus	Entier	P23GRA08-3	21/02/2023	Gamma (Cendre)	5,20	3,58

Situation par rapport au C.N.P.E.	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Numéro prélèvement	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
2,6 km	Gravelines, jetée des huttes	02,15023	51,03453	Mollusques	Huître japonaise <i>Crassostrea gigas</i>	Chair	P23GRA08-4	21/02/2023	Gamma (Cendre)	6,83	5,03
2,6 km	Gravelines, jetée des huttes	02,15023	51,03453	Mollusques	Huître japonaise <i>Crassostrea gigas</i>	Chair	P23GRA08-4	21/02/2023	H-3 lié (Sec)	6,84	-
2,6 km	Gravelines, jetée des huttes	02,15023	51,03453	Mollusques	Huître japonaise <i>Crassostrea gigas</i>	Chair	P23GRA08-4	21/02/2023	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	6,84	-
3,11 km	Gravelines au large	02,12056	51,04056	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus (L.)</i>	Entier	P23GRA27-39	07/07/2023	Gamma (Cendre)	4,72	16,25
3,11 km	Gravelines au large	02,12056	51,04056	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus (L.)</i>	Entier	P23GRA27-39	07/07/2023	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	4,62	-
3,11 km	Gravelines au large	02,12056	51,04056	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus (L.)</i>	Entier	P23GRA27-39	07/07/2023	C élémentaire (Sec)	4,62	-
3,11 km	Gravelines au large	02,12056	51,04056	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus (L.)</i>	Entier	P23GRA27-39	07/07/2023	H-3 lié (Sec)	4,62	-
3,11 km	Gravelines au large	02,12056	51,04056	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus (L.)</i>	Entier	P23GRA27-39	07/07/2023	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,62	-
0,31 km	Gravelines, ferme aquacole	02,13272	51,01650	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	P23GRA08-13	21/02/2023	Gamma (Cendre)	3,13	25,51
0,31 km	Gravelines, ferme aquacole	02,13272	51,01650	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	P23GRA08-13	21/02/2023	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	3,40	-
0,31 km	Gravelines, ferme aquacole	02,13272	51,01650	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	P23GRA08-13	21/02/2023	C élémentaire (Sec)	3,40	-
0,31 km	Gravelines, ferme aquacole	02,13272	51,01650	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	P23GRA08-13	21/02/2023	H-3 lié (Sec)	3,40	-
0,31 km	Gravelines, ferme aquacole	02,13272	51,01650	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	P23GRA08-13	21/02/2023	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	3,40	-

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 ²³⁸ U			⁷ Be	Unité
										²²⁸ Ac	²³⁴ Th	^{234m} Pa	²¹⁰ Pb		
Gravelines	20/02/2023	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MP23GRA08-14	Sec	1,12	28/09/2023	255±19	11±1,3	10,9±2,4	≤ 12	24±7	≤ 12	Bq.kg ⁻¹ sec
Saint-Georges-sur-l'Aa	29/08/2023	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MP23GRA35-35	Sec	1,17	20/12/2023	339±24	19,5±2,2	20,2±3,8	22±8	28±8	≤ 3,4	Bq.kg ⁻¹ sec
Dunkerque	29/08/2023	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	MP23GRA35-27	Cendre	19,10	09/02/2024	121,6±9,4	0,0444±0,0070	0,046±0,023	≤ 0,70	0,468±0,070	4,85±0,39	Bq.kg ⁻¹ frais
Vieille-Église	29/08/2023	Légumes	Salades	Parties aériennes	MP23GRA35-28	Cendre	24,00	29/01/2024	104,7±8,4	0,040±0,018	≤ 0,094	≤ 1,0	0,61±0,10	7,01±0,56	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	¹³¹ I	Unité
Gravelines	20/02/2023	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MP23GRA08-14	Sec	1,12	28/09/2023	≤ 0,100	1,54±0,15	≤ 0,70	≤ 0,11	≤ 0,19	≤ 0,14	≤ 1,0	≤ 0,29	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Saint-Georges-sur-l'Aa	29/08/2023	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MP23GRA35-35	Sec	1,17	20/12/2023	≤ 0,12	2,4±0,2	≤ 0,29	≤ 0,12	≤ 0,17	≤ 0,13	≤ 0,37	≤ 0,33	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Dunkerque	29/08/2023	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	MP23GRA35-27	Cendre	19,10	09/02/2024	≤ 0,0044	≤ 0,0041	≤ 0,023	≤ 0,0070	≤ 0,0082	≤ 0,0070	≤ 0,023	≤ 0,011	n.a.	Bq.kg ⁻¹ frais
Vieille-Église	29/08/2023	Légumes	Salades	Parties aériennes	MP23GRA35-28	Cendre	24,00	29/01/2024	≤ 0,0075	≤ 0,0065	≤ 0,032	≤ 0,011	≤ 0,012	≤ 0,010	≤ 0,033	≤ 0,017	n.a.	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	21/02/2023	Sédiments	Sable de plage	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MP23GRA08-10	Sec	1,24	22/05/2023	232±17	4,05±0,33	4,7±1,1	10±5	9,3±2,3	≤ 1,9	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, prise d'eau	21/02/2023	Sédiments	Sable de plage	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MP23GRA08-15	Sec	1,30	22/05/2023	220±16	5,69±0,44	10,7±2	≤ 11	15,7±3,7	≤ 1,9	Bq.kg ⁻¹ sec
Grand-Fort-Philippe	21/02/2023	Sédiments	Sable de plage	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MP23GRA08-16	Sec	1,91	22/05/2023	279±19	14,7±1	24,4±3,7	20±8	50±10	24,1±2,8	Bq.kg ⁻¹ sec
Grand-Fort-Philippe	21/02/2023	Algues	Fucus <i>Fucus ceranoides</i>	Entier	MP23GRA08-7	Cendre	8,72	02/10/2023	1 320±100	4,78±0,40	≤ 1,7	≤ 17	4,5±1,2	≤ 12	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, jetée des huttes	21/02/2023	Algues	Fucus	Entier	MP23GRA08-3	Cendre	5,20	13/12/2023	1 196±92	3,52±0,62	8,2±1,4	≤ 22	1,76±0,98	≤ 36	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, prise d'eau	21/02/2023	Algues	Fucus	Entier	MP23GRA08-6	Cendre	6,02	02/10/2023	1 211±92	3,22±0,57	6,3±1,2	≤ 19	1,9±1,0	≤ 14	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, large	07/07/2023	Crustacés aquatiques	Crabe vert <i>Carcinus maenas</i>	Parties dures	MP23GRA27-38	Cendre	2,95	26/01/2024	72,5±5,7	1,21±0,16	0,42±0,14	≤ 2,6	0,82±0,21	≤ 1,7	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, jetée des huttes	21/02/2023	Mollusques aquatiques	Huître japonaise <i>Crassostrea gigas</i>	Chair	MP23GRA08-4	Cendre	6,83	13/12/2023	51,5±3,8	≤ 0,032	0,625±0,084	≤ 0,93	0,399±0,087	≤ 1,7	Bq.kg ⁻¹ frais
Audinghen	30/08/2023	Mollusques aquatiques	Moule non identifiée Plusieurs genres concernés	Chair	MP23GRA35-21	Cendre	3,23	13/12/2023	60,2±4,6	0,056±0,020	0,573±0,078	≤ 0,93	1,10±0,20	0,71±0,11	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, ferme aquacole	21/02/2023	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	MP23GRA08-13	Cendre	3,13	26/09/2023	127±10	≤ 0,028	≤ 0,075	≤ 0,88	≤ 0,10	≤ 0,59	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, au large	07/07/2023	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i>	Muscle	MP23GRA27-39	Cendre	4,72	07/02/2024	102,9±7,8	≤ 0,030	≤ 0,065	≤ 0,78	≤ 0,078	≤ 0,60	Bq.kg ⁻¹ frais

3.4. Mesures par spectrométrie GAMMA – échantillons aquatiques – 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	²⁴¹ Am	^{108m} Ag	^{123m} Te	Unité
Gravelines, jetée des huttes	21/02/2023	Sédiments	Sable de plage	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MP23GRA08-10	Sec	1,24	22/05/2023	≤ 0,070	0,142 ±0,047	≤ 0,16	≤ 0,090	≤ 0,100	≤ 0,080	≤ 0,18	≤ 0,20	0,18 ±0,09	≤ 0,080	≤ 0,090	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, prise d'eau	21/02/2023	Sédiments	Sable de plage	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MP23GRA08-15	Sec	1,30	22/05/2023	≤ 0,090	0,5 ±0,08	≤ 0,18	0,10 ±0,06	≤ 0,11	≤ 0,11	≤ 0,21	≤ 0,24	0,32 ±0,1	≤ 0,100	≤ 0,11	Bq.kg ⁻¹ sec
Grand-Fort-Philippe	21/02/2023	Sédiments	Sable de plage	Produits de tamisage Tamisé < 2000 µm	MP23GRA08-16	Sec	1,91	22/05/2023	≤ 0,100	2,08 ±0,18	≤ 0,21	0,41 ±0,10	≤ 0,14	≤ 0,13	≤ 0,25	≤ 0,28	1,43 ±0,16	≤ 0,11	≤ 0,12	Bq.kg ⁻¹ sec
Grand-Fort-Philippe	21/02/2023	Algues	Fucus <i>Fucus ceranoides</i>	Entier	MP23GRA08-7	Cendre	8,72	02/10/2023	≤ 0,14	0,364 ±0,071	≤ 1,1	≤ 0,19	≤ 0,26	≤ 0,19	≤ 1,2	≤ 0,31	≤ 0,17	≤ 0,17	≤ 0,19	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, jetée des huttes	21/02/2023	Algues	Fucus	Entier	MP23GRA08-3	Cendre	5,20	13/12/2023	≤ 0,17	0,145 ±0,073	≤ 2,2	≤ 0,22	≤ 0,36	≤ 0,25	≤ 3,4	≤ 0,36	≤ 0,14	≤ 0,17	≤ 0,34	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, prise d'eau	21/02/2023	Algues	Fucus	Entier	MP23GRA08-6	Cendre	6,02	02/10/2023	≤ 0,14	0,306 ±0,076	≤ 1,2	≤ 0,22	≤ 0,27	≤ 0,22	≤ 1,4	≤ 0,32	≤ 0,16	≤ 0,16	≤ 0,22	Bq.kg ⁻¹ sec
Gravelines, large	07/07/2023	Crustacés aquatiques	Crabe vert <i>Carcinus maenas</i>	Parties dures	MP23GRA27-38	Cendre	2,95	26/01/2024	≤ 0,023	≤ 0,019	≤ 0,14	≤ 0,028	≤ 0,042	≤ 0,030	≤ 0,17	≤ 0,056	≤ 0,026	≤ 0,024	≤ 0,031	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, jetée des huttes	21/02/2023	Mollusques aquatiques	Huître japonaise <i>Crassostrea gigas</i>	Chair	MP23GRA08-4	Cendre	6,83	13/12/2023	≤ 0,0076	≤ 0,0061	≤ 0,11	0,0102 ±0,0058	0,166 ±0,017	≤ 0,012	≤ 0,15	≤ 0,017	≤ 0,0079	0,0140 ±0,0035	≤ 0,015	Bq.kg ⁻¹ frais
Audinghen	30/08/2023	Mollusques aquatiques	Moule non identifiée Plusieurs genres concernés	Chair	MP23GRA35-21	Cendre	3,23	13/12/2023	≤ 0,0066	0,0141 ±0,0037	≤ 0,017	≤ 0,0090	≤ 0,010	≤ 0,0078	≤ 0,020	≤ 0,017	≤ 0,0093	≤ 0,0088	≤ 0,0061	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, ferme aquacole	21/02/2023	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	MP23GRA08-13	Cendre	3,13	26/09/2023	≤ 0,0063	0,0765 ±0,0063	≤ 0,050	≤ 0,010	≤ 0,013	≤ 0,010	≤ 0,060	≤ 0,015	≤ 0,0088	≤ 0,0075	≤ 0,010	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, au large	07/07/2023	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i>	Muscle	MP23GRA27-39	Cendre	4,72	07/02/2024	≤ 0,0065	0,0606 ±0,0061	≤ 0,052	≤ 0,010	≤ 0,013	≤ 0,010	≤ 0,063	≤ 0,016	≤ 0,0078	≤ 0,0078	≤ 0,010	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)	δ12/13C (‰)	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
Dunkerque	29/08/2023	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	MP23GRA35-27	16,64	11/02/2024	221±14	-28,75	98,5±6,2	5,00±0,32	0,023	Frais
Vieille-Église	29/08/2023	Légumes	Salades	Parties aériennes	MP23GRA35-28	21,70	25/04/2024	221±12	-29,15	98,6±5,4	3,90±0,21	0,018	Frais
Saint-Georges-sur-l'Aa	29/08/2023	Produits laitiers	Lait de vache	Entier	MP23GRA35-20	7,55	15/06/2024	220±12	-23,29	97,0±5,3	14,64±0,80	0,067	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)	δ12/13C (‰)	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, AS1	03/04/2023	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	MF23TRE14-26	2,58	04/03/2024	239,1±2,7	-27,56	106,3±1,2	110,3±1,2	0,46	Sec
Gravelines, AS1	02/10/2023	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	MF23TRE40-57	3,21	31/05/2024	240,6±2,8	-25,63	106,6±1,2	109,7±1,3	0,46	Sec
Gravelines, AS1	04/07/2023	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	MF23TRE27-34	2,45	13/06/2024	233,8±2,7	-25,01	103,5±1,2	106,3±1,2	0,45	Sec
Gravelines, AS1	04/01/2024	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	MF24TRE01-7	2,17	16/08/2024	239±13	-27,16	106,2±5,8	112,8±6,1	0,47	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)	δ12/13C (‰)	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, ferme aquacole	21/02/2023	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	MP23GRA08-13	3,40	11/02/2024	225±14	-22,41	99,0±6,2	36,1±2,2	0,16	Frais
Gravelines, au large	07/07/2023	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i>	Muscle	MP23GRA27-39	4,62	11/02/2024	327±20	-18,19	142,7±8,7	31,2±1,9	0,095	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 Bq.L ⁻¹)	Unité
Dunkerque	29/08/2023	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	MP23GRA35-27	16,64	09/02/2024	1,0±0,9	0,94±0,85	Bq.kg ⁻¹ frais
Vieille-Église	29/08/2023	Légumes	Salades	Parties aériennes	MP23GRA35-28	21,70	09/02/2024	≤ 0,80	≤ 0,76	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines	20/02/2023	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	MP23GRA08-8	2,68	09/02/2024	3,7±1,0	2,32±0,63	Bq.kg ⁻¹ frais
Saint-Georges-sur-l'Aa	29/08/2023	Produits laitiers	Lait de vache	Eau extraite par lyophilisation	MP23GRA35-20	7,55	22/03/2024	≤ 0,60	≤ 0,52	Bq.L ⁻¹ d'ECH.

3.9. Tritium libre – échantillons aquatiques

Aucune mesure réglementaire

3.10. 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
Dunkerque	29/08/2023	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	MP23GRA35-27	16,64	18/02/2024	1,40±0,90	0,044±0,028	Bq.kg ⁻¹ frais
Vieille-Église	29/08/2023	Légumes	Salades	Parties aériennes	MP23GRA35-28	21,70	18/02/2024	1,50±0,80	0,037±0,020	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines	20/02/2023	Végétaux terrestre non consommés	Lierre commun <i>Hedera helix</i>	Feuilles annuelles	MP23GRA08-8	2,68	25/02/2024	2,60±0,80	0,59±0,18	Bq.kg ⁻¹ frais

3.11. 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	07/07/2023	Crustacés aquatiques	Crabe vert <i>Carcinus maenas</i>	Parties dures	MP23GRA27-38	2,81	18/02/2024	4,40±0,90	0,69±0,15	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, jetée des huttes	21/02/2023	Mollusques aquatiques	Huître japonaise <i>Crassostrea gigas</i>	Chair	MP23GRA08-4	6,84	25/02/2024	3,80±0,90	0,313±0,076	Bq.kg ⁻¹ frais
Audinghen	30/08/2023	Mollusques aquatiques	Moule non identifiée <i>Plusieurs genres concernés</i>	Chair	MP23GRA35-21	4,38	30/01/2024	2,70±0,90	0,36±0,12	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, ferme aquacole	21/02/2023	Poissons	Bar ou Loup <i>Dicentrarchus labrax</i>	Muscle	MP23GRA08-13	3,40	25/02/2024	1,80±0,80	0,40±0,18	Bq.kg ⁻¹ frais
Gravelines, ferme aquacole	07/07/2023	Poissons	Flet <i>Platichthys flesus</i>	Muscle	MP23GRA27-39	4,62	18/02/2024	3,30±0,90	0,45±0,13	Bq.kg ⁻¹ frais

4. FICHES DE CONSTAT

aucune

ANNEXES

Annexe 1. Tableau récapitulatif des traitements par matrices et analyses23

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

ANNEXE 3

Résultats de la campagne estivale 2024 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
23/05/2024	13h15	< 10	< 10
30/05/2024	12h00	< 10	< 10
06/06/2024	14h00	< 10	< 10
13/06/2024	14h10	< 10	< 10
20/06/2024	11h10	< 10	< 10
27/06/2024	11h25	< 10	< 10
04/07/2024	16h00	< 10	< 10
11/07/2024	12h10	< 10	< 10
18/07/2024	14h05	< 10	10
25/07/2024	09h10	10	10
01/08/2024	14h10	< 10	10
08/08/2024	10h10	10	10
16/08/2024	09h10	< 10	20
22/08/2024	14h15	< 10	10
29/08/2024	14h25	< 10	< 10
05/09/2024	09h55	10	< 10
12/09/2024	11h22	10	< 10
19/09/2024	08h00	20	< 10
26/09/2024	13h45	< 10	< 10
04/10/2024	12h30	< 10	10
10/10/2024	09h20	< 10	< 10

Contrôle des eaux du canal de rejet

date		Entérocoques intestinaux	Escherichia coli
jour	heure	/100 mL	/100 mL
23/05/2024	13h15	< 10	< 10
30/05/2024	12h15	< 10	< 10
06/06/2024	13h40	< 10	< 10
13/06/2024	15h00	< 10	< 10
20/06/2024	13h00	< 10	< 10
27/06/2024	11h10	< 10	< 10
04/07/2024	14h25	< 10	< 10
11/07/2024	11h50	< 10	< 10
18/07/2024	13h50	< 10	< 10
25/07/2024	09h00	< 10	< 10
01/08/2024	13h55	< 10	< 10
08/08/2024	11h50	< 10	< 10
16/08/2024	08h50	< 10	< 10
22/08/2024	14h00	< 10	< 10
29/08/2024	14h10	< 10	< 10
05/09/2024	09h50	< 10	< 10
12/09/2024	11h40	< 10	< 10
19/09/2024	08h15	< 10	< 10
26/09/2024	14h00	< 10	< 10
04/10/2024	12h40	< 10	< 10
10/10/2024	09h30	20	< 10

ANNEXE 4

Résultats des levées bathymétriques 2024, différentiel 2023/2024 « petite zone »

CNPE de Gravelines

Plage - Petite Zone sur la Mer du Nord

État en octobre 2024

Vue générale

Système Planimétrique	Echelle
RGF93 v2b / Lambert-93	1/10000
Système Altimétrique	Conversion Altimétrique
IGN-69	Alté NGFN = Alté CM - 2.84 m

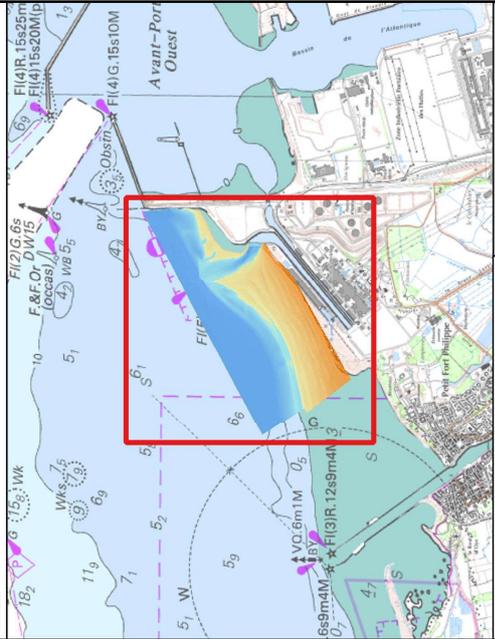
Type et origine des données :

- Bathymétrie 2024 : multifaisceaux et Lidar par GEOxyz

Légende

- Échelle de couleurs : Isobathes Remarquables :
- 5 m NGF-IGN69
 - Zéro IGN
 - Zéro Cote Marine

-5 m NGF-IGN69



CNPE de Gravelines

Plage - Petite Zone sur la Mer du Nord

État en octobre 2024

Zone de rejet

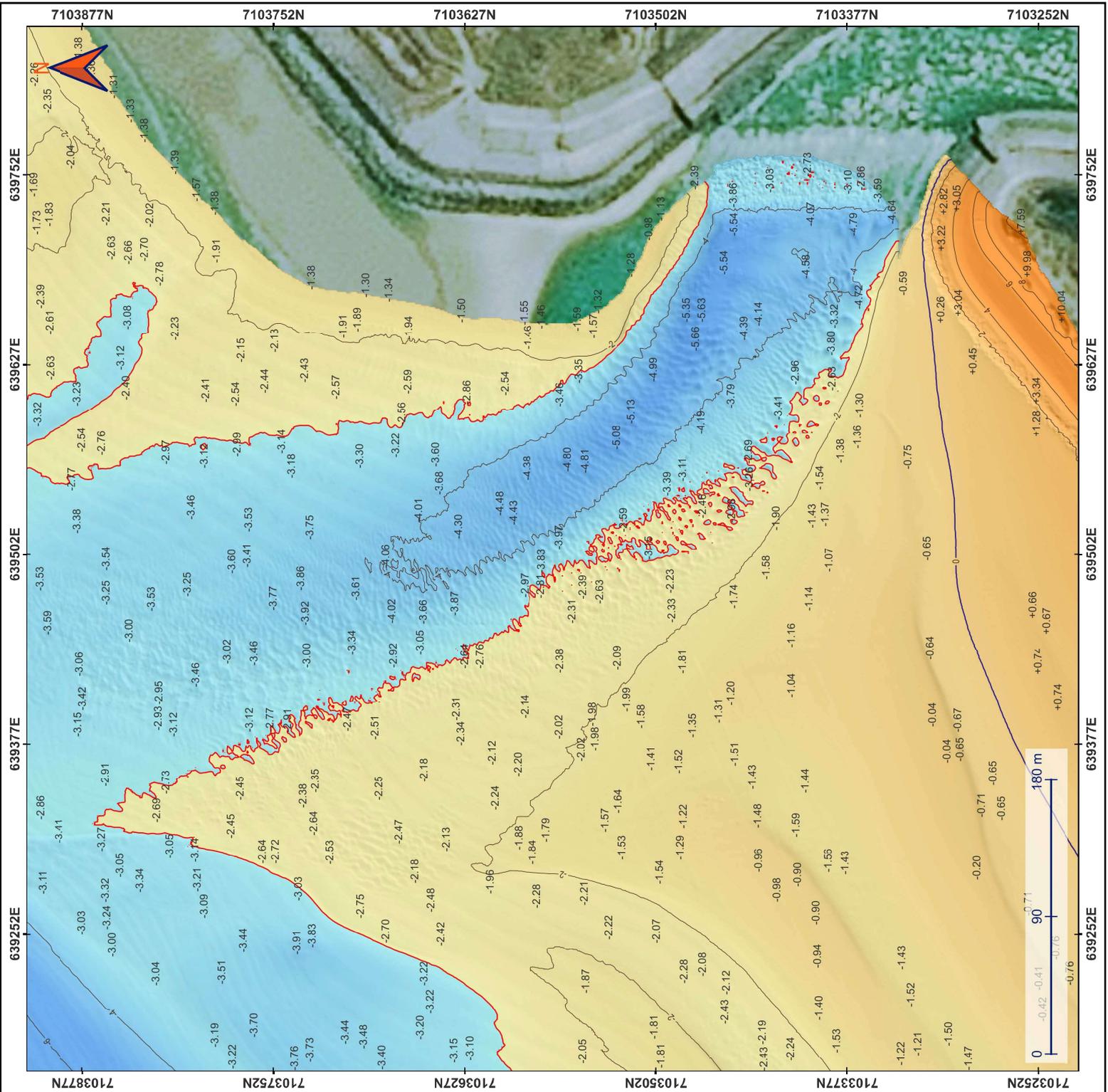
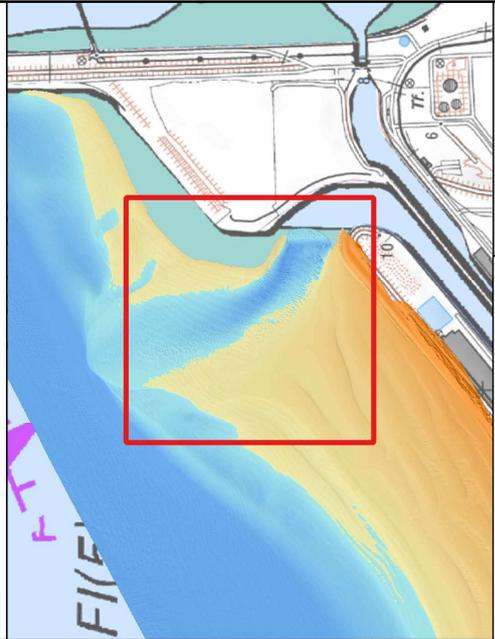
Système Planimétrique	Echelle
RGF93 v2b / Lambert-93	1/2500
Système Altimétrique	Conversion Altimétrique
IGN-69	Alti NGFN = Alti CM - 2.84 m

Type et origine des données :

- Bathymétrie 2024 : multifaisceaux et Lidar par GEOxyz

Légende

- Échelle de couleurs : Isobathes Remarquables :
- 5 m NGF-IGN69
 - Zéro IGN
 - Zéro Cote Marine



CNPE de Gravelines

Plage - Petite Zone sur la Mer du Nord

Évolution entre octobre 2023 et octobre 2024

Vue générale

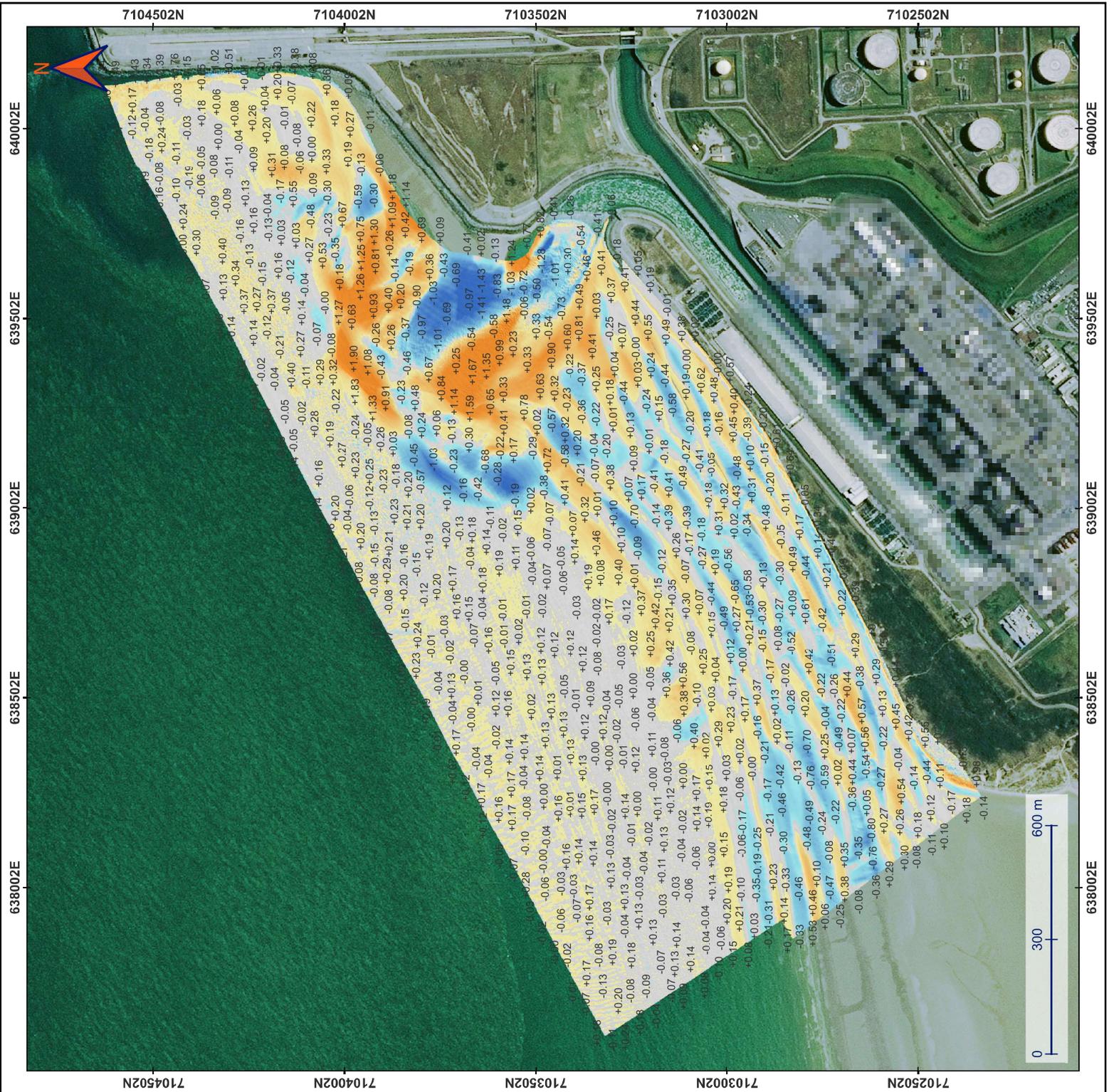
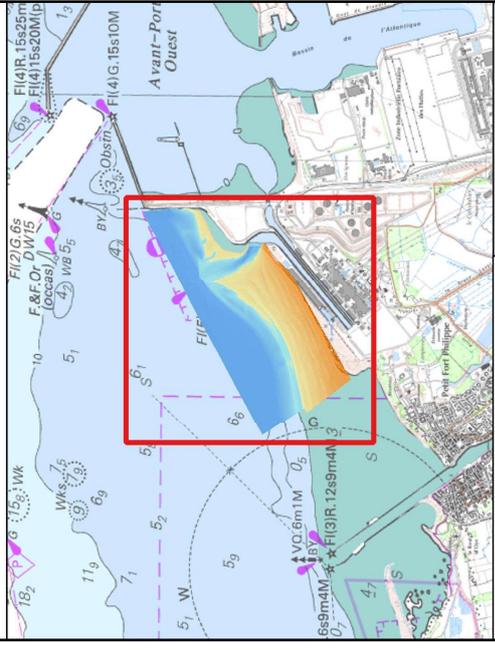
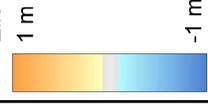
Système Planimétrique	Echelle
RGF93 v2b / Lambert-93	1/10000
Système Altimétrique	Conversion Altimétrique
Sans Objet	Sans Objet

Type et origine des données :

- Bathymétrie 2024 : multifaisceaux et Lidar par GEOxyz
- Bathymétrie 2023 : multifaisceaux et Lidar par GEOxyz

Légende

Échelle de couleurs :
 La zone blanche est fixée à +/- 8 cm
 Elle est représentative de la justesse relative





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

CNPE de Gravelines

Plage - Petite Zone
sur la Mer du Nord

Évolution entre octobre 2023 et octobre 2024

Zone de rejet

Système Planimétrique	Echelle
RGF93 v2b / Lambert-93	1/2500
Système Altimétrique	Conversion Altimétrique
Sans Objet	Sans Objet

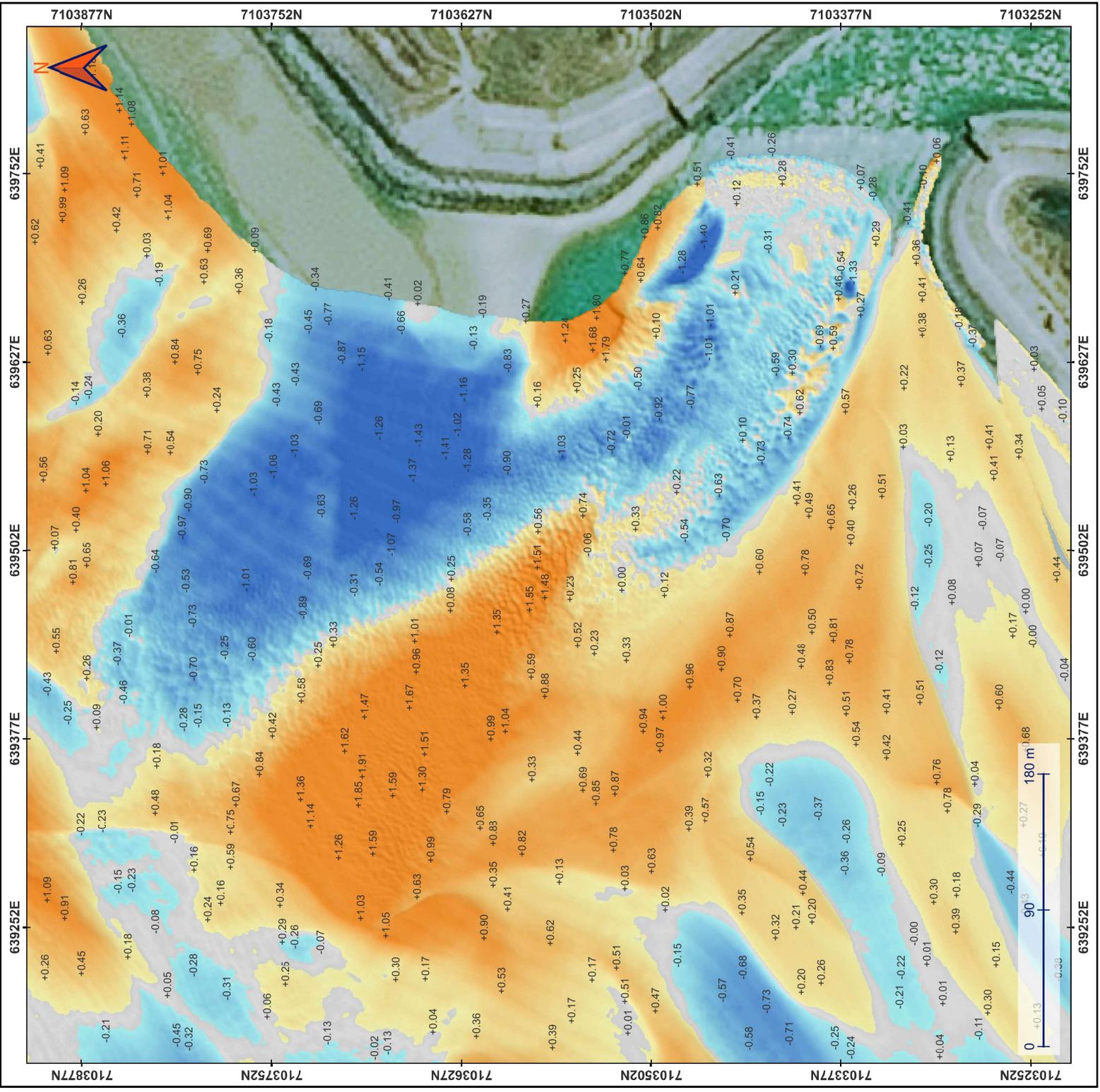
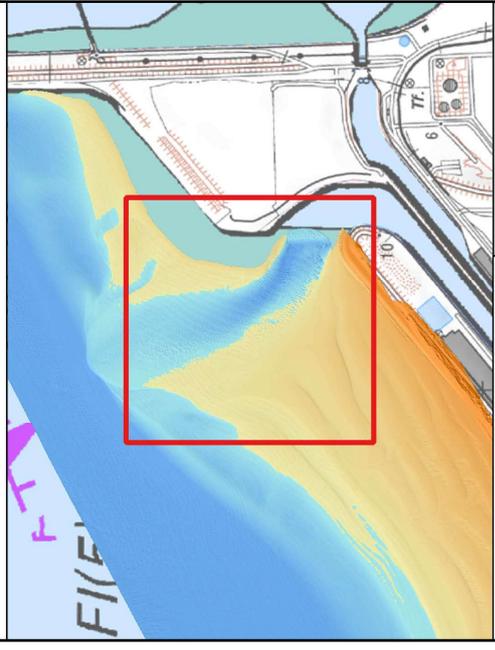
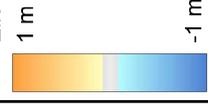
Type et origine des données :

- Bathymétrie 2024 : multifaisceaux et Lidar par GEOxyz
- Bathymétrie 2023 : multifaisceaux et Lidar par GEOxyz

Légende

Échelle de couleurs :

La zone blanche est fixée à +/- 8 cm
Elle est représentative de la justesse relative



ANNEXE 5

Rapport du Prévisionnel de prélèvement et consommation d'eau et de rejets du CNPE pour l'année 2024

Prévisionnel de prélèvement et consommation d'eau et de rejets
pour l'année 2024 du CNPE de Gravelines

26 janvier 2024

1. Sommaire

1. Sommaire.....	2
2. Introduction.....	2
3. Les prélèvements et consommations d'eau.....	3
4. Les rejets.....	4
4.1 Les rejets radioactifs.....	4
4.1.1 Les rejets radioactifs gazeux.....	7
4.1.2 Les rejets radioactifs liquides.....	8
4.2 Les rejets chimiques.....	10
4.2.1 Substance chimique utilisée pour le contrôle de la réaction nucléaire.....	11
4.2.2 Substances chimiques utilisées pour le conditionnement des circuits.....	12
4.2.3 Substances chimiques utilisées pour le conditionnement des circuits.....	14
4.2.4 Substances chimiques issues de la production d'eau déminéralisée.....	14
4.2.5 Substances chimiques issues du traitement des eaux usées du site.....	14
4.2.6 Substances chimiques issues du traitement biocide circuit de refroidissement par électrochloration.....	14

2. 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 2024 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 sur-évaluation 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.

3. Les prélèvements 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.

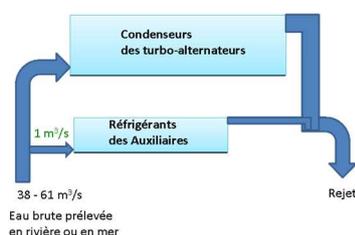


Fig. 1 : Schéma simplifié d'une unité de production refroidie en circuit ouvert

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.

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 2024 :

- Prélèvements en mer : **5 910 000** milliers de m³
- Prélèvements d'eaux de réseaux de distribution : **850** milliers de m³
- Prélèvements d'eau de nappe : **35** milliers de m³

4. 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,
- éliminer les rejets des substances radioactives ou chimiques au moyen de traitements appropriés,
- valoriser, si possible, les résidus de traitement.

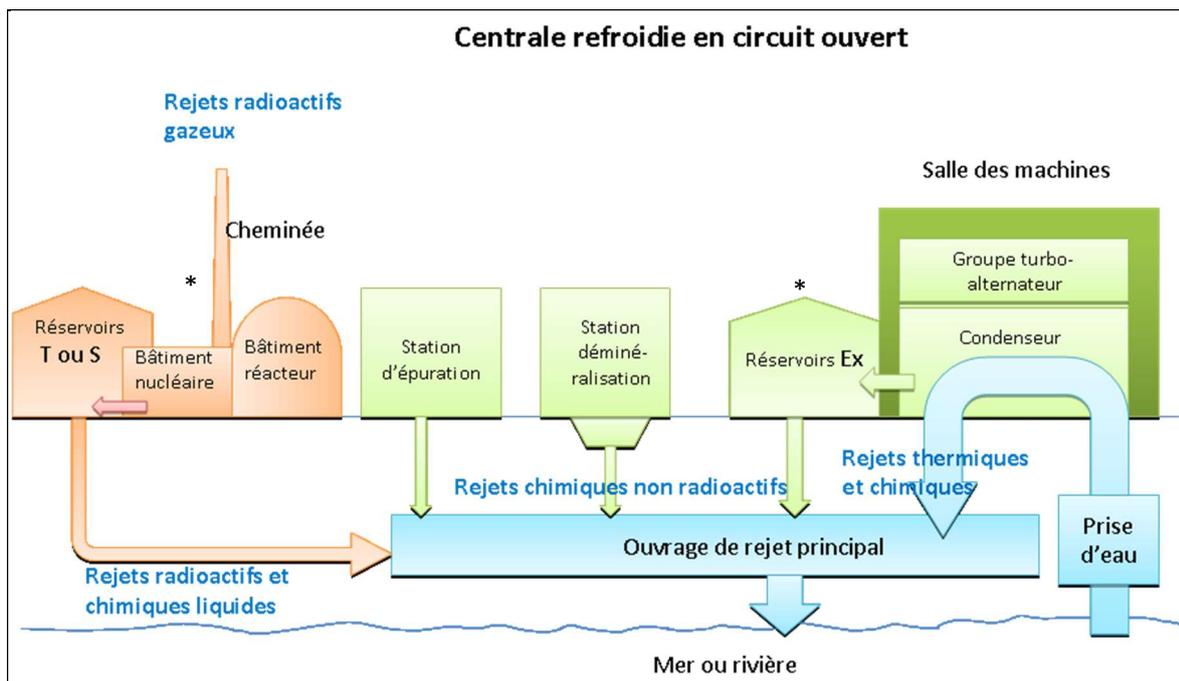


Fig. 2 : Schéma de principe des circuits de rejets d'une centrale nucléaire

4.1 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 :

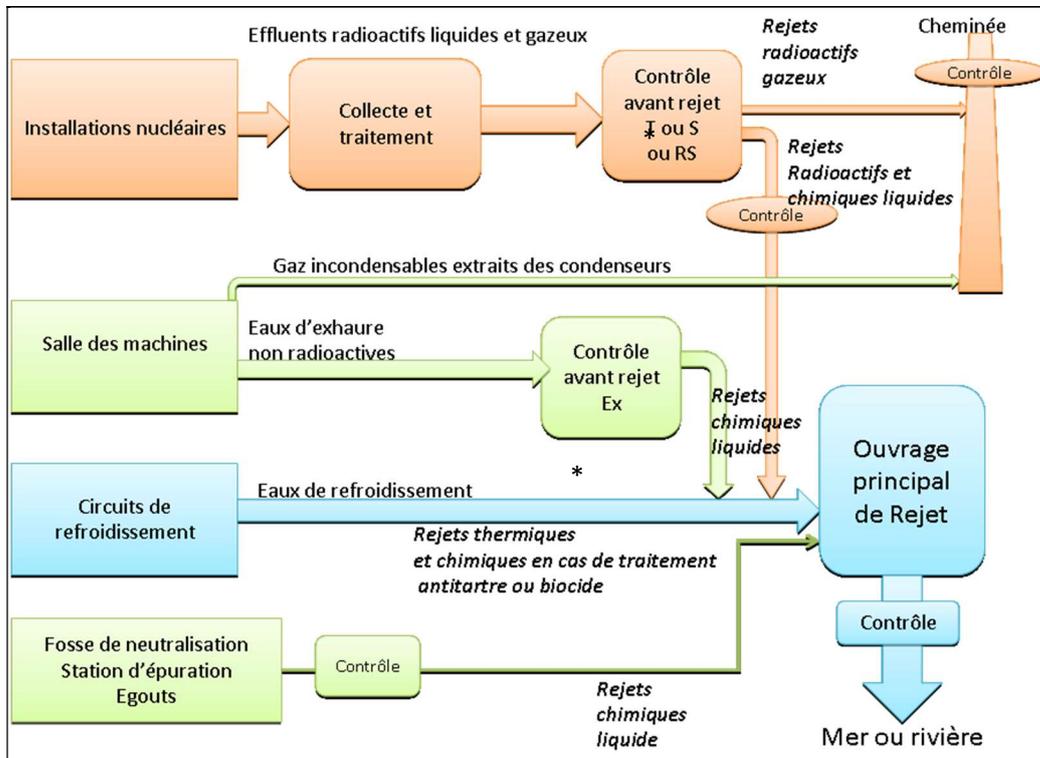


Fig. 3 : Collecte, traitement et contrôle des effluents (radioactifs et/ou chimiques) : principe

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.

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 110m mais aussi le tritium et le carbone 14.

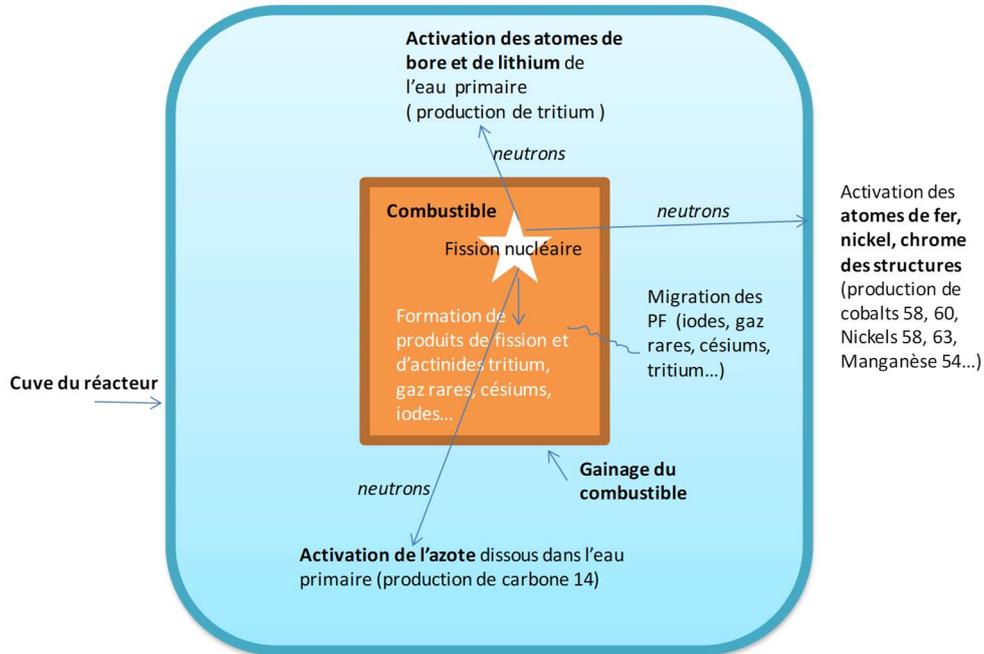


Fig.4 : Produits de fission et produits d'activation dans l'eau du circuit primaire

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).

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.

4.1.1 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.

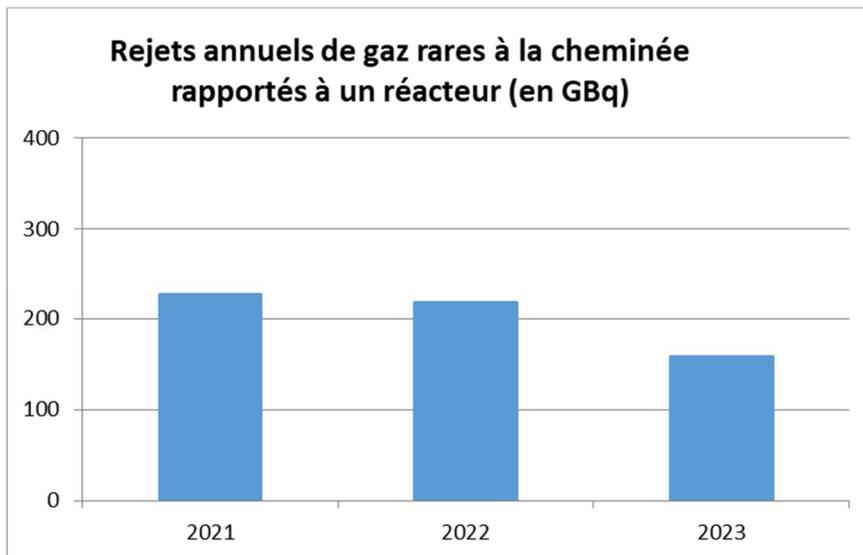


Fig. 5 : Historique des rejets annuels de **gaz rares** à la cheminée rapporté à un réacteur

- 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.

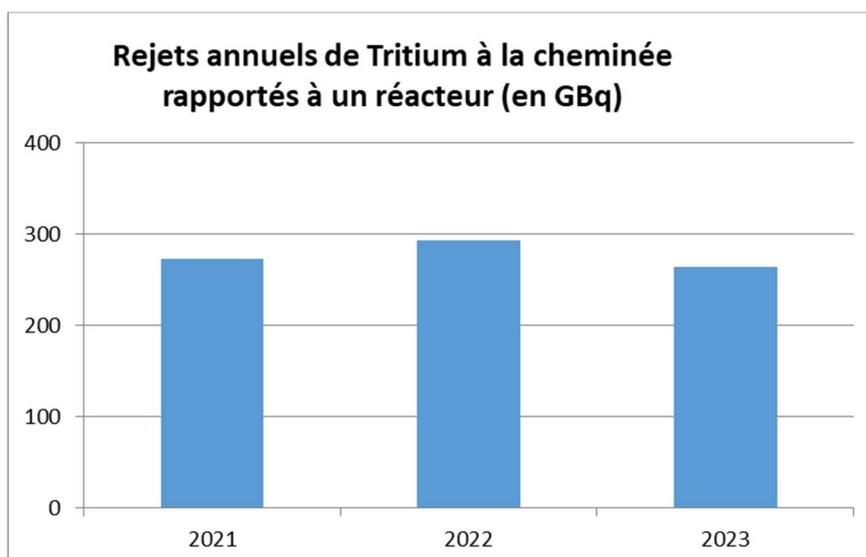


Fig. 6 : Historique des rejets annuels de **tritium gazeux** à la cheminée rapporté à un réacteur

- 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.
- 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 2024 :

- 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'activation¹ : **0,01** GBq

4.1.2 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).

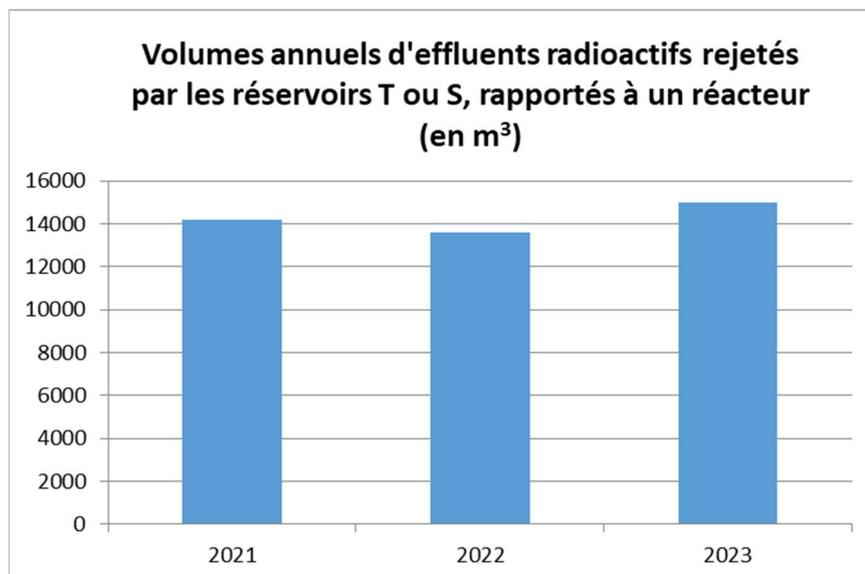


Fig. 7 : Historique des volumes annuels d'effluents radioactifs rejetés par les réservoirs T ou S, rapporté à un réacteur

¹ Les radionucléides pris en compte dans les « autres produits de fission et d'activation » sont : Mn54, Co58, Ni63, Co60, Ag110m, Te123m, Sb124, Sb125, Cs134, Cs137.

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.

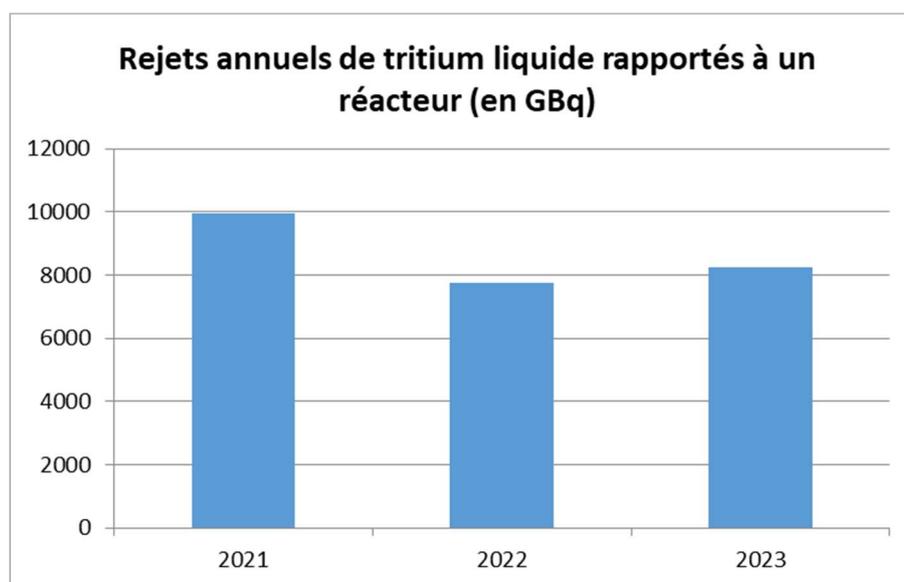


Fig. 8 : Historique des rejets annuels de **tritium liquide**, rapporté à un réacteur

- 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.

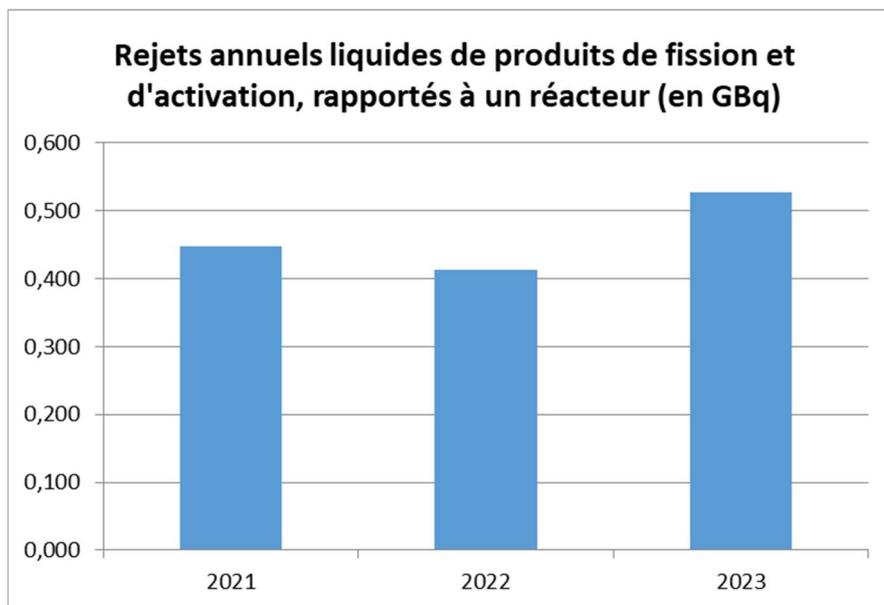


Fig. 9 Historique des rejets annuels de **produits de fission et d'activation**, rapporté à un réacteur

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 2024 :

- 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

4.2 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...).

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.

4.2.1 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 réacteur². 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).

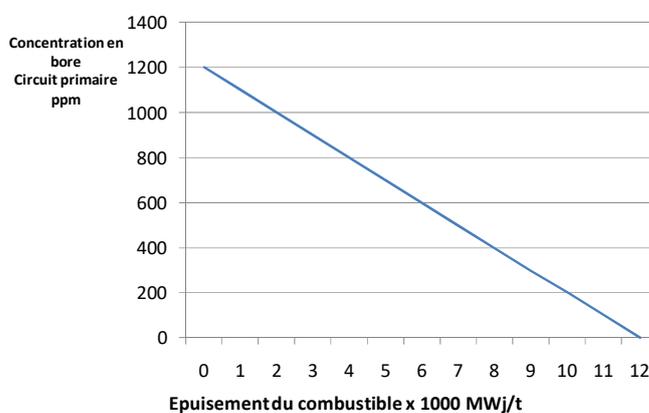


Fig. 10 : Evolution de la concentration en bore en fonction de l'épuisement du combustible

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 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.

² 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.

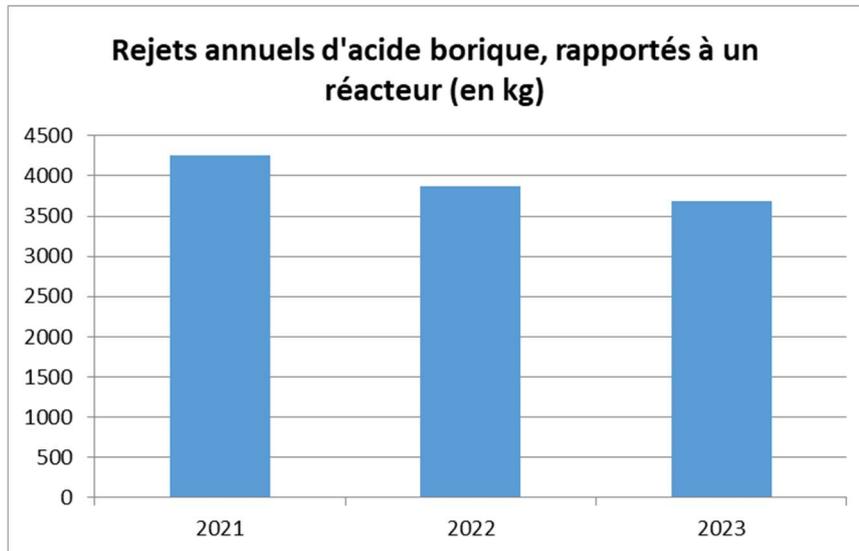


Fig. 11 : Historique des rejets annuels d'acide borique, ramenés à une unité de production

4.2.2 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.

- *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 ammoniac (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).

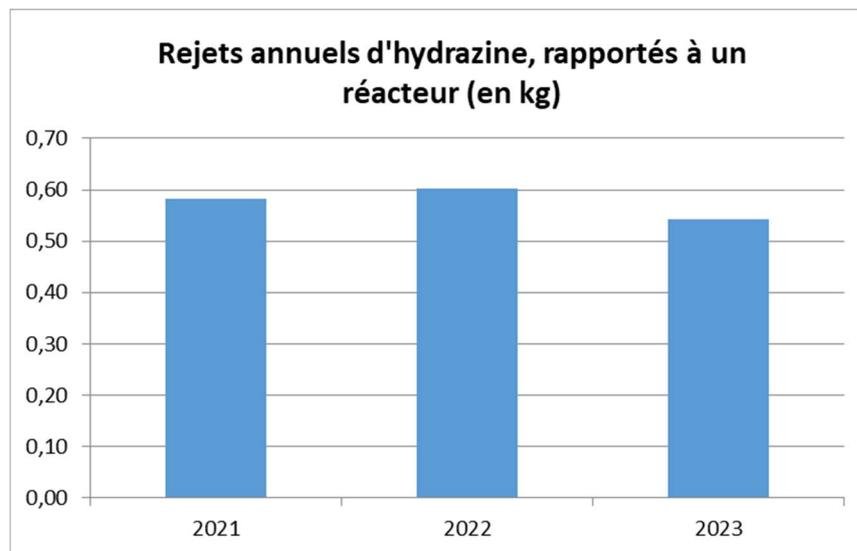


Fig. 12 : Historique de rejets annuels d'hydrazine, ramenés à une unité de production

- L'éthanolamine (C₂H₇NO) 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.

- *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.

4.2.3 Substances chimiques utilisées pour le conditionnement des circuits

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.

4.2.4 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.

4.2.5 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.

4.2.6 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 2024 :

Rejets issus des réservoirs T, S et Ex :

- Rejets d'acide borique : **25 200** kg
- Rejets d'hydrazine : **4,5** kg
- Rejets d'éthanolamine : **60** kg
- Rejets d'ammonium : **4 500** kg
- Rejets de phosphate : **750** kg
- Rejets de détergents : **60** 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 : **600** kg

Rejets issus du traitement biocide du circuit de refroidissement :

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

Synthèse du prévisionnel pour l'année 2024 CNPE de Gravelines

Prélèvements en eau :

- Prélèvements en mer : **5 910 000** milliers de m³
- Prélèvements d'eaux de réseaux de distribution : **850** milliers de m³
- Prélèvements d'eau de nappe : **35** milliers de m³

Rejets radioactifs gazeux :

- 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

Rejets radioactifs liquides :

- 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

Rejets chimiques issus des réservoirs T, S et Ex :

- Rejets d'acide borique : **25 200** kg
- Rejets d'hydrazine : **4,5** kg
- Rejets d'éthanolamine : **60** kg
- Rejets d'ammonium : **4 500** kg
- Rejets de phosphate : **750** kg
- Rejets de détergents : **60** kg
- Rejets en métaux totaux : **100** kg
- Rejets en Aluminium : **25** kg

Rejets chimiques issus de la station de déminéralisation :

- Rejets en sulfates : **390 000** kg

Rejets chimiques issus des micro-stations d'épuration :

- Rejets en Azote Kjeldhal : **600** kg
- Rejets en phosphates : **600** kg

Rejets chimiques issus du traitement biocide du circuit de refroidissement :

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

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 2 084 365 041 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
03.28.68.42.30