



GRAVELINES

Projet de construction d'une paire de réacteurs EPR2

DOSSIER DES MAÎTRES D'OUVRAGE

Débat public sous l'égide de la CNDP
du 17 septembre 2024 au 17 janvier 2025



EPR2
Gravelines



Avant-propos

Le présent document est le dossier constitué par EDF et RTE dans la perspective du débat public : il a pour objectif de partager avec le public l'ensemble des éléments d'information sur le projet d'une paire de réacteurs EPR2 à Gravelines et son raccordement électrique, afin que les participants puissent débattre de l'opportunité du projet et de ses effets.

Le dossier est rédigé principalement au présent et au futur, dans le but de faciliter sa lecture. Cela ne préjuge aucunement des conclusions du débat public et des décisions qui seront prises par les maîtres d'ouvrage et les autorités compétentes.

Les principaux points présentés dans ce dossier des maîtres d'ouvrage sont également accessibles sous la forme d'une synthèse.

Les versions numériques de ces deux documents sont consultables et téléchargeables sur le site Internet du débat public, à l'adresse suivante :

<https://www.debatpublic.fr/projet-nouveaux-reacteurs-nucleaires-gravelines>

Date de publication : Août 2024

Éditorial



**Antoine
Ménager**

Direction du
programme
nouveau nucléaire,
en charge du
débat public EPR2
Gravelines pour EDF

Après un débat public riche et éclairant pour le premier projet, à Penly, d'une paire de réacteurs EPR2 dans le cadre du programme industriel de nouveaux réacteurs proposé par EDF, le débat public qui s'ouvre pour le deuxième projet à Gravelines est essentiel pour EDF. C'est en effet ce projet qui doit marquer l'entrée dans l'effet de série, fondement du programme EPR2, et qui avait fait le succès de la construction du parc nucléaire actuel dont nous bénéficions encore aujourd'hui.

La décarbonation de l'énergie est au premier rang des priorités de notre siècle. En effet, elle permet de répondre à l'enjeu climatique mondial, et représente aussi un enjeu d'indépendance pour nos sociétés, tout en conciliant progrès et bien-être. Fort de son histoire d'industriel apportant une électricité abondante et compétitive, le groupe EDF entend être la référence du secteur énergétique européen et œuvrer ainsi au monde de demain, un monde bas-carbone grâce à la substitution des énergies fossiles par l'électricité. Cette transition apparaît inéluctable, mais son rythme est décisif. En face de l'électricité que nous produisons, il nous revient de susciter la demande électrique décarbonée, de ne pas attendre d'un monde incertain qu'il nous offre un cycle entièrement porteur, sans adversité. La révolution électrique, c'est à nous de la mener. Réaliser le projet EPR2 de Gravelines au sein de ce programme nous permettra de diversifier le mix électrique français, le rendant résilient face aux incertitudes futures et globalement moins coûteux.

Ces enjeux nationaux entrent en totale résonance avec les enjeux du territoire dont les représentants ont appelé de leurs vœux l'implantation de nouveaux réacteurs nucléaires, dans une région engagée dans la réindustrialisation verte, sur un territoire dunkerquois totalement mobilisé autour de l'intégration des grands projets industriels, et dans une ville de Gravelines qui vit au rythme de sa centrale nucléaire depuis plus de quarante ans. Depuis les années 1980, EDF y exploite six réacteurs nucléaires en toute sûreté, qui font de cette centrale la plus puissante d'Europe de l'ouest. Elle est aussi remarquable par ses multiples liens avec son territoire d'accueil, Gravelines et le Dunkerquois bien sûr, mais pas seulement, car l'influence de la centrale se fait sentir bien au-delà, jusqu'aux agglomérations de Calais, Saint-Omer et Hazebrouck.

C'est en considérant cette relation particulière entre la centrale et son territoire, que le projet EPR2 de Gravelines doit être réfléchi et, à cette fin, le débat public avec les habitants de ce territoire est essentiel pour nous.

Le présent dossier a été élaboré pour nourrir les échanges que nous aurons, et les rencontres à venir vont permettre de mettre sur la table tous les enjeux du projet. Je ne peux donc que vous inviter à participer à ce débat. Les équipes d'EDF et de RTE sont impatientes de vous retrouver bientôt dans le cadre des rencontres organisées par la Commission particulière du débat public.



Sommaire

Éditorial	3
Les maîtres d'ouvrage	6

1 Le projet et le débat public dans leurs contextes 8

1.1	Le programme de nouveaux réacteurs nucléaires EPR2	9	1.5	Le contexte territorial dans lequel s'inscrit le projet EPR2 de Gravelines	20
1.1.1	Une zone industrialo-portuaire majeure	20	1.5.1	Gravelines, la plus grande centrale nucléaire française, en fonctionnement depuis 40 ans	22
1.2	Le débat public de 2022-2023 sur le programme de nouveaux réacteurs nucléaires EPR2	11	1.5.2	Un territoire engagé dans une dynamique de transition écologique et de réindustrialisation	23
1.2.1	Un territoire engagé dans une dynamique de transition écologique et de réindustrialisation	23	1.6	Le débat public sur le projet EPR2 de Gravelines et son raccordement électrique	25
1.3	L'opportunité des nouveaux réacteurs nucléaires étudiée et débattue à plusieurs niveaux	12	1.6.1	Pourquoi un débat public ?	25
1.3.1	Pourquoi un débat public ?	25	1.6.2	Comment les maîtres d'ouvrage envisagent-ils le débat public ?	25
1.4	La préparation du programme de nouveaux réacteurs EPR2 en vue d'une décision finale d'investissement	15	1.6.3	Les suites du débat	26
1.4.1	Des moyens renforcés par l'État, EDF et la filière nucléaire pour le programme de nouveaux réacteurs nucléaires EPR2	15			
1.4.2	Une décision finale d'investissement qui reste à prendre	19			

2 Les principales caractéristiques du projet EPR2 de Gravelines et ses alternatives 27

2.1	Un site aux atouts multiples pour l'implantation de nouveaux réacteurs nucléaires	28	2.5	Le site d'implantation du projet	40
2.1.1	Rappel de méthodologie de sélection des sites d'accueil des projets EPR2	28	2.6	Les alternatives au projet EPR2 de Gravelines	41
2.1.2	Cas de Gravelines	28	2.6.1	L'absence de réalisation du projet EPR2 de Gravelines et ses implications	41
2.2	Un projet qui repose sur la technologie de réacteur EPR2	29	2.6.2	Les alternatives à une paire de réacteurs EPR2 sur le site de Gravelines	43
2.2.1	L'EPR2 : une technologie en filiation directe avec l'EPR et le parc nucléaire français existant	29	2.6.3	Les alternatives technologiques à la mise en œuvre d'une paire de réacteurs EPR2	43
2.2.2	L'EPR2, un réacteur aux atouts multiples	32	2.7	Les coûts et le calendrier prévisionnel du projet	45
2.3	Les grandes caractéristiques techniques du projet EPR2 de Gravelines	36	2.7.1	L'évaluation initiale du coût du projet EPR2 de Gravelines	45
2.3.1	La paire EPR2 de Gravelines comme réplique maximale de la paire EPR2 de Penly pour lancer la série	36	2.7.2	Le calendrier prévisionnel du projet EPR2 de Gravelines	46
2.3.2	Les spécificités de l'EPR2 de Gravelines	37			
2.4	Le raccordement au réseau de transport d'électricité	39			

3 Les différentes phases du projet

47

3.1 Des procédures qui conditionnent l'engagement des différentes phases du projet et dans lesquelles le public aura toute sa place	48	3.3 Les travaux de construction des réacteurs EPR2	62
3.1.1 La demande d'autorisation environnementale	49	3.3.1 Les travaux de génie civil	62
3.1.2 La demande d'autorisation de création (DAC)	50	3.3.2 Les montages électromécaniques	64
3.1.3 La demande d'autorisation de mise en service	50	3.3.3 Les essais	66
3.2 Les travaux préparatoires pour aménager le site du projet	51	3.3.4 Les principaux effets environnementaux directs du chantier	67
3.2.1 Les aménagements préalables	51	3.4 La phase d'exploitation	70
3.2.2 Les terrassements	52	3.4.1 Une maîtrise de la sûreté reposant sur les principes d'exploitation du parc nucléaire français	70
3.2.3 Les renforcements de sol	53	3.4.2 Les principes de la sécurité nucléaire	76
3.2.4 La réalisation des ouvrages nécessaires au refroidissement	58	3.4.3 Des effets environnementaux typiques d'un site nucléaire de production d'électricité	77
3.2.5 Les principaux effets environnementaux pendant les travaux préparatoires	59		

4 Le raccordement au réseau de transport d'électricité

81

4.1 Les principes du raccordement électrique du projet EPR2	82	4.3 Les ouvrages projetés	85
4.2 La zone d'étude du raccordement électrique	84	4.4 Les prochaines étapes	86

5 Le projet et son territoire d'accueil

87

5.1 Les enjeux de la maîtrise des risques dans un territoire industrialo-portuaire	88	5.4 Des défis à relever dans le cadre d'un plan d'actions territorial	98
5.2 La prise en compte des enjeux environnementaux du territoire : eau douce, foncier et compensation environnementale	90	5.4.1 Une dynamique collective engagée au travers d'un plan d'actions, pour préparer l'arrivée du projet sans déstabiliser le territoire	98
5.2.1 La volonté de préserver la ressource locale en eau en phase d'exploitation	90	5.4.2 Trouver tous les intervenants nécessaires, avec les bonnes compétences, au bon moment, en mobilisant le tissu économique local	100
5.2.2 Une démarche foncière réfléchie avec les parties prenantes locales	93	5.4.3 Proposer des logements répondant aux besoins des intervenants des différentes phases du projet EPR2	104
5.3 Des bénéfices socio-économiques pendant les différentes phases du projet	95	5.4.4 Adapter le dimensionnement des services aux publics	106
5.3.1 Des travaux qui mobiliseront de nombreux emplois et compétences	95	5.4.5 Développer des alternatives à la voiture pour se rendre sur le site EPR2 pour ne pas saturer le territoire	106
5.3.2 En exploitation, des retombées pérennes	97	5.4.6 Vers une procédure « grand chantier »	108

6 Annexes

110

Annexe 1 - Décision d'EDF et de RTE suite au débat public de 2022-2023	111	Annexe 6 - EPR2 et prise en compte du changement climatique	129
Annexe 2 - Éléments du retour d'expérience de l'EPR de Flamanville	116	Annexe 7 - Effets du programme de nouveaux réacteurs nucléaires sur la gestion des matières et déchets radioactifs	131
Annexe 3 - Rappel des éléments structurants relatifs au coût et au financement du programme de nouveaux réacteurs nucléaires	119	Annexe 8 - La gestion des projets de RTE	136
Annexe 4 - L'Analyse cycle de vie (ACV) du kWh nucléaire	122	Glossaire	137
Annexe 5 - Éléments sur la sûreté du réacteur EPR2	124	Liste des figures	138



Les maîtres d'ouvrage



EDF, maître d'ouvrage du projet d'une paire de réacteurs EPR2 sur le site de Gravelines

Le groupe EDF, en tant qu'opérateur et fournisseur responsable, assume sa place d'acteur majeur de la transition écologique et de la souveraineté énergétique. De la construction et l'exploitation de centrales nucléaires, hydroélectriques, photovoltaïques, éoliennes ou thermiques, au développement et l'exploitation de réseaux électriques, à la commercialisation et l'accompagnement des clients pour réaliser des économies d'énergie, le Groupe est présent sur tous les maillons de la chaîne de valeur en France et à l'international. EDF est aux côtés de ses clients pour favoriser leur décarbonation, par l'efficacité énergétique et l'électrification des usages, des procédés industriels à la mobilité, ainsi qu'aux bâtiments tertiaires et résidentiels.

Pour fournir ses clients, EDF répond à la demande croissante en électricité bas-carbone en accélérant le développement de ses moyens de production décarbonés. En France, EDF poursuit l'exploitation du parc nucléaire existant dans les meilleures conditions de sûreté et de performance et travaille aux conditions permettant le lancement du programme de construction de six EPR2 et de son extension éventuelle à quatorze EPR2. Reconnu pour ce savoir-faire, EDF s'engage dans le développement de projets nucléaires au-delà de la France (chantier Hinkley Point C et projet Sizewell C au Royaume-Uni, dépôt d'une offre pour le site Dukovany en République tchèque et pour le site de Jaitapur en Inde...). EDF poursuit les développements dans l'hydroélectricité et accélère le développement des énergies renouvelables.

Combiné à la croissance des raccordements de clients et des nouveaux usages, le développement des renouvelables constitue un défi d'ampleur pour les réseaux électriques : en tant qu'opérateur responsable, le groupe EDF développe et renforce les réseaux de distribution afin de garantir durablement leur résilience et leur performance. Devenant de plus en plus instable et volatil, le système électrique aura besoin de gagner en flexibilité : EDF s'attache à mobiliser un bouquet de solutions pour répondre à ces besoins, afin d'adapter la consommation et la production de manière plus dynamique et réactive.



Pour en savoir plus sur le groupe EDF, accédez au document d'enregistrement universel, daté du 4 avril 2024 : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2024-04/edf-urd-rapport-financier-annuel-2023-fr.pdf>



Le réseau
de transport
d'électricité



Des informations
complémentaires sont
disponibles sur le site :
www.rte-france.com

RTE, maître d'ouvrage du raccordement au réseau de transport d'électricité

RTE, gestionnaire du réseau de transport d'électricité français, assure une mission de service public : garantir l'alimentation en électricité à tout moment et avec la même qualité de service sur le territoire national grâce à la mobilisation de ses 9 500 salariés. RTE gère en temps réel les flux électriques et l'équilibre entre la production et la consommation. RTE maintient et développe le réseau haute et très haute tension (de 63 000 à 400 000 volts) qui compte près de 100 000 kilomètres de lignes aériennes, 7 000 kilomètres de lignes souterraines, 2 900 postes électriques en exploitation ou co-exploitation et 37 interconnexions avec ses pays voisins. En tant qu'opérateur industriel de la transition énergétique neutre et indépendant, RTE optimise et transforme son réseau pour raccorder les installations de production d'électricité quels que soient les choix énergétiques futurs. RTE, par son expertise et ses rapports, éclaire les choix des pouvoirs publics.

EDF a sollicité RTE pour le raccordement de deux nouveaux EPR2 à Gravelines. La mise en œuvre de ce raccordement répond à la mission de RTE de garantir un raccordement et des conditions d'accès au réseau public de transport d'électricité équitables pour l'ensemble des producteurs d'électricité, sans discrimination vis-à-vis de la nature de l'installation de production raccordée, dispositions inscrites à l'article L. 121-4, I-2° du code de l'énergie.



1

Le projet et le débat public dans leurs contextes

Le projet EPR2 de Gravelines (Hauts-de-France) et son débat public prennent place dans plusieurs contextes évolutifs. Un contexte national d'abord, avec un projet appartenant à un programme de nouveaux réacteurs nucléaires, objet d'un débat public en 2022 et 2023, une filière industrielle qui continue de se préparer et se renforcer, et une concertation annoncée sur la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC). Un contexte local aussi, avec un territoire d'accueil engagé dans la décarbonation de son industrie tout en la développant, au sein duquel le Centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Gravelines est un moteur depuis 40 ans. Le débat public qui s'ouvre est l'opportunité d'échanger avec les habitants du territoire autour des enjeux du projet EPR2 de Gravelines.



1.1 Le programme de nouveaux réacteurs nucléaires EPR2

Le projet de construction d'une paire de réacteurs EPR2 à Gravelines (Hauts-de-France) correspond au deuxième projet du programme industriel de nouveaux réacteurs nucléaires conduit par EDF. Le premier projet se situe à Penly (Normandie) et le troisième projet envisagé est à proximité immédiate du site de Bugey (Auvergne - Rhône-Alpes).

Figure 1. Localisation des sites d'implantation du programme EPR2



Figure 2. Réunion publique sur le retour d'expérience de l'EPR de Flamanville en présence de Jean Martin Folz. Débat public, Caen, le 1^{er} décembre 2022



©CCNDP



Pour en savoir plus :
reprend les
éléments principaux du
rapport de Jean-Martin Folz
et rappelle les réponses
apportées par EDF et la
filière nucléaire.

Effet de série :
la réalisation de
plusieurs projets
à la suite permet
d'envisager une
réduction progressive
des coûts et
des durées de
construction.

Le programme de nouveaux réacteurs nucléaires correspond à la proposition d'EDF s'inscrivant dans la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE pour la période 2019-2028). En mai 2021, EDF a ainsi remis au Gouvernement un dossier de proposition comprenant l'ensemble des éléments techniques et financiers pour la réalisation d'une série de trois paires de réacteurs EPR2. Ces éléments ont été instruits par le Gouvernement, qui a rendu le 18 février 2022 un rapport « Travaux relatifs au nouveau nucléaire »¹. Il visait à identifier les principaux risques et à évaluer si les plans d'actions mis en place pour y faire face étaient adaptés à l'atteinte de l'objectif de maîtrise des coûts et des délais du programme industriel de nouveaux réacteurs nucléaires. Ce rapport constituait un point d'étape, les travaux devant en effet se poursuivre pour affiner les modalités de mise en œuvre du programme.

Ce programme industriel s'appuie sur la **technologie EPR2**, une optimisation du réacteur EPR (EPR pour *European Pressurized Reactor*). Cela lui permet de conserver les atouts de l'EPR, en premier lieu sa sûreté, tout en le rendant plus simple à construire. **Il s'appuie également sur la standardisation et l'industrialisation** du déploiement du réacteur EPR2 par paires qui s'enchaînent pour bénéficier de l'effet de série ayant fait le succès de la construction du parc existant.

Les fondements du programme de nouveaux réacteurs reposent ainsi largement sur les enseignements du projet EPR de Flamanville qui avaient fait l'objet du rapport de Jean-Martin Folz² et d'une séance dédiée³ lors du débat public de 2022-2023 ().

1 - Rapport du Gouvernement sur le nouveau nucléaire : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2022.02.18_Rapport_nucleaire.pdf

2 - Rapport sur « la construction de l'EPR de Flamanville » de Jean-Martin Folz : <https://www.economie.gouv.fr/rapport-epr-flamanville#>

3 - Séance du débat public du 1^{er} décembre 2022 à Caen : <https://www.debatpublic.fr/que-sest-il-passe-flamanville-et-quels-enseignements-en-tires-3377>

1.2 Le débat public de 2022-2023 sur le programme de nouveaux réacteurs nucléaires EPR2

Du 27 octobre 2022 au 27 février 2023, le programme de nouveaux réacteurs nucléaires proposé par EDF et la première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie) ont fait l'objet d'un débat public.



Pour en savoir plus : la décision post-débat public d'EDF et de RTE constituée du présent dossier.

Le débat public a notamment permis d'informer et de débattre de l'opportunité du programme proposé par EDF, avec la place potentielle du nouveau nucléaire dans le mix électrique de demain (), de la réponse d'ensemble d'EDF et de toute la filière nucléaire française au rapport de Jean-Martin Folz sur le retour d'expérience de l'EPR de Flamanville 3, de la technologie EPR2 et ses alternatives, des défis et les opportunités ouvertes par la mise en œuvre d'un programme industriel, et enfin des conditions de déploiement du premier projet à Penly.

Dans ce cadre, de nombreuses informations ont été mises à disposition du public, via le dossier du maître d'ouvrage constitué par EDF et RTE, le système de questions-réponses en ligne, la démarche de clarification des controverses techniques engagée par la Commission particulière du débat public (CPDP) et de nombreuses autres ressources toujours consultables⁴.

Le **compte rendu** de la CPDP⁵ et le **bilan** de la présidente par intérim de la Commission nationale du débat public (CNDP)⁶ ont été rendus publics le 26 avril 2023.

Le Conseil d'administration d'EDF a décidé le 28 juin 2023 de « *poursuivre la préparation du programme industriel de trois paires de réacteurs de technologie EPR2* », d'engager les procédures administratives relatives au projet de Penly et de prendre des engagements issus des attentes exprimées par le public du territoire pendant le débat⁷. En parallèle, EDF a apporté des **réponses aux recommandations** de la CPDP⁸.

La CNDP a rendu le 6 septembre 2023 son **avis** sur la manière dont les responsables de projet ont pris en compte les enseignements du débat, et **désigné des garants pour la concertation continue**, qui est en cours. Dans ce cadre, les échanges autour de plusieurs thématiques abordées lors du débat public de 2022-2023 doivent se poursuivre. À la date de publication de ce document, cette procédure de participation du public est en cours.

Rendez-vous sur <https://projet-penly.edf.fr/>



4 - Site internet du débat public de 2022-2023 : <https://www.debatpublic.fr/nouveaux-reacteurs-nucleaires-et-projet-penly>

5 - Compte rendu de la Commission particulière du débat public de 2022-2023 : <https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2023-04/PenlyEPR-Compte-rendu-2.pdf>

6 - Bilan de la présidente de la CNDP, à la suite du débat public de 2022-2023 : https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2023-04/PenlyEPR-Bilan-presidente_0.pdf

7 - Décision prise par EDF et RTE à l'issue du débat public de 2022-2023 : https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2023-07/EPR2-Penly_D%C3%A9cision-MOA_vdef%2028-06-2023.pdf

8 - Note accompagnant la décision post-débat public, intégrant notamment les réponses aux recommandations de la CPDP : https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2023-07/EPR2-Penly_Note-accompagnement-EDF_vdef%2028-06-2023.pdf

1.3 L'opportunité des nouveaux réacteurs nucléaires étudiée et débattue à plusieurs niveaux

Au-delà du débat public de 2022-2023, l'opportunité du nucléaire dans le mix électrique français a été débattue lors de la concertation « Notre avenir énergétique se décide maintenant » qui s'est tenue du 20 octobre 2022 au 18 janvier 2023⁹. La place du nucléaire a aussi fait l'objet de travaux et d'études, desquels EDF confirme sa position sur l'intérêt pour la France de développer, en parallèle des énergies renouvelables, de nouveaux réacteurs nucléaires.

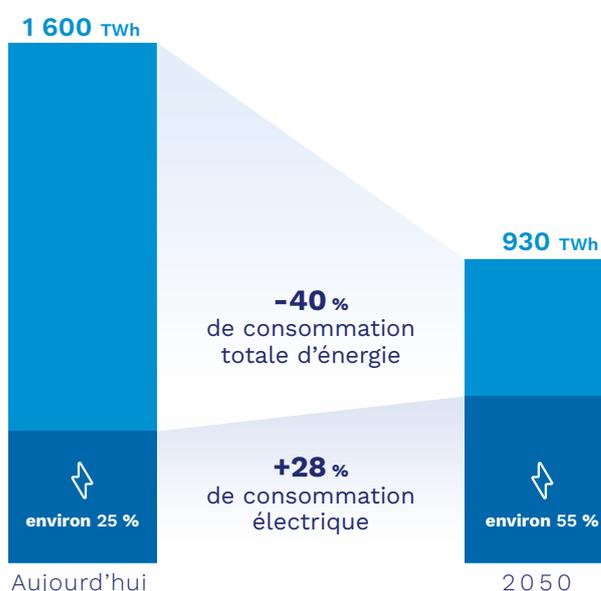
Pour atteindre la décarbonation du système énergétique à l'horizon 2050, la SNBC actuellement en vigueur (adoptée en 2020) prévoit à la fois une **diminution de 40 % à 50 % des consommations d'énergie du pays, et une sortie des énergies fossiles.**

L'atteinte de ces objectifs passera par la mobilisation de plusieurs leviers d'action : la **sobriété, l'efficacité énergétique, l'électrification massive des usages** (substitution des énergies émettrices de CO₂ par de l'électricité) et le **développement de nouvelles filières pour les usages ne pouvant être électrifiés**, le tout s'appuyant sur une production d'électricité bas-carbone. Les travaux en cours d'actualisation de la SNBC¹⁰ confirment ces points et renforcent le rôle de l'électricité dans le mix énergétique français aux horizons considérés.

En complément des travaux de la SNBC, RTE, le gestionnaire du réseau public de transport d'électricité en France, a réalisé, au titre de ses missions de service public, un bilan prévisionnel du système électrique à long terme : les « Futurs énergétiques 2050 »¹¹. Cette étude, publiée en 2021, a montré que le mix électrique devra nécessairement reposer sur un développement significatif des énergies renouvelables.

La comparaison des différents scénarios de mix électriques étudiés par RTE indique que ceux misant à la fois sur un développement des énergies renouvelables et sur un socle significatif de nucléaire sont plus résilients et moins coûteux que les mix électriques composés exclusivement d'énergies renouvelables.

Figure 3. Part de l'électricité dans la consommation d'énergie finale en France



Réalisé à partir des données de la figure 2 « Consommation d'énergie finale en France et dans la SNBC » page 11 du document « Futurs énergétiques 2050 principaux résultats »

9 - Pour en savoir plus sur cette concertation : <https://concertation-strategie-energie-climat.gouv.fr/>

10 - Stratégie nationale bas-carbone : <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

11 - Futurs énergétiques 2050 : les scénarios de mix de production à l'étude permettant d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050, RTE : <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>

DES CONSULTATIONS RÉGULIÈRES DU PUBLIC SUR LA SNBC ET LA PPE

La Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) est la feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique¹² et la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) est l'outil de pilotage de la politique énergétique¹³.

Ces deux documents, périodiquement actualisés, font l'objet de consultations régulières du public, avec les deux dernières en date :
> la concertation nationale sur le mix énergétique « Notre avenir énergétique se décide maintenant » qui s'est tenue du 20 octobre 2022 au 31 décembre 2022¹⁴ ;

> la consultation publique sur la Stratégie française énergie-climat du 22 novembre au 22 décembre 2023¹⁵. Le 2 mai 2024, la CNDP a désigné une garante et un garant pour la concertation sur la future PPE 2025-2035 et sur la future SNBC¹⁶.

Plus récemment, dans son Bilan prévisionnel publié fin 2023¹⁷, RTE confirme les principales conclusions de son étude « Futurs énergétiques 2050 », sur l'horizon allant jusqu'à 2035. Il y étudie trois scénarios possibles de mix électrique à cet horizon. Ces scénarios considèrent des visions différentes mais réalistes de consommation électrique, de niveau d'électrification des usages et de développement des énergies bas-carbone :

- > le premier scénario, le plus souhaitable, permet d'atteindre les objectifs de décarbonation accélérée et de réindustrialisation en 2030 et 2035 (scénario A). Il présente une électrification renforcée qui a pour conséquence une consommation d'électricité en augmentation. Elle pourrait ainsi atteindre entre 580 et 640 TWh/an en 2035 (contre 445 TWh aujourd'hui) pour atteindre les objectifs fixés. Une hausse tirée notamment par les mobilités légère et lourde, l'industrie ou encore les *data centers* dans le tertiaire ;
- > le deuxième scénario (B) permet quant à lui d'atteindre les objectifs climatiques et de réindustrialisation avec un retard de trois à cinq ans ;
- > enfin, le troisième scénario (C) décrit un environnement de « mondialisation contrariée », dans lequel les tensions macroéconomiques et géopolitiques se prolongent durablement.

Dans ce bilan, RTE observe, avec le scénario A, que **la France a les moyens d'atteindre ses objectifs rehaussés en 2030 et 2035, si elle mobilise les quatre leviers qui suivent : efficacité énergétique, sobriété, énergies renouvelables et nucléaire**. L'analyse de RTE montre qu'il est possible d'activer ces leviers avec une intensité variable mais qu'aucun d'entre eux ne peut être abandonné.

En cohérence avec les conclusions de ces études, EDF estime que les moyens de production nucléaires existants et projetés sont plus que jamais nécessaires pour répondre à une consommation accrue d'électricité, dans la mesure où :

- > ils produisent une électricité bas-carbone, avec des émissions directes nulles en CO₂ et des émissions sur l'ensemble du cycle de vie très basses, de 4 grammes de CO₂ par kilowattheure produit (voir encadré page suivante) ;
- > ils sont pilotables, participent à la stabilité du réseau de transport d'électricité et sont complémentaires des moyens de production intermittents que sont le solaire et l'éolien ;
- > ils participent à la souveraineté énergétique française, et présentent l'opportunité d'un élan pour l'économie nationale, la filière nucléaire étant la troisième¹⁸ par son importance en France ;
- > ils permettent de constituer des mix électriques diversifiés plus résilients et moins coûteux que les mix électriques composés exclusivement d'énergies renouvelables.



Pour en savoir plus, le dossier du maître d'ouvrage constitué en vue du débat public de 2022-2023 expose la vision d'EDF sur l'opportunité d'engager un programme de nouveaux réacteurs (§1.1.3, pages 13 à 23).

12 - Voir : <https://www.ecologie.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe>

13 - Voir : <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

14 - Le site internet de cette concertation : <https://concertation-strategie-energie-climat.gouv.fr/>

15 - Le site internet de cette concertation : <https://www.ecologie.gouv.fr/consultation-publique-sur-strategie-francaise-energie-climat>

16 - La décision de la CNDP : <https://www.debatpublic.fr/programmation-pluriannuelle-de-lenergie-et-strategie-nationale-bas-carbone>

17 - Les bilans prévisionnels, RTE : <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/les-bilans-previsionnels>

18 - La filière nucléaire - Conseil national de l'industrie : <https://www.conseil-national-industrie.gouv.fr/comites-strategiques-de-filieres/la-filieres-nucleaire>

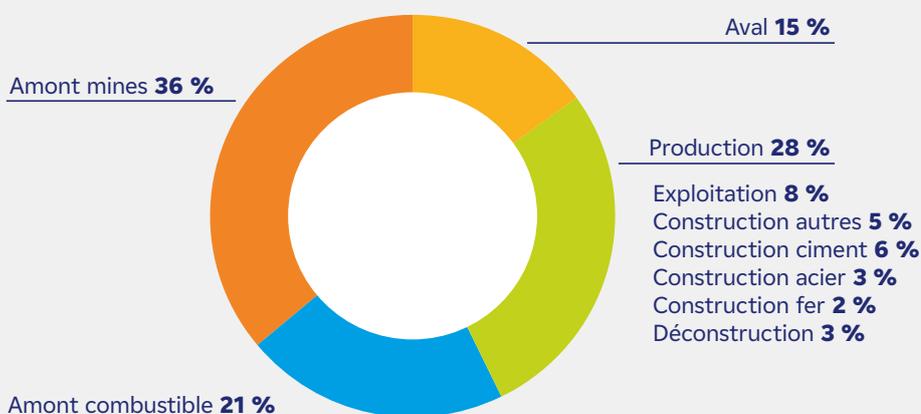


LE NUCLÉAIRE, UNE PRODUCTION BAS-CARBONE : FOCUS SUR L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE CONDUITE PAR EDF

Chaque kWh produit par le parc nucléaire d'EDF en France émet l'équivalent de 4 grammes de CO₂, selon l'étude de la R&D d'EDF « Analyse du cycle de vie » (ACV) et ce en considérant toutes les étapes, la production d'électricité bien sûr, mais aussi les phases amont (dont la préparation du combustible) et aval (dont la gestion des matières et déchets radioactifs). Dans le détail, l'indicateur changement climatique de l'analyse du cycle de vie recouvre les mines et le traitement du minerai d'uranium, sa conversion et son enrichissement, la fabrication des combustibles, la construction, l'exploitation, la déconstruction des réacteurs, le traitement des combustibles usés et le stockage des déchets.

Cette étude a été réalisée sur un périmètre précis, le parc nucléaire en exploitation, et suivant une méthodologie normée revue par des experts indépendants.¹⁹

Figure 4. Répartition des émissions aux différentes étapes du cycle de production d'électricité d'un réacteur nucléaire en France



revient plus précisément sur l'analyse du cycle de vie d'une installation de production d'électricité nucléaire.

Figure 5. Bilan gaz à effet de serre par source de production d'électricité²⁰



L'analyse récente réalisée par EDF précise et confirme les analyses de cycle de vie réalisées précédemment et publiées par des organismes reconnus tel que l'Ademe, et qui confirment toutes que les émissions de gaz à effet de serre du nucléaire sont faibles, du même ordre de grandeur que celles des énergies renouvelables, et très largement inférieures aux émissions des énergies fossiles.

19 - Analyse Cycle de Vie du kWh nucléaire d'EDF : <https://www.edf.fr/groupe-edf/produire-une-energie-respectueuse-du-climat/energie-nucleaire/notre-vision/analyse-cycle-de-vie-du-kwh-nucleaire-dedf>

20 - Base empreinte de l'Ademe : <https://base-empreinte.ademe.fr>

1.4 La préparation du programme de nouveaux réacteurs EPR2 en vue d'une décision finale d'investissement

La préparation du programme de nouveaux réacteurs nucléaires se poursuit afin de garantir la qualité, le calendrier et le coût des projets EPR2, avant de décider d'engager le programme sur la base de considérations techniques et économiques. Cette préparation se nourrit des procédures de participation du public sur les projets EPR2, donc celui de Gravelines, et des plans d'actions territoriaux engagés sur chaque site d'implantation.

1.4.1 Des moyens renforcés par l'État, EDF et la filière nucléaire pour le programme de nouveaux réacteurs nucléaires EPR2

Depuis le débat public, l'État, EDF et la filière nucléaire ont renforcé les moyens dédiés au programme de nouveaux réacteurs nucléaires avec :

- > la supervision par l'État des programmes industriels de nouveau nucléaire, via la Délégation interministérielle au nouveau nucléaire (DINN), créée en novembre 2022 ;
- > le plan d'actions « compétences » de la filière nucléaire de juin 2023 pour répondre au besoin des compétences nécessaires de la filière nucléaire ;
- > la nouvelle organisation des activités nucléaires d'EDF à compter du 1^{er} avril 2024 ;
- > la consolidation de la maturité technique de la conception du réacteur EPR2 menée en 2023 et 2024 ;
- > l'actualisation et l'optimisation des coûts du programme EPR2 engagées en 2024.

Ces différents points sont développés dans les parties qui suivent.

1.4.1.1 La supervision de l'État via la Délégation interministérielle au nouveau nucléaire

Instituée par le décret n° 2022-1411 du 7 novembre 2022, la Délégation interministérielle au nouveau nucléaire (DINN) assure, sous l'autorité du Premier ministre, les missions suivantes :

- > la supervision industrielle des projets nucléaires ;
- > la mobilisation et la coordination des pouvoirs publics ;
- > la contribution à l'information du public et mobilisation des parties prenantes.

La DINN intervient donc tant à l'échelle du programme de nouveaux réacteurs nucléaires préparé par EDF, au travers d'une revue régulière de son avancement et de sa maturité, qu'à l'échelle des projets EPR2, notamment sur le plan de la préparation des phases d'autorisations réglementaires ou encore des actions de préparation du territoire en lien avec les services déconcentrés de l'État.

« La création de cette délégation a pour but de renforcer le rôle de l'État dans la préparation et la conduite de ce programme de construction de six EPR2. Et le premier objectif de notre mission de supervision, c'est de maximiser les bénéfices attendus en termes d'effet de série et de dégressivité, en coûts et en délais. »

Joël Barre, délégué interministériel au nouveau nucléaire



➤ L'UNIVERSITÉ DES MÉTIERS DU NUCLÉAIRE

Le 27 avril 2021, la filière nucléaire française, l'Union des Industries et Métiers de la Métallurgie, l'Union Française de l'Électricité, France Industrie et Pôle Emploi se sont réunis pour adopter les statuts de l'association « l'Université des métiers du nucléaire »²¹. Cette initiative vise à dynamiser les dispositifs de formation du secteur nucléaire, aux échelles régionale, interrégionale et nationale, en particulier sur les compétences critiques.

Depuis sa création, l'Université des métiers du nucléaire s'est progressivement développée dans toutes les régions, et notamment dans les Hauts-de-France ().

« La filière prévoit une croissance de 25 % du volume de travail d'ici 2033, hors gain de productivité [...]. Élargi à l'ensemble des 220 000 emplois de la filière, ce besoin est d'environ 100 000 recrutements équivalents temps plein sur 10 ans. »

1.4.1.2 L'élaboration d'un plan d'actions « compétences » de la filière nucléaire

Le Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire (GIFEN²²), créé en 2018, a lancé le programme MATCH, un outil de pilotage dynamique pour s'assurer de l'adéquation entre la disponibilité des compétences et les besoins de la filière sur 20 segments d'activités opérationnelles - ingénierie, génie civil, essais et contrôle, chaudronnerie-tuyauterie-soudage... - et environ 80 métiers significatifs. La méthodologie d'élaboration du programme MATCH résulte du travail conjoint entre le GIFEN, une centaine d'entreprises de la filière, incluant les exploitants nucléaires et leurs fournisseurs, et les organisations professionnelles du secteur, réunis dans des groupes de travail dédiés.

Les premières conclusions de l'étude MATCH ont été rendues publiques le 20 avril 2023²³. Trois principaux leviers d'action ont été identifiés : développer les ressources (humaines et matérielles), renforcer l'excellence opérationnelle et assurer la capacité économique des entreprises à mener les projets.

Ensuite, un plan d'actions « compétences » de la filière nucléaire a été remis par l'association « l'Université des métiers du nucléaire » (voir encadré ci-dessus) au Gouvernement²⁴ en juin 2023. Ce plan est structuré en sept leviers et trente actions qui englobent les sujets de l'attractivité des métiers du nucléaire, de l'orientation, de la formation initiale, de l'alternance, de la formation professionnelle continue et du compagnonnage. La mise en œuvre de ce plan d'actions fait l'objet d'un suivi régulier de l'État. D'ores et déjà, plusieurs actions ont été concrétisées dont :

- > l'enrichissement du contenu du site <https://www.monavenirdanslenucleaire.fr> et sa publicité ;

- > la création et le déploiement d'un dispositif de bourses d'études ;
- > la promotion des formations de la filière nucléaire dans l'enseignement supérieur ;
- > l'enrichissement des formations de niveau bac pro à bac+5 par des modules sur le nucléaire, pour renforcer l'attractivité et adapter le contenu des diplômes aux besoins de la filière ;
- > la valorisation des offres d'alternance et de stage.

1.4.1.3 L'organisation renforcée des activités nucléaires d'EDF

Luc Rémont, président directeur général d'EDF, a lancé en 2023 un projet de réorganisation des activités nucléaires d'EDF pour être au rendez-vous de ce défi industriel²⁵.

La réorganisation des activités nucléaires d'EDF est intervenue en 2024, avec la création de quatre directions et d'un pôle²⁶ :

- > la **Direction Stratégie, Technologies, Innovation et Développement** regroupe les activités stratégiques de préparation de l'avenir et de planification du Groupe. Elle assure également la **maîtrise d'ouvrage des projets de construction nucléaire, avec en son sein les équipes responsables du débat public et des demandes d'autorisations** ;
- > la **Direction Projets et Construction** assure la maîtrise d'œuvre²⁷ des grands projets du nouveau nucléaire selon le cadre et les objectifs de sécurité, sûreté, qualité, coûts et délais jusqu'au transfert aux équipes en charge de l'exploitation. **C'est dans cette Direction qu'on trouve la direction de projet EPR2 et les équipes portant la responsabilité opérationnelle de préparation du projet EPR2 de Gravelines ;**

21 - En savoir plus sur l'Université des métiers du nucléaire : <https://www.monavenirdanslenucleaire.fr/>

22 - En savoir plus sur le GIFEN : <https://www.gifen.fr/>

23 - Rapport MATCH du GIFEN : <https://presse.economie.gouv.fr/21042023-relance-du-nucleaire-agnes-pannier-runacher-et-roland-lescure-recoivent-le-rapport-du-gifen-sur-les-besoins-et-capacites-industrielles-de-la-filiere/>

24 - Synthèse du plan d'actions élaboré par l'Université des métiers du nucléaire : <https://www.monavenirdanslenucleaire.fr/medias/5.actualites/synthese-plan-d-action-umn>

25 - Interview du PDG d'EDF Luc Rémont à France Info le 24 novembre 2023 : https://www.francetvinfo.fr/replay-radio/8h30-fauvelle-dely/hausse-des-prix-de-l-electricite-risque-de-coups-de-courant-cet-hiver-le-8h30-franceinfo-de-luc-remont_6174036.html

26 - Communiqué de presse du 29 mars 2024 sur l'évolution de l'organisation des activités d'EDF : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/epresspack/7305/CP-Organisation-nucleaire.pdf>

27 - Le maître d'œuvre réalise, pour le compte du maître d'ouvrage, le projet.

« Depuis vingt ans, EDF n'a pas eu l'occasion de construire des réacteurs à l'échelle industrielle. Nous sommes passés de quatre à cinq réacteurs raccordés au réseau tous les ans par nos anciens à deux réacteurs tous les dix ans. Il nous faut revenir vers cette époque, avec la maîtrise du savoir-faire, des gros chantiers, des processus et l'association de partenaires industriels que cela implique. »

Luc Rémont, 24 novembre 2023, sur *France Info*

- > **la Direction Ingénierie et Supply chain**²⁸ veille à la qualité, aux coûts et aux délais des études, équipements et prestations, en harmonisant les méthodes, outils et référentiels produits/processus des projets neufs et du parc existant. Cette nouvelle direction rassemble les ingénieries nucléaires et les activités en lien avec les fournisseurs, **et participe ainsi au développement du projet EPR2 dans ces composantes** ;
- > **la Direction Production Nucléaire et Thermique** assure pour la France l'exploitation, la maintenance et le démantèlement des parcs nucléaire et thermique existants et des nouveaux projets mis en service, et **comprend donc en son sein le CNPE de Gravelines actuellement en service**. Cette direction continue de déployer, notamment, les programmes « Grand Carénage »²⁹ et « START 2025 »³⁰ ;
- > **le Pôle Industrie et Services** pilote les activités opérationnelles de conception et études, fabrication et services industriels pour la chaudière nucléaire, le combustible, le contrôle-commande (Framatome³¹).

Pour Luc Rémont, « Depuis vingt ans, EDF n'a pas eu l'occasion de construire des réacteurs à l'échelle industrielle. Nous sommes passés de quatre à cinq réacteurs raccordés au réseau tous les ans par nos anciens à deux réacteurs tous les dix ans. Il nous faut revenir vers cette époque, avec la maîtrise du savoir-faire, des gros chantiers, des processus et l'association de partenaires industriels que cela implique. [...] Chaque métier du groupe EDF doit parvenir à l'échelle industrielle : opérateur, maîtrise d'ouvrage, constructeur, ingénierie et pilotage de la base industrielle. Chaque métier doit travailler selon les meilleures normes professionnelles mondiales au profit de son client ».

1.4.1.4 La consolidation de la maturité technique de la conception du réacteur EPR2

L'organisation de revues sur le programme de nouveaux réacteurs nucléaires à partir d'une évaluation indépendante, est une application directe des recommandations de Jean-Martin Folz sur le plan organisationnel pour **s'assurer de la maturité suffisante du projet à chaque étape avant de passer à la suivante**.

La maîtrise d'ouvrage du programme a donc décidé, en accord avec la DINN, de mettre en place, de janvier à octobre 2023, une revue du programme de nouveaux réacteurs en s'appuyant sur un **comité composé d'une quinzaine d'experts indépendants** disposant d'expériences industrielles dans les domaines du nucléaire, du génie civil, du pétrole et du gaz, de l'industrie, de représentants de l'État et d'experts d'EDF. Partant du retour d'expérience de l'EPR de Flamanville, il s'agissait de :

- > s'assurer que la conception du réacteur EPR2 réponde à un juste besoin (c'est-à-dire un équilibre des exigences énergétiques, économiques, environnementales et sociétales pour une production nucléaire optimisée et durable), issu du retour d'expérience des précédents chantiers EPR et des exigences de sûreté ;
- > analyser les principaux points critiques et risques ;
- > partager une vision claire sur le calendrier, les chemins critiques et les marges calendaires ;
- > vérifier l'organisation et la gouvernance mises en place par EDF pour mener à bien le programme de nouveaux réacteurs nucléaires.

Partant du retour d'expérience de Flamanville 3, EDF a fixé comme objectifs pour les projets EPR2 de lancer la réalisation du « premier béton nucléaire » - correspondant au lancement de la construction des étages inférieurs du bâtiment réacteur -, lorsque 70 % des études d'exécution de l'ensemble du projet seront finalisées. Ces études d'exécution permettant d'établir notamment les plans de construction, appelées aussi « études détaillées » ou « detailed design », sont lancées à l'achèvement de la phase de conception, dite « basic design ».

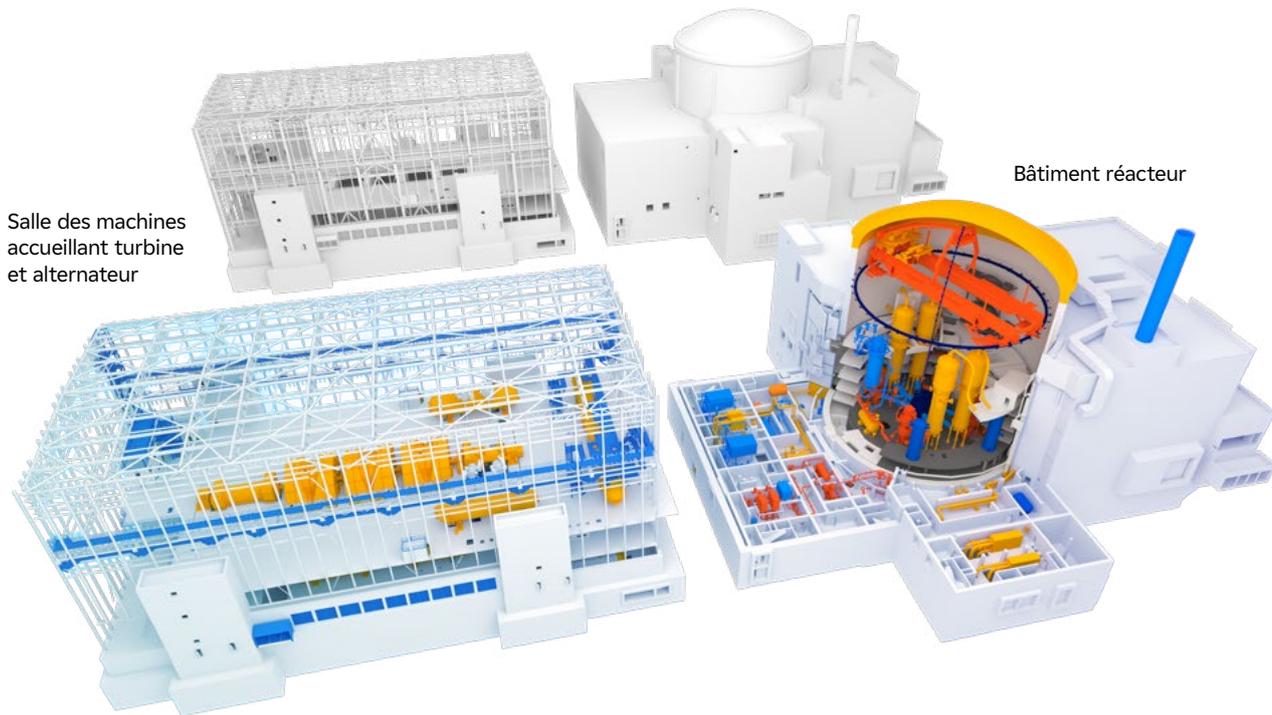
28 - La « supply chain » est une expression anglaise, couramment utilisée dans l'industrie. Elle représente tous les intervenants œuvrant à garantir et optimiser la production d'un bien ou d'un service, aux différentes étapes liées à la chaîne d'approvisionnement, de l'achat des matières premières à la livraison au client.

29 - Engagé depuis 2014 par EDF, le Grand Carénage est un programme industriel de rénovation et de modernisation des centrales nucléaires existantes - voir §1.5.2

30 - Le programme de transformation Start 2025 est un plan pluriannuel qui vise à améliorer la maîtrise industrielle des arrêts de tranche et à en améliorer durablement les performances.

31 - Framatome est un chaudiériste nucléaire, fournisseur d'équipements, de services et de combustible pour des niveaux de sûreté et de performance élevés. Pour en savoir plus : <https://www.framatome.com>

Figure 6. Représentation du réacteur EPR2



Ainsi, l'un des objectifs principaux de la revue de programme de 2023 était d'évaluer la maturité suffisante du « basic design » des différents bâtiments de l'installation (réacteur, combustible, systèmes de sauvegarde³², stations de pompage, modalités de rejets principal et secondaire).

En l'occurrence, si la revue a jugé que la maturité de certains bâtiments et systèmes comme l'îlot conventionnel était suffisante pour entrer dans la phase ultérieure de « detailed design », elle a aussi conduit à **prolonger en 2024 les études préliminaires de conception** « basic design » sur les bâtiments de l'îlot nucléaire (réacteur, combustible, sauvegarde), assorties d'un certain nombre de recommandations.

L'objectif est d'atteindre un niveau de maturité suffisant (achèvement de la conception des systèmes, détail de la description de l'installation, etc.) avant d'engager les études détaillées (incluant notamment les plans d'exécution, utilisés pour la réalisation des travaux) et ainsi gagner *in fine* temps et efficacité.

1.4.1.5 L'actualisation et l'optimisation des coûts du programme EPR2

EDF avait annoncé le 28 juin 2023³³ avoir « engagé une révision des coûts du programme pour tenir compte de l'avancement de la contractualisation et de la maturité des projets ». Il s'agit d'actualiser l'estimation initiale faite en « euros octobre 2020 », en tenant compte de la meilleure maturité du projet, des coûts réels des premiers contrats signés, de l'inflation et de la hausse des prix des matières premières.

En parallèle, EDF travaille à l'optimisation des coûts, avec le lancement fin 2023 d'un **plan de compétitivité des contrats**. Dans ce cadre, des échanges approfondis sont menés avec les fournisseurs pour étudier en détail les contrats, les exigences et les modalités de réalisation. Autant d'éléments susceptibles d'influer sur les coûts du programme.

Cette démarche s'inscrit pleinement dans le retour d'expérience de l'EPR de Flamanville, pour lequel les interfaces très complexes entre EDF et ses fournisseurs étaient la source de délais et surcoûts.

Ce travail de consolidation, tant sur la révision des coûts que leur optimisation, se poursuivra jusqu'à la fin d'année 2024.



Pour en savoir plus sur l'estimation initiale des coûts du programme de nouveaux réacteurs nucléaires, et

32 - Les systèmes de sauvegarde sont utilisés en cas d'incident ou d'accident pour refroidir le cœur du réacteur.

33 - Réponse d'EDF à la recommandation 2.4 de la CPDP, suite au débat public de 2022-2023 : https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2023-07/EPR2-Penly_Note-accompagnement-EDF_Vdef_28-06-2023.pdf

1.4.2 Une décision finale d'investissement qui reste à prendre

Bien qu'en préparation, le programme de nouveaux réacteurs nucléaires d'EDF n'est pas décidé. En effet, la décision finale d'investissement reste à prendre, à partir notamment des conditions suivantes :

- > les actions de consolidation et d'optimisation de la maîtrise industrielle du programme menées en 2024 ont porté leurs fruits (), permettant d'assurer la maîtrise du calendrier et donc des coûts ;
- > les coûts du programme ont été actualisés et optimisés () ;
- > les modalités de financement du programme offrent des conditions satisfaisantes pour toutes les parties (voir ci-après).

Le débat avait en effet permis d'expliquer que même si le coût du programme dit « **coût overnight** »³⁴ est une donnée importante, son incidence sur le public, qu'il soit consommateur d'électricité ou contribuable, dépend au moins autant des modalités de financement toujours à l'étude, qui pèsent au premier ordre sur le « **coût complet de production** »³⁵. L'annexe 3 permet de revenir en détail sur les différents mécanismes de financement possibles et leurs incidences.

À noter toutefois que dans son étude du « **coût complet du système électrique** »³⁶ développée dans le volet économique de son étude « Futurs énergétiques 2050 »³⁷, RTE a montré que les scénarios de mix énergétique comprenant des capacités de production nucléaires aux côtés des moyens de production renouvelables sont les plus pertinents du point de vue économique, en intégrant des coûts ayant une incidence sur le contribuable en plus des coûts complets de chaque moyen de production. Ceci a été confirmé par RTE dans le volet 9 sur l'économie du système électrique de son bilan prévisionnel 2023-2025 dont « l'analyse vise en premier lieu à actualiser le diagnostic des Futurs énergétiques 2050 sur l'évolution du coût brut de production d'électricité à moyen »³⁸. L'annexe 3 en rappelle les principaux éléments.

Quoi qu'il en soit, **une décision finale d'investissement pour le lancement de la construction du programme EPR2 reste à prendre par EDF**, qui donne tout son sens au débat public se tenant avant cette prise de décision, et qui n'empêche pas au contraire de poursuivre la préparation du programme, notamment avec toutes les phases d'instruction réglementaire (voir).

Comme EDF s'y est déjà engagé, les informations actualisées sur le coût et le financement seront portées à connaissance du public pour en débattre dès qu'elles seront disponibles, la concertation continue faisant suite au débat public de 2022-2023 en offrant un cadre garanti.



Le débat public de 2022-2023 avait permis d'exposer les mécanismes envisageables de financement et leurs implications sur les coûts. revient sur ces éléments.

34 - Le « coût overnight » ou « coût du programme » correspond à une situation où il serait possible d'acheter et de construire instantanément sans coût de financement (« en une seule nuit ») l'ensemble du programme des trois paires de réacteurs EPR2.

35 - Le « coût complet de production » ajoute au « coût du programme » les coûts d'exploitation de maintenance et de combustible sur toute la durée d'exploitation, et surtout le coût du financement de l'investissement initial jusqu'à ce que les premières recettes interviennent à partir de la mise en service.

36 - Le « coût complet du système électrique » appréhende tous les coûts de chaque option de transition pour dépasser les controverses sur le coût de chaque filière. Pour la filière nucléaire, cela revient à prendre en compte tous les coûts, dont l'aval du cycle (traitement-recyclage des combustibles usés et gestion long terme des déchets radioactifs, ainsi que les provisions pour démantèlement).

37 - Futurs énergétiques 2050, RTE, Chapitre 11 : <https://assets.rte-france.com/prod/2022-06/Futurs%20%C3%A9nerg%C3%A9tiques%202050%20-%20rapport%20complet.zip>

38 - Bilan prévisionnel 2023-2025, RTE, Economie du système électrique (Chapitre 9) : <https://assets.rte-france.com/prod/public/2024-07/BP2023-chapitre9-Economie-systeme-electrique.pdf>

1.5 Le contexte territorial dans lequel s'inscrit le projet EPR2 de Gravelines

Deuxième paire du programme de nouveaux réacteurs nucléaires, le projet EPR2 de Gravelines est implanté dans une zone industrialo-portuaire majeure, le Grand Port Maritime de Dunkerque (GPMD), où la plus grande centrale nucléaire française est en activité depuis plus de quarante ans. Ce territoire connaît une évolution majeure avec la transformation de son industrie et en participant à la réindustrialisation de la France.

1.5.1 Une zone industrialo-portuaire majeure

Sur la commune de Gravelines (département du Nord), à mi-chemin entre Dunkerque (Nord) et Calais (Pas-de-Calais) dans la région des

Hauts-de-France, le projet EPR2 de Gravelines est localisé dans la zone industrialo-portuaire du GPMD, à proximité immédiate du Centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) existant.

Figure 7. Carte de localisation du site

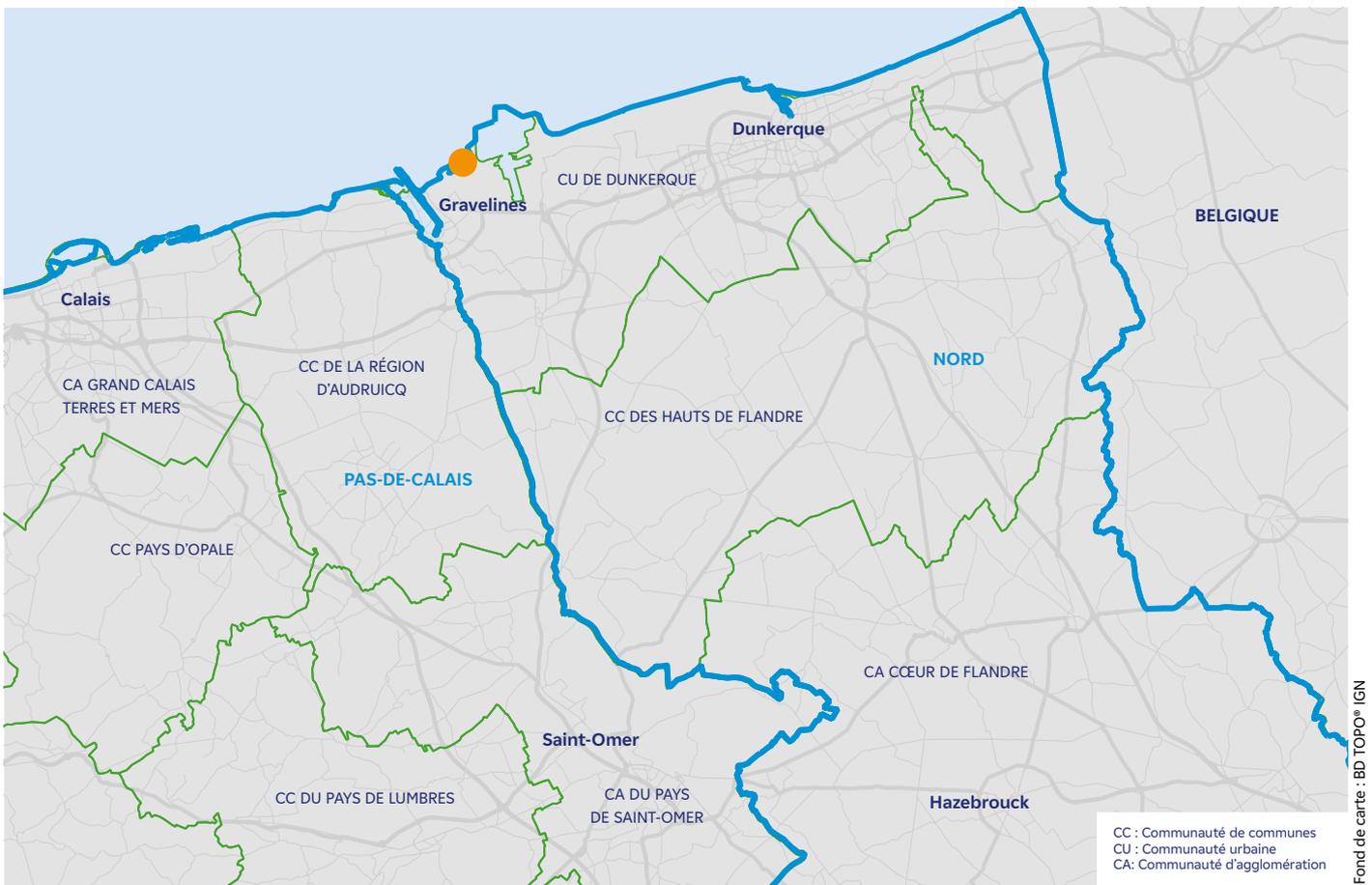


Figure 8. Le Centre nucléaire de production d'électricité de Gravelines et le Grand port maritime de Dunkerque



© EDF Gravelines

Troisième port français, le GPMD est situé au cœur du triangle Londres-Paris-Bruxelles. Par sa localisation et grâce à ses infrastructures, il accueille un important tissu d'entreprises énérgo-intensives (production d'acier et d'aluminium, pétrochimie...) et présente une forte attractivité.

Une grande partie des emplois du territoire est liée aux activités de la zone industrialo-portuaire de Dunkerque. À fin 2022, l'industrie et la logistique portuaire représentaient près de 26 000 emplois (en progression). À l'échelle de la Communauté urbaine de Dunkerque et de la Communauté de communes des Hauts de Flandre, l'industrie représente 29 % des effectifs du secteur privé contre 16 % à l'échelle nationale³⁹.

Le projet EPR2 de Gravelines est essentiellement localisé sur des emprises du GPMD, et notamment sur des terrains aujourd'hui occupés par TotalEnergies, qui utilisait ce site pour assurer 600 000 m³ de stocks stratégiques de gasoil, et pour le reste sur des emprises du port. Le 2 juin 2023, TotalEnergies, a annoncé la restitution des espaces actuellement loués au GPMD⁴⁰. Le Directoire a autorisé le 27 septembre 2023 la signature d'un protocole de réservation du foncier pour EDF⁴¹. TotalEnergies conduit actuellement des travaux pour rendre les terrains qu'il occupait compatibles avec un usage industriel⁴².

39 - Tableau de bord de l'emploi établi par l'AGUR, décembre 2023 : <https://www.agur-dunkerque.org/vigilab-7102/>

40 - Communiqué de presse de TotalEnergies, 2 juin 2023 : <https://totalenergies.com/fr/medias/actualite/communiqués-presse/totalenergies-accompagne-letat-edf-projet-epr2-gravelines>

41 - Décision du GPMD, 27 septembre 2023 : <http://www.dunkerque-port.fr/index.php?cmpref=81879&lang=fr&module=media&action=Display>

42 - Pour en savoir plus sur la réglementation relative à la remise en état : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006074220/LEGISCTA000023687435/#LEGISCTA000023687435 et https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006074220/LEGISCTA000026909497/#LEGISCTA000026909500



1.5.2 Gravelines, la plus grande centrale nucléaire française, en fonctionnement depuis 40 ans

Le territoire accueille déjà une installation nucléaire, avec le CNPE de Gravelines.

La centrale occupe une superficie de 152 hectares, en bordure de la mer du Nord et est composée de six réacteurs à eau pressurisée de deuxième génération, mis en service entre 1980 et 1985⁴³. Avec une puissance individuelle de 900 MWe, ils font de **la centrale nucléaire de Gravelines la première de France en termes de puissance, avec une capacité de production de l'ordre de 5 400 MWe**. En 2023, elle a produit 28,7 TWh d'électricité bas-carbone ; elle a ainsi couvert **l'équivalent des besoins de plus de 60 % de la consommation électrique annuelle des Hauts-de-France⁴⁴, et représenté environ 10 % de la production nucléaire française**.

Au total, près de 2 000 salariés d'EDF et 1 800 salariés des partenaires industriels sont présents sur le site. La centrale constitue la locomotive d'un écosystème nucléaire régional qui rassemble, selon Nucléi Hauts-de-France⁴⁵, plus de 360 entreprises fournisseurs ou prestataires de la filière et plus de 15 000 emplois induits.

Les six réacteurs existants de la centrale nucléaire de Gravelines sont raccordés au poste électrique⁴⁶ de Warande (sur la commune de Bourbourg, dans le département du Nord).

Selon le principe de l'amélioration continue de ses installations, EDF conduit des travaux d'ampleur sur le CNPE de Gravelines, au travers d'un **programme industriel prévoyant 4 milliards d'euros d'investissement échelonnés entre 2014 et 2028⁴⁷**. Ce programme industriel correspond à la mise en œuvre locale du Grand Carénage (voir encadré ci-contre).

> LE GRAND CARÉNAGE

Engagé depuis 2014 par EDF, le Grand Carénage est un programme industriel de rénovation et de modernisation des centrales nucléaires existantes. Ce programme comporte un ensemble de projets regroupés selon trois catégories d'activités :

- > rénover ou remplacer les gros composants arrivant en fin de vie ;
- > réaliser les modifications nécessaires à l'amélioration de la sûreté ;
- > assurer la pérennité de la qualification des matériels après 40 ans.

Les travaux sont réalisés principalement lors des arrêts pour maintenance, mais aussi, pour certains, durant les périodes de fonctionnement des installations.

La première partie du programme, approuvée début 2015 par le Conseil d'administration d'EDF, couvre la période 2014 à 2025 pour un coût estimé à 60,2 milliards d'euros courants à l'origine et à 50,2 milliards d'euros courants au 31 décembre 2021.

Le 31 mars 2022, le Conseil d'administration d'EDF a lancé la deuxième phase du programme pour la période 2022-2028. L'estimation à ce jour des coûts sur cette nouvelle période de référence s'établit à 33 milliards d'euros courants, soit une dépense annuelle moyenne de 4,7 milliards d'euros⁴⁸.

Les évolutions introduites (dont le détail est présenté en partie) doivent permettre de prolonger l'activité des réacteurs 900 MWe de la centrale tout en procédant à des améliorations importantes de sûreté, afin de tendre à un niveau de sûreté équivalent à celui des réacteurs les plus récents de Génération 3 comme l'EPR. Autrement dit, les six réacteurs existants de Gravelines ont vocation à poursuivre leur exploitation le plus longtemps possible (tant qu'ils satisferont aux exigences de sûreté requises), indépendamment des deux réacteurs EPR2 en projet qui viendraient s'ajouter.

La mise en œuvre du programme industriel coïncide avec le **réexamen périodique**. En France, il est réalisé tous les 10 ans **pour évaluer les conditions de la poursuite du fonctionnement des installations nucléaires** pour les dix années suivantes. Pour les réacteurs du CNPE de Gravelines, le quatrième réexamen périodique s'échelonne de 2022 à 2030, et donnera lieu à des enquêtes publiques.

L'activité du CNPE de Gravelines est suivie par une Commission locale d'information (CLI), créée en 1987 ().

43 - En France, 34 réacteurs nucléaires de 900 MWe ont été mis en service (en comptant les deux réacteurs arrêtés de Fessenheim).

44 - La consommation électrique des Hauts-de-France s'est élevée à 47,6 TWh en 2023 <https://assets.rte-france.com/prod/public/2024-07/2024-07-22-essentiel-2023-bilan-electrique-hdf.pdf>

45 - Nucléi est le programme de développement économique des entreprises régionales de la filière du nucléaire. Pour en savoir plus, voir \$5.4.2

46 - Les postes électriques reçoivent l'énergie électrique puis la transforment pour passer d'une tension à une autre, avant de la répartir vers d'autres lignes jusqu'aux distributeurs et aux clients industriels. Chaque poste se compose de transformateurs, de disjoncteurs et de sectionneurs.

47 - Communiqué de presse d'EDF sur le coût du Grand Carénage : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/contrib/groupe-edf/espaces-dedies/espace-medias/cp/2020/2020-10-29-cp-certifie-edf-reajuste-le-cout-du-programme-grand-carenage.pdf>

48 - Rapport financier annuel 2022 d'EDF : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2023-03/edf-urd-rapport-financier-annuel-2022-fr.pdf>

1.5.3 Un territoire engagé dans une dynamique de transition écologique et de réindustrialisation

Le territoire Dunkerquois connaît depuis plusieurs années une dynamique inédite, représentative des objectifs de transition écologique de l'industrie et de réindustrialisation de la France. Cette dynamique se traduit par le **développement de plusieurs projets industriels d'envergure**.

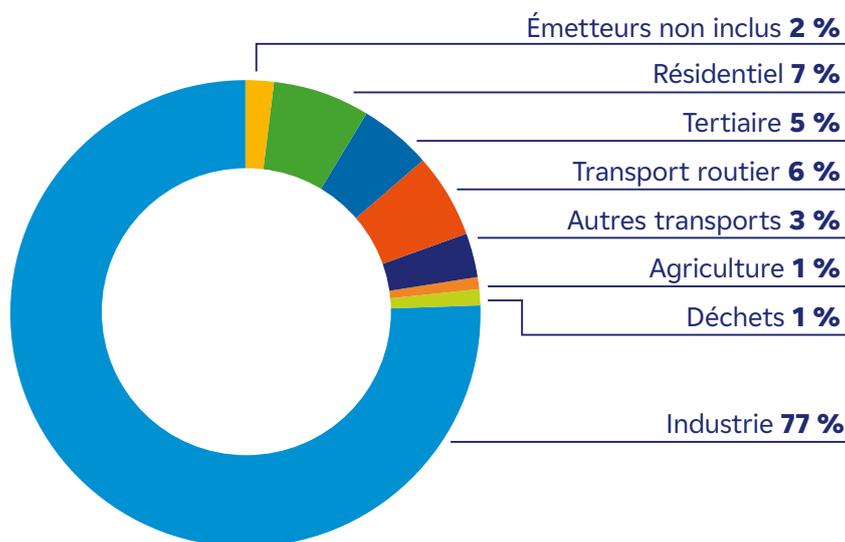
Les parties prenantes locales souhaitent bâtir **un territoire industriel pionnier de la décarbonation de l'industrie**, notamment au travers de la mise en place du projet DKarbonation et d'une Zone industrielle bas-carbone (ZIBaC)⁴⁹. L'industrie, qui est de loin la première consommatrice d'énergie sur le territoire, doit réaliser une transition énergétique qui passera notamment par l'électrification.

Le territoire accueille ainsi de **nombreux projets industriels qui ont pour point commun une forte consommation d'électricité** ().

Il s'agit tout d'abord de projets de décarbonation des activités industrielles existantes. En 2021, le Dunkerquois et les territoires voisins représentaient, avec 16 millions de tonnes de CO₂ émises sur l'année⁵⁰, 80 % des émissions industrielles des Hauts-de-France, ou encore 20 % des émissions industrielles de la France. Pour atteindre la neutralité carbone, de nombreux projets de décarbonation de l'industrie par la transformation des procédés ont été lancés : projet Décarbonation d'ArcelorMittal France, Programme K6 d'EQIOM, projet CalCC de Lhoist/Chaux et Dolomies du Boulonnais...

De nouvelles activités industrielles en lien avec la décarbonation de l'économie devraient par ailleurs s'implanter sur le territoire, notamment pour accompagner le développement de la mobilité électrique et de la production d'hydrogène bas-carbone : usine de production d'hydrogène vert d'H₂V, gigafactory de batteries VERKOR, gigafactory Prologium Technology, site industriel Orano/XTC New Energy, valorisation du CO₂ et production d'e-carburants REUZE...

Figure 9. Répartition des consommations d'énergie sur le périmètre de la Communauté urbaine de Dunkerque⁵¹



> DKARBONATION ET ZIBAC

Lauréat du tout premier appel à projets « Zones industrielles bas-carbone » lancé par le ministère de l'Industrie via l'Agence de la Transition écologique (ADEME), Dunkerque mène le projet DKarbonation, animé par Euraénergie, et associant de nombreuses parties prenantes locales. En avril 2024, la convention de financement pour la réalisation d'études d'ingénierie et de faisabilité relatives à la réduction des émissions carbone a été signée en présence, notamment, de Roland Lescure, ministre délégué chargé de l'Industrie et de Patrice Vergriete, ministre délégué chargé des Transports et président de la Communauté urbaine de Dunkerque⁵². Le projet DKarbonation repose sur six piliers : l'électricité, l'eau, l'hydrogène, le CO₂, le biométhane et la chaleur⁵³.

49 - Un territoire industriel pionnier de la décarbonation, Dunkerque Promotion : <https://dunkerquepromotion.org/choisir-dunkerque/entreprendre-et-innover-a-dunkerque/territoire-dindustrie/>

50 - Un territoire incontournable de la transition, Dunkerque Promotion : <https://dunkerquepromotion.org/choisir-dunkerque/rejoindre-economie-forte/territoire-transition/>

51 - Synthèse du diagnostic Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET) 2023-2028 : <https://www.communaute-urbaine-dunkerque.fr/communaute-urbaine/plan-climat>

52 - Communiqué de presse - Dunkerque : Signature officielle de la convention de financement « Zones industrielles bas-carbone », Dunkerque Promotion : <https://dunkerquepromotion.org/actualites/cp-signature-zibac/>

53 - Le développement des infrastructures permettant la décarbonation, Dunkerque Promotion : <https://dunkerquepromotion.org/actualites/le-developpement-des-infrastructures-permettant-la-decarbonation/>

Figure 10. Cartographie des projets industriels et énergétiques dans le Dunkerquois et à proximité



Source : Euraénergie, Septembre 2023

Ainsi, d'après les estimations de RTE⁵⁴, la consommation électrique de la zone de Dunkerque va tripler et la puissance requise devrait atteindre 4 500 MWe à l'horizon 2040 ().

Dans ce contexte, la création de nouveaux réacteurs nucléaires dans le Dunkerquois, complémentaires des réacteurs en fonctionnement et du projet éolien en mer au large de Dunkerque, est perçue comme une opportunité de produire massivement de l'électricité bas-carbone au plus près des sites où elle est

massivement consommée, au bénéfice des activités économiques.

En tout état de cause, cette addition de projets d'envergure génère des effets cumulatifs sur le territoire et questionne son aménagement. Ces éléments sont à prendre en compte dans le développement du projet EPR2 de Gravelines ().

54 - Développement du réseau électrique pour la décarbonation et l'attractivité du Dunkerquois : <https://www.rte-france.com/projets/nos-projets/decarbonation-dunkerque>

1.6 Le débat public sur le projet EPR2 de Gravelines et son raccordement électrique

1.6.1 Pourquoi un débat public ?

Le projet EPR2 de Gravelines entre dans le champ de la saisine obligatoire de la Commission nationale du débat public (CNDP) en application de l'article L. 121-8-1 du code de l'environnement, compte tenu du montant prévisionnel de l'investissement envisagé (nouveau site de production nucléaire d'un montant supérieur à 600 millions d'euros au sens de l'article R. 121-2 du code de l'environnement).

En conséquence, EDF, avec RTE, a saisi la CNDP, le 23 novembre 2023, pour le projet de construction d'une paire de réacteurs EPR2 sur le site de Gravelines (Hauts-de-France). Le 10 janvier 2024, la CNDP a décidé d'organiser un débat public⁵⁵, animé par une Commission particulière du débat public (CPDP). La décision était assortie d'un avis avec recommandations portant sur les liens à faire entre les différentes procédures⁵⁶.

1.6.2 Comment les maîtres d'ouvrage envisagent-ils le débat public ?

En premier lieu, le débat public concerne un territoire élargi. Pour préparer plus spécifiquement l'arrivée potentielle des nouveaux réacteurs EPR2, EDF a mené un diagnostic territorial et a engagé depuis un dialogue actif avec les publics et parties prenantes d'un large territoire (Dunkerquois, Calaisis, frontière belge...) autour du projet EPR2 de Gravelines, qui s'est traduit, par exemple, par la constitution d'un Plan d'actions territorial (), la participation à des concertations publiques en cours sur d'autres projets du territoire ou par la participation à des événements locaux.

Ensuite, compte tenu des enjeux du projet pour le territoire, EDF attend du débat public qu'il soit notamment l'occasion d'approfondir et de débattre des sujets suivants :

- > l'opportunité du projet, dans un contexte de transformation industrielle, et ses alternatives ;
- > l'adaptation du projet au territoire de Gravelines, tout en maintenant une standardisation et une réplique maximale pour profiter de l'effet de série du programme ;
- > les effets du projet sur le territoire, et notamment sur l'environnement ;
- > l'emploi et la formation, pour la dizaine d'années des travaux et pour les 60 ans au moins d'exploitation, et leurs effets induits sur l'aménagement du territoire notamment (logement, mobilité, services...);
- > la participation continue du public à l'issue du débat, si le projet est poursuivi.

Pour RTE, le débat public devra être l'occasion d'échanger sur les caractéristiques du raccordement envisagé au réseau public de transport d'électricité.

Par ailleurs, EDF et RTE prendront toute leur part dans le futur débat d'ensemble sur les « projets industriels du Dunkerquois dans le domaine de la transition énergétique ». Ce dernier fait actuellement l'objet d'une mission de conseil de la CNDP faisant suite à une sollicitation du préfet des Hauts-de-France⁵⁷.

55 - Décision de la CNDP d'organiser un débat public sur le projet EPR2 de Gravelines : https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2024-02/DECISION_2024_2_GRAVELINES_1%20Sign%C3%A9%20MP.pdf

56 - Avis de la CNDP : https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2024-01/AVIS_2024_13_EPR_GRAVELINES_2%20Sign%C3%A9%20MP_0.pdf

57 - Mission de conseil de la CNDP : <https://www.debatpublic.fr/mission-de-conseil-pour-un-debat-densemble-dunkerque-4737>



1.6.3 Les suites du débat

Dans les deux mois suivant la clôture du débat public, conformément au code de l'environnement, deux documents seront publiés :

- > un **compte-rendu établi par la CPDP** ;
- > un **bilan dressé par le président de la CNDP**.

EDF et RTE disposeront ensuite de **trois mois pour rendre publique leur décision relative au projet** de construction d'une paire de réacteurs EPR2 sur le site de Gravelines et au raccordement électrique associé.

La CNDP publiera ensuite un avis portant sur la complétude et la qualité des réponses des maîtres d'ouvrage au regard des questions du public et des recommandations de la CPDP.

Au-delà de la décision à prendre à l'issue du débat public sur la poursuite du projet EPR2 de Gravelines, la part des différents modes de production électrique est orientée dans les documents cadres nationaux, la PPE et la SNBC, régulièrement révisées et faisant l'objet de consultations du public ().

Si le projet est poursuivi, le public continuera d'être associé aux différentes phases, notamment au travers d'une **concertation continue** sous l'égide de garants désignés par la CNDP.

> LA CONCERTATION CONTINUE

Si le projet EPR2 de Gravelines est poursuivi à l'issue du débat public, l'article L. 121-14 du code de l'environnement prévoit que la Commission nationale du débat public « désigne un garant chargé de veiller à la bonne information et à la participation du public jusqu'à l'ouverture de l'enquête publique ». Cette concertation post-débat public sera alors mise en œuvre par EDF et RTE, à partir de leur décision de poursuivre le projet jusqu'à l'enquête publique. Elle donnera lieu à des rapports établis par le(s) garant(s).

edf Accueil Le projet La concertation Les ressources documentaires Plus Inscription Connexion

Grand chantier EPR2 de Penly

Je partage une contribution ou une question

La plateforme de la concertation continue sur le projet EPR2 de Penly : <https://projet-penly.edf.fr/>

2

Les principales caractéristiques du projet EPR2 de Gravelines et ses alternatives

Le site de Gravelines présente des conditions favorables à l'accueil de nouveaux réacteurs, permettant le déploiement du réacteur standard EPR2 pour enclencher l'effet de série. Ce réacteur EPR2 est un modèle de dernière génération, tirant les enseignements de l'EPR de Flamanville, avec un très haut niveau de sûreté à la conception et une forte production d'électricité pilotable, conçu pour fonctionner au moins jusqu'à la fin du siècle.

Si le projet EPR2 de Gravelines reprend les éléments standards du programme, des ajustements techniques sont intégrés pour tenir compte des spécificités du site et de son environnement, y compris pour le raccordement au réseau de transport d'électricité.

Ce chapitre présente, dans toutes ces dimensions, les différentes alternatives.



2.1 Un site aux atouts multiples pour l'implantation de nouveaux réacteurs nucléaires

2.1.1 Rappel de méthodologie de sélection des sites d'accueil des projets EPR2

L'évaluation des sites susceptibles d'accueillir la réalisation de réacteurs EPR2 repose sur trois conditions principales :

- > les implantations sont proposées sur des sites nucléaires existants ou à proximité immédiate ;
- > l'implantation sur chaque site doit bénéficier d'un soutien important du territoire concerné ;
- > l'évaluation technique des sites ne doit pas conduire à un critère rédhibitoire, notamment en termes de foncier et d'urbanisme, de risques naturels ou de raccordement au réseau très haute tension.

Cette démarche de choix de site est cohérente avec les principes présentés dans le guide de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) - *Études de site et choix des sites des installations nucléaires*⁵⁸.

Elle est progressive et itérative, elle prend en compte les principaux critères de sûreté du guide, ainsi que des critères non liés à la sûreté mais importants, comme le soutien des parties prenantes, le foncier, l'accès au réseau, l'accès à la source froide et les impacts environnementaux non liés à la radioactivité.

2.1.2 Cas de Gravelines

Avec six réacteurs en fonctionnement mis en service entre 1980 et 1985, EDF dispose d'une connaissance précise de l'environnement du site de Gravelines.

Les analyses de faisabilité d'implantation d'une paire d'EPR2 ont ainsi bénéficié de cette connaissance, et ont confirmé que le site de Gravelines présente des caractéristiques favorables à l'accueil de deux unités de production de type EPR2, en particulier :

- > la disponibilité de foncier, sur une zone à vocation industrielle ;
- > la proximité de la mer, pour le refroidissement des réacteurs ;
- > la situation par rapport au réseau public de transport d'électricité, pour évacuer l'électricité produite par les réacteurs.

Figure 11. Le site d'implantation en 2022



© EDF Gravelines

58 - Guide de l'AIEA sur les études de site et choix des sites des installations nucléaires : <https://www.iaea.org/fr/themes/choix-du-site-des-installations-nucleaires>

2.2 Un projet qui repose sur la **technologie** de réacteur EPR2

2.2.1 L'EPR2 : une technologie en filiation directe avec l'EPR et le parc nucléaire français existant

2.2.1.1 Principe de fonctionnement d'un réacteur nucléaire à eau pressurisée

Un réacteur nucléaire produit, à partir de combustible à base d'uranium, de la chaleur, ensuite convertie en électricité.

Il existe différents types de réacteurs nucléaires. Le Réacteur à eau pressurisée (REP) est la technologie la plus répandue dans le monde, avec environ 55 % des réacteurs installés.

Au sein d'un réacteur à eau pressurisée, la chaleur est transférée par de l'eau qui circule dans différents circuits fermés, distincts et indépendants, constituant plusieurs barrières de sûreté entre la radioactivité et l'environnement :

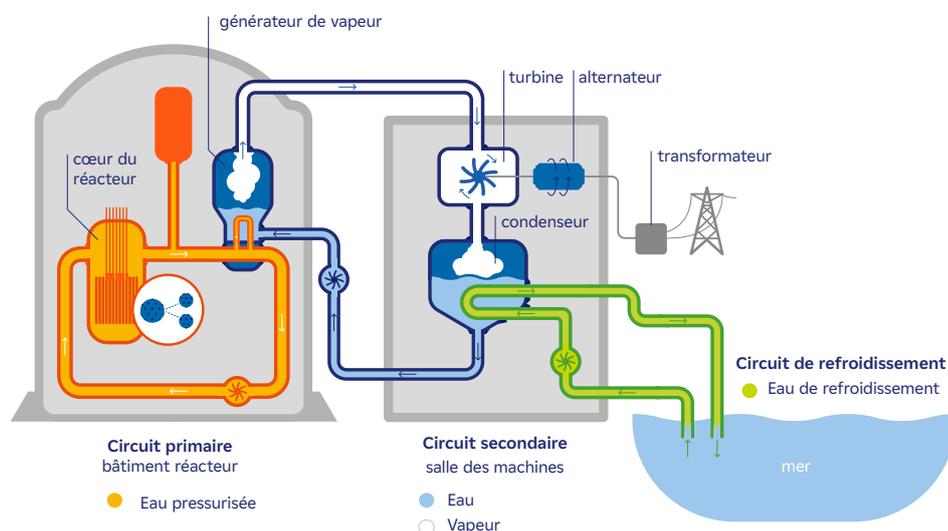
> **Le circuit primaire (en orange sur la figure 12) :** dans le réacteur, la fission des atomes d'uranium produit une grande quantité de chaleur. Cette chaleur fait augmenter la température de l'eau à environ 320 °C, dans un circuit fermé appelé circuit primaire. L'eau y est

maintenue sous une pression de 155 bar pour l'empêcher de bouillir.

> **Le circuit secondaire (en bleu et en blanc) :** l'eau du circuit primaire transmet sa chaleur à un deuxième circuit fermé, le circuit secondaire, par l'intermédiaire de générateurs de vapeurs. Dans ces derniers (quatre pour l'EPR2), l'eau chaude du circuit primaire circule dans des tubes, transmet sa chaleur à l'eau du circuit secondaire, la transformant ainsi en vapeur. La pression de cette vapeur fait tourner une turbine qui entraîne à son tour un alternateur, produisant un courant électrique. Un transformateur élève la tension du courant électrique produit par l'alternateur pour qu'il puisse être plus facilement transporté dans les lignes très haute tension.

> **Le circuit de refroidissement (en vert) :** à la sortie de la turbine, la vapeur du circuit secondaire traverse un condenseur dans lequel circule de l'eau froide provenant d'une source froide à travers un troisième circuit dit « de refroidissement ». L'eau du circuit secondaire peut ensuite être redirigée vers les générateurs de vapeur. Pour un site nucléaire en bord de mer, comme Gravelines, le refroidissement est dit « ouvert » : l'eau de mer est directement pompée en mer par des stations de pompage, traitée et filtrée, dirigée vers les tubes du condenseur où elle se réchauffe, afin d'être restituée intégralement en mer (il n'y a donc pas de consommation d'eau de mer).

Figure 12. Principe de fonctionnement d'un réacteur à eau pressurisée, en bord de mer⁵⁹



Source : EDF

59 - Comment la fission de l'uranium permet le fonctionnement d'une centrale nucléaire, EDF : <https://www.youtube.com/watch?v=I09DhTubNgE>

2.2.1.2 Un réacteur de troisième génération avec un haut niveau de sûreté

Les 57 réacteurs en fonctionnement en France sont des réacteurs à eau pressurisée. Cinquante-six d'entre eux ont été construits dans le cadre du programme nucléaire français de la fin du 20^e siècle. Réacteurs de Génération 2, ils résultent du déploiement et de la standardisation des principales technologies développées jusqu'aux années 1960, dans les réacteurs dits de Génération 1. Le cinquante-septième réacteur, l'EPR de Flamanville, est le premier réacteur Génération 3 en France. Il est en cours de démarrage⁶⁰.

Trois autres réacteurs EPR ont été mis en service dans le monde – deux à Taishan (en Chine) et un à Olkiluoto (en Finlande) – et deux autres sont en construction à Hinkley Point (Royaume-Uni). Le réacteur EPR2 est lui aussi un réacteur à eau pressurisée de Génération 3, puisqu'il découle directement du retour d'expérience et de l'optimisation du réacteur EPR.

> LA GÉNÉRATION 3 EN BREF⁶¹

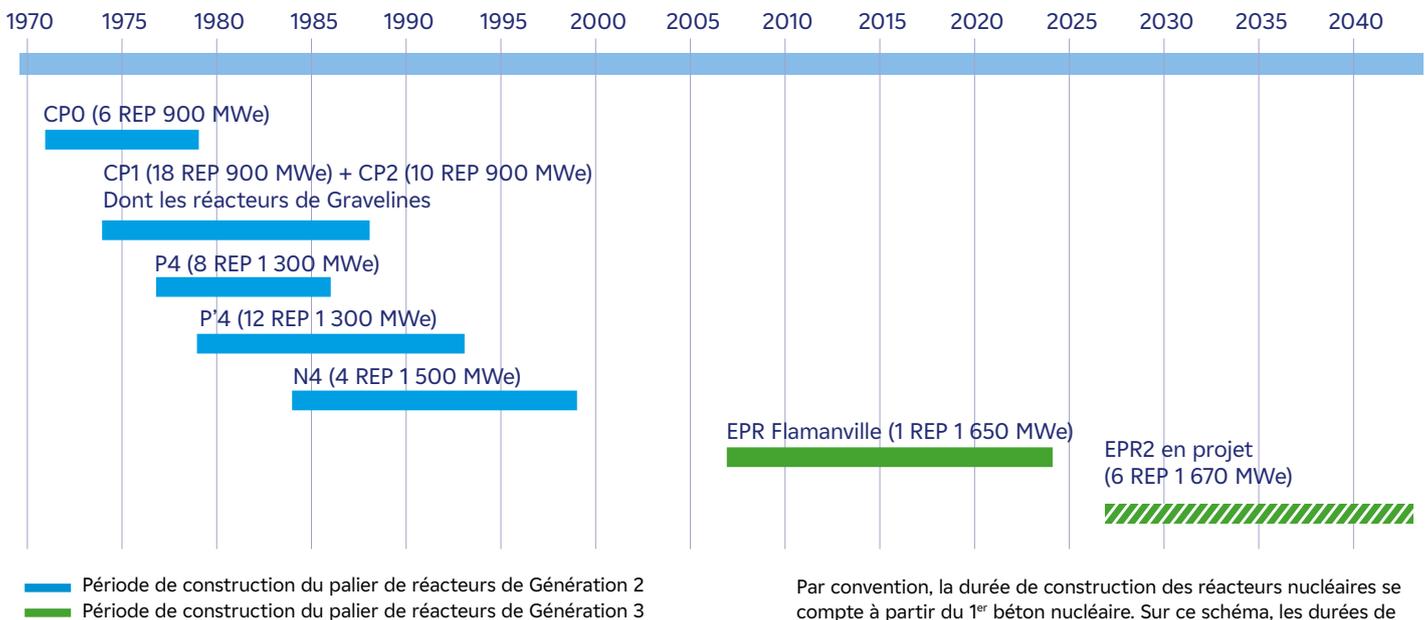
« Les réacteurs de Génération 3 prennent en compte, dès la conception, le retour d'expérience d'exploitation des réacteurs de deuxième génération conçus dans les années 1970 ainsi que les enseignements tirés des accidents nucléaires majeurs qui sont survenus à Three Mile Island (aux États-Unis en 1979) et à Tchernobyl (en 1986). Tirant les enseignements des attentats du 11 septembre 2001 aux États-Unis, la conception des réacteurs de troisième génération considère également l'événement « impact d'un avion commercial ». Enfin, après l'accident de la centrale de Fukushima Daiichi, la robustesse de ces réacteurs à l'égard des effets des agressions naturelles extrêmes et, par conséquent, des pertes totales et durables des alimentations électriques et des systèmes de refroidissement a été vérifiée. La conception des réacteurs de troisième génération vise l'atteinte d'un niveau de sûreté significativement renforcé par rapport aux réacteurs dits de deuxième génération ».

Le réacteur EPR2 sera l'un des réacteurs avec le niveau de sûreté parmi les plus élevés au monde : il s'appuiera sur les principes d'exploitation du parc nucléaire français en fonctionnement, tout y en ajoutant les dispositions nouvelles déjà adoptées pour l'EPR de Flamanville.



explique, dans le domaine de la sûreté, les évolutions de l'EPR2 par rapport à l'EPR.

Figure 13. Les technologies de réacteurs nucléaires mises en œuvre en France depuis 1971



Par convention, la durée de construction des réacteurs nucléaires se compte à partir du 1^{er} béton nucléaire. Sur ce schéma, les durées de construction des séries de réacteurs successives (appelées paliers) sont considérées entre le 1^{er} béton nucléaire de la série et la mise en service du dernier réacteur de la série.

60 - Décision de l'ASN autorisant la mise en service de l'EPR de Flamanville, 7 mai 2024 : <https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/bulletin-officiel-de-l-asn/installations-nucleaires/decisions-individuelles/decision-n-2024-dc-0780-de-l-asn-du-7-mai-2024>

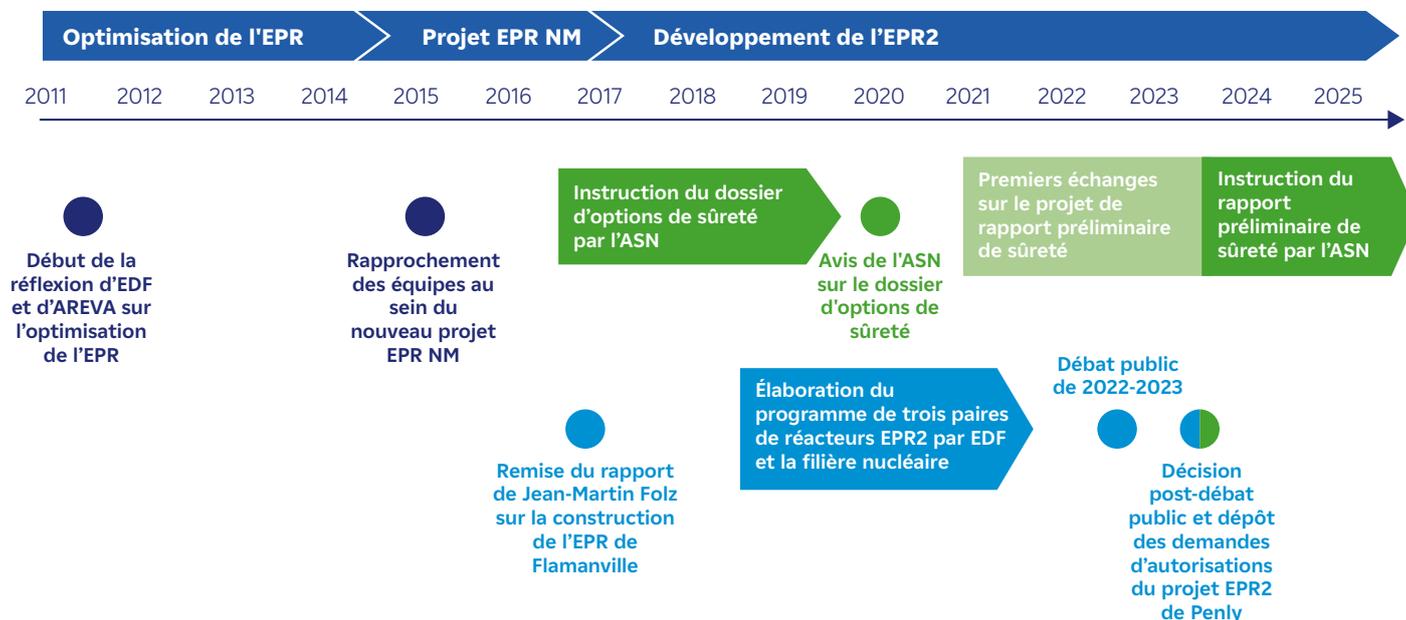
61 - Rapport de l'IRSN sur les alternatives au réacteur EPR2 (réponse à la saisine de la CNDP du 12 juillet 2022), octobre 2022 : <https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-10/Rapport%20CNDP%20Alternatives%20EPR%20-%20valid%C3%A9-1.pdf>

2.2.1.3 Le bénéfice du retour d'expérience et d'une instruction anticipée

L'expérience acquise sur les chantiers des premiers EPR a permis à EDF et Framatome (alors Areva NP) d'envisager, par des études conduites à partir de 2011, la simplification et l'optimisation de l'EPR, tout en repartant de la même base technique, à commencer par la chaudière, afin de bénéficier d'une conception et d'une fabrication éprouvées pour fabriquer et installer les équipements du circuit primaire, tels que la cuve et les générateurs de vapeur.

De ces études d'optimisation de l'EPR est né le projet « EPR Nouveau modèle » (NM), qui a donné lieu à un dossier d'options de sûreté, soumis à l'ASN en 2016. Ce dossier a ensuite été instruit par l'ASN et son appui technique l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), il a permis de confirmer les choix de conception du réacteur EPR2⁶².

Figure 14. Historique simplifié du développement du réacteur EPR2 et de son instruction



62 - Décision de l'ASN relative au dossier d'options de sûreté présenté par EDF, 16 juillet 2019 : <https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/bulletin-officiel-de-l-asn/installations-nucleaires/avis/avis-n-2019-av-0329-de-l-asn-du-16-juillet-2019>

2.2.2 L'EPR2, un réacteur aux atouts multiples

En plus de son haut niveau de sûreté, première priorité pour un exploitant nucléaire, le réacteur EPR2 possède de nombreux autres atouts, à commencer par sa capacité à être déployé en série, et sa production massive d'électricité bas-carbone pour au moins 60 ans.

2.2.2.1 Un réacteur conçu pour être mis en œuvre dans un programme industriel

L'EPR2 s'inscrit dans une logique d'industrialisation de l'EPR, à partir des enseignements tirés de la tête de série réalisée à Flamanville. Le réacteur EPR2 est ainsi conçu pour être mis en œuvre dans le cadre d'un programme de plusieurs paires, au bénéfice de la maîtrise du coût et du calendrier de construction ().

Il s'agit avant tout de faciliter la construction des nouveaux réacteurs. **La conception du réacteur intègre ainsi des simplifications et des optimisations visant à rendre la construction plus efficiente :**

- > amélioration de la constructibilité par une simplification de la structure des bâtiments ;
- > recours à la préfabrication en usine et à la modularité ;
- > standardisation dans le choix des équipements ;
- > digitalisation *via* des maquettes 3D et 4D.

De même, la réalisation du réacteur est anticipée et planifiée dès la phase de conception, en associant au plus tôt les partenaires industriels.

2.2.2.2 Une forte capacité de production d'électricité bas-carbone

La puissance électrique de l'EPR2, **de l'ordre de 1 670 MWe**, est le résultat d'une démarche d'augmentation de puissance des paliers français (900, 1 300 et 1 450 MWe).

En considérant une production annuelle de 10 TWh par an pour un réacteur, cohérente avec les hypothèses retenues pour l'EPR de Flamanville, **une paire de réacteurs EPR2 produirait l'équivalent d'environ 42 % de la consommation électrique de la région des Hauts-de-France de 2023**⁶⁴. Cette hypothèse de production est prudente par rapport aux performances des EPR : le réacteur EPR de Taishan-2, en Chine, a en effet battu un record de production d'électricité avec 12,8 TWh d'électricité produite en 2022⁶⁵.

« Les très lourdes difficultés de la construction de l'EPR de Flamanville relèvent à mon sens essentiellement de problèmes d'organisation et de compétences. Pour moi, ces difficultés ne remettent pas en cause le concept et la technologie de l'EPR. »

Jean-Martin Folz⁶³

> SECTEUR DE L'ÉNERGIE ET UNITÉS DE MESURE

Le watt (W) est l'unité de puissance (thermique ou électrique) de base. Un mégawatt (MW) correspond à un million de watts. C'est, par exemple, l'unité utilisée pour désigner la puissance d'un réacteur nucléaire, qui s'élève à 4 590 MW. Pour des raisons thermodynamiques, l'intégralité de cette puissance thermique ne peut être convertie en puissance électrique. Ainsi, on ajoute -e après MW, afin de ne pas confondre la puissance thermique et la puissance électrique. Celle-ci est de 1 670 MWe pour un réacteur EPR2.

Le gigawatt (GW), qui correspond à 1 000 MW, est souvent utilisé pour désigner la puissance d'un parc de production. À titre d'exemple, la capacité actuelle du parc nucléaire en France est d'environ 61 GWe.

Un wattheure (Wh) est l'énergie produite ou consommée lorsqu'on produit ou consomme une puissance de 1 watt pendant 1 heure : c'est 1 watt multiplié par 1 heure.

De même que pour les unités de puissance, on utilise de nombreux multiples de wattheure, dès lors que

l'on mentionne des chiffres relatifs à des consommations ou des productions. Ainsi, 1 kilowattheure (kWh) correspond à 1 000 Wh, 1 mégawattheure (MWh) à 1 million de Wh, 1 térawattheure (TWh) à 1 milliard de Wh. En illustration, on peut indiquer qu'un ménage français consomme, en moyenne, 4 700 kWh d'électricité chaque année, et qu'un lave-linge a une puissance de 2 500 à 3 000 watts.

63 - Séance du débat public du 1^{er} décembre 2022 à Caen : <https://www.debatpublic.fr/que-sest-il-passe-flamanville-et-quels-enseignements-en-tires-3377>

64 - La consommation électrique des Hauts-de-France s'est élevée à 47,6 TWh en 2023 : <https://assets.rte-france.com/prod/public/2024-07/2024-07-22-essentiel-2023-bilan-electrique-hdf.pdf>

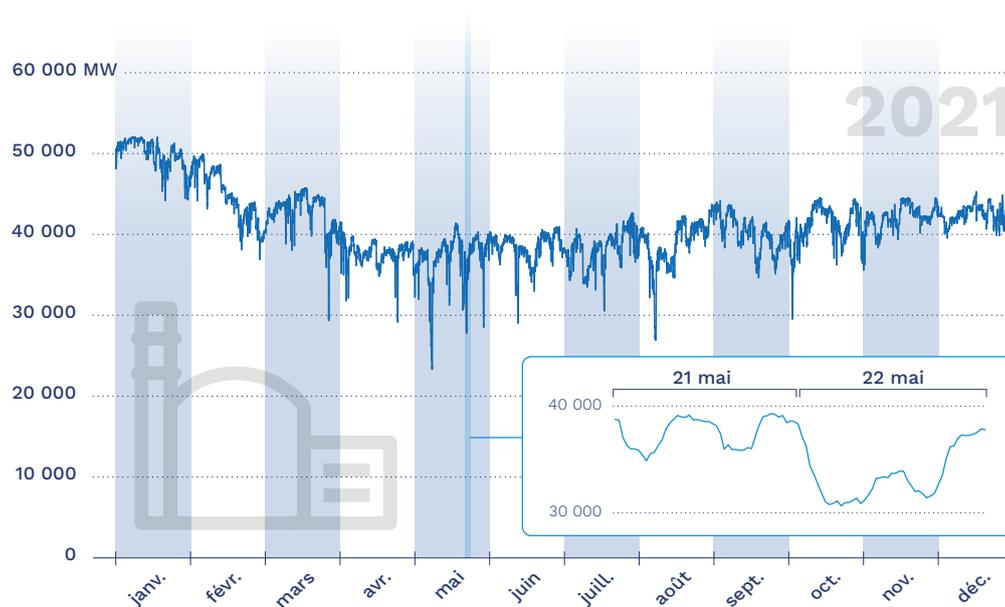
65 - Base de données de l'Agence internationale de l'énergie atomique : <https://pris.iaea.org/PRIS/home.aspx>

2.2.2.3 Un réacteur pilotable, conçu pour s'insérer dans le mix électrique de demain

Le réacteur EPR2, qui devrait s'insérer dans un mix électrique comportant une proportion importante et croissante d'énergies renouvelables caractérisées par leur variabilité, a été conçu dès le départ pour être pilotable. Sa puissance peut ainsi être adaptée en fonction de l'offre et de la demande en électricité, ce qui le rend **particulièrement pertinent dans un mix électrique décarboné tel que le mix électrique français, en complément d'énergies renouvelables non pilotables** qui ont vocation à se développer, alors que les moyens pour stocker de l'électricité sont à ce jour limités.

À titre d'exemple, le réacteur EPR2 est capable de réaliser sept baisses journalières par semaine, sa puissance pouvant alors passer de la pleine puissance à un quart de cette dernière en 30 minutes, et inversement.

Figure 15. Production horaire du parc nucléaire français en 2021



La figure 15 montre la production horaire du parc nucléaire français en 2021. On y observe les variations infrajournalières, hebdomadaires, ainsi que la saisonnalité de la production, qui s'adaptent aux évolutions de la demande électrique et de la disponibilité des autres moyens de production. D'un point de vue technique, un réacteur nucléaire peut passer de 20 % à 100 % de sa puissance en 30 minutes, et inversement.



revient plus en détail sur la prise en compte du changement climatique dans la technologie de réacteur EPR2 à partir d'éléments présentés dans le cadre du débat public de 2022-2023 (notamment le dossier du maître d'ouvrage, la démarche de clarification des controverses techniques, et les réponses d'EDF aux recommandations de la CPDP).

2.2.2.4 La prise en compte du changement climatique dans la conception

Le réacteur EPR2 est conçu pour le siècle à venir et intègre ainsi les effets prévisibles du changement climatique dès sa conception sur les paramètres suivants :

- > **les niveaux d'eau et la ressource en eau**, qui se traduit pour des sites en bord de mer comme Gravelines sur le niveau marin, les vagues et le clapot⁶⁶ ;
- > **les températures, que ce soit les températures chaudes de l'air ou les températures chaudes de l'eau**. Ces paramètres sont les plus dimensionnants pour l'installation.

La démarche de conception initiale du réacteur EPR2 a permis de définir une conception générique, adaptée à la plupart des sites d'implantation possibles en France. **Cette conception générique intègre des marges afin d'être suffisamment robuste pour faire face à une évolution des exigences et ainsi limiter les modifications potentielles ou au moins leur ampleur.** Cette conception initiale, cohérente avec le 5^e rapport du Groupement d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), a été expliquée dans le cadre du débat public de 2022-2023.

Depuis, deux nouvelles données d'entrée sont venues nourrir en 2023 la conception générique du réacteur EPR2, notamment quant aux températures, avec :

- > la mise à disposition des modèles physiques et scénarios socio-économiques du 6^e rapport du GIEC⁶⁷ ;
- > la définition de la Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) ou « France +4 °C »⁶⁸.

L'analyse faite par EDF des projections pour les températures extrêmes issues du 6^e rapport du GIEC⁶⁹ sont plus pénalisantes pour les trois sites EPR2 mais avec une variabilité importante des résultats en fonction des couples modèles / scénarios considérés. Les résultats des projections comportent de plus des incertitudes fortes dans l'estimation de la valeur à long terme : plus d'une dizaine de degrés en 2100 pour les températures les plus extrêmes.

C'est ainsi qu'EDF a fait évoluer sa conception pour le projet EPR2 pour tenir compte de ces différents éléments tout en assurant sa compatibilité avec les conditions des trois sites envisagés. Pour le site de Gravelines, cela conduit à devoir considérer des températures qui se situent autour de 49 °C pour les températures d'air instantanées et 30 °C pour les températures d'eau en Manche. Ces éléments sont en cours d'instruction par l'ASN.

Selon le principe de l'amélioration continue s'appliquant déjà aux réacteurs nucléaires existants (), les optimisations nécessaires seront apportées au fur et à mesure des réexamens périodiques qui interviennent tous les 10 ans. Les optimisations s'appuieront dans ce domaine notamment sur les données de la veille climatique⁷⁰ d'EDF mise en place depuis 2016, et plus généralement sur l'évolution des connaissances et les exigences associées. Ainsi, l'horizon 2070 retenu correspondrait à la troisième visite décennale des réacteurs EPR2, à mi-chemin des 60 années d'exploitation minimales.

Cette démarche globale témoigne de l'action du groupe EDF, qui s'est engagé dès le début des années 2000 dans la définition d'une stratégie d'adaptation au changement climatique.

Figure 16. Comment EDF s'adapte au changement climatique⁷¹



66 - Le clapot désigne l'agitation faible et désordonnée de la surface de la mer sous l'effet du vent.

67 - GIEC, 2014 : Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, 161 p. : https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf

68 - Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) : <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/trajectoire-rechauffement-reference-ladaptation-changement-climatique-tracc>

69 - Sixième rapport du GIEC : <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>

70 - En savoir plus sur la démarche de veille climatique d'EDF : <https://www.edf.fr/groupe-edf/inventer-l-avenir-de-l-energie/r-d-un-savoir-faire-mondial/pepites-r-d-neutralite-carbone/contexte-climatique>

71 - Plaque de la Direction Impact d'EDF, 2024 : <https://www.edf.fr/adaptation-changement-climatique>

2.2.2.5 Un réacteur qui s'inscrit dans la politique française du cycle combustible et les filières de gestion des déchets radioactifs

Le réacteur EPR2, en filiation directe avec l'EPR et les réacteurs à eau pressurisée du parc en exploitation, s'inscrit naturellement dans la politique française du cycle du combustible, laquelle repose sur la stratégie de retraitement et de recyclage par les filières de gestion des déchets des réacteurs existants.

En cohérence avec les évolutions de gestion du combustible sur le parc actuel, le réacteur EPR2 est conçu pour fonctionner avec des chargements de combustibles :

- > soit composés uniquement d'oxyde d'uranium (UO_2) ;
- > soit composés d'oxydes mixtes, c'est-à-dire un mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium, appelé MOX⁷², utilisés à hauteur de 30 %. Le MOX est produit par recyclage des combustibles usés.

Ces deux types de gestion du combustible pourront être mis en œuvre sans étude ou modification supplémentaire.

De même, les déchets produits seront globalement de même nature que les déchets produits par le parc actuel. En conséquence, les EPR2 seront appelés à solliciter les mêmes installations ou les mêmes types d'installations que celles, existantes ou en développement, nécessaires au parc actuel et pour les mêmes besoins.



revient plus en détail sur les effets du programme de nouveaux réacteurs nucléaires concernant la gestion des matières et déchets radioactifs.

Figure 17. Explications de l'Andra sur les impacts du nouveau nucléaire sur la gestion des déchets radioactifs⁷³



⁷³ Intitulé « Travaux relatifs au nouveau nucléaire », le rapport est consultable sur en ligne.

DES DÉCISIONS RÉCENTES RELATIVES AU « CYCLE »

Le conseil de politique nucléaire, présidé par le président de la République le 26 février 2024, a validé la poursuite du retraitement et du recyclage du combustible nucléaire au-delà de 2040-2045 jusqu'à l'horizon 2100, notamment pour les nouveaux réacteurs nucléaires. Dans cette perspective, le site de la Hague, qui assure ce retraitement et ce recyclage, fera l'objet d'investissements importants⁷⁴.

72 - Le MOX est un combustible nucléaire constitué d'uranium appauvri et d'une faible quantité de plutonium.

73 - L'article complet : <https://www.andra.fr/nouveau-nucleaire-francais-quels-impacts-sur-la-gestion-des-dechets-radioactifs-0>

74 - Voir : <https://www.orano.group/fr/actus/actualites-du-groupe/2024/mars/bruno-le-maire-et-roland-lescur-en-visite-sur-le-site-orano-la-hague-confirment-la-strategie-de-traitement-recyclage-au-dela-de-2040>

2.3 Les grandes caractéristiques techniques du projet EPR2 de Gravelines

2.3.1 La paire EPR2 de Gravelines comme réplique maximale de la paire EPR2 de Penly pour lancer la série

Mis en œuvre dans le cadre d'un programme de plusieurs paires de réacteurs nucléaires, le projet EPR2 de Gravelines vise à **répliquer autant que possible les caractéristiques de la première paire EPR2 du programme qui devrait être engagée à Penly** deux à trois années auparavant. Cette réplique doit permettre de bénéficier de l'effet de série recherché dans le cadre du programme industriel.

En effet, la conception de l'îlot nucléaire de l'EPR2 (bâtiment réacteur, bâtiment combustible, bâtiments de sauvegarde) et de la salle des machines est réfléchi pour que les paires de réacteurs puissent être implantées sans modifications structurantes sur chaque site.

Cette recherche de la standardisation de l'EPR2 va même jusqu'aux stations de pompage pour le prélèvement d'eau de refroidissement. Alors qu'elles sont généralement spécifiques à chaque site en fonction de son environnement, la conception de l'EPR2 a été réfléchi pour que les stations de pompage soient exactement les mêmes à Penly et à Gravelines, malgré des conditions de site différentes.

Plus largement, compte tenu de l'orientation du canal d'aménée pour le refroidissement () et du niveau choisi pour la plateforme, **l'implantation des bâtiments** (station de pompage, salle des machines, îlot nucléaire) **ainsi que l'organisation des réseaux** (eau, électricité, etc.) **entre les bâtiments seront absolument identiques entre les paires de Gravelines et Penly.**

Figure 18. Prévisualisation des ouvrages projetés pour la phase d'exploitation



Figure 19. La comparaison des vues des projets EPR2 de Penly et de Gravelines révèle les nombreux points communs entre les deux paires de réacteurs



Penly



Gravelines

© EDF Gravelines - SANTER
VANHOOF Architectes - Juin 2024

2.3.2 Les spécificités de l'EPR2 de Gravelines

Bien que le réacteur EPR2 soit conçu pour être répliquable, son implantation dans des environnements différents requiert des adaptations. En l'espèce, le projet EPR2 de Gravelines a, par rapport au projet EPR2 de Penly, quelques spécificités qui résultent de deux principales raisons :

- > **l'adaptation aux caractéristiques environnementales du site** : caractéristiques des sols, accès à la prise d'eau de refroidissement et son rejet, risques industriels environnants ;
- > **la nécessité de créer plusieurs installations** : là où le site de Penly était prévu dès l'origine pour accueillir quatre réacteurs, avec des installations communes dimensionnées pour quatre réacteurs, le site de Gravelines accueille six réacteurs avec des systèmes communs qui ne peuvent être étendus.

2.3.2.1 Le renforcement de sol

Les travaux de terrassement et de renforcement de sol ont pour objectif de préparer les terrains à l'implantation des bâtiments des réacteurs EPR2. C'est un enjeu majeur du projet car les sols du site sont meubles. Ils doivent ainsi être confortés afin de garantir la stabilité des bâtiments qui y seront installés. Les premières études ont identifié une combinaison de solutions techniques ().

2.3.2.2 Le canal d'amenée pour le refroidissement

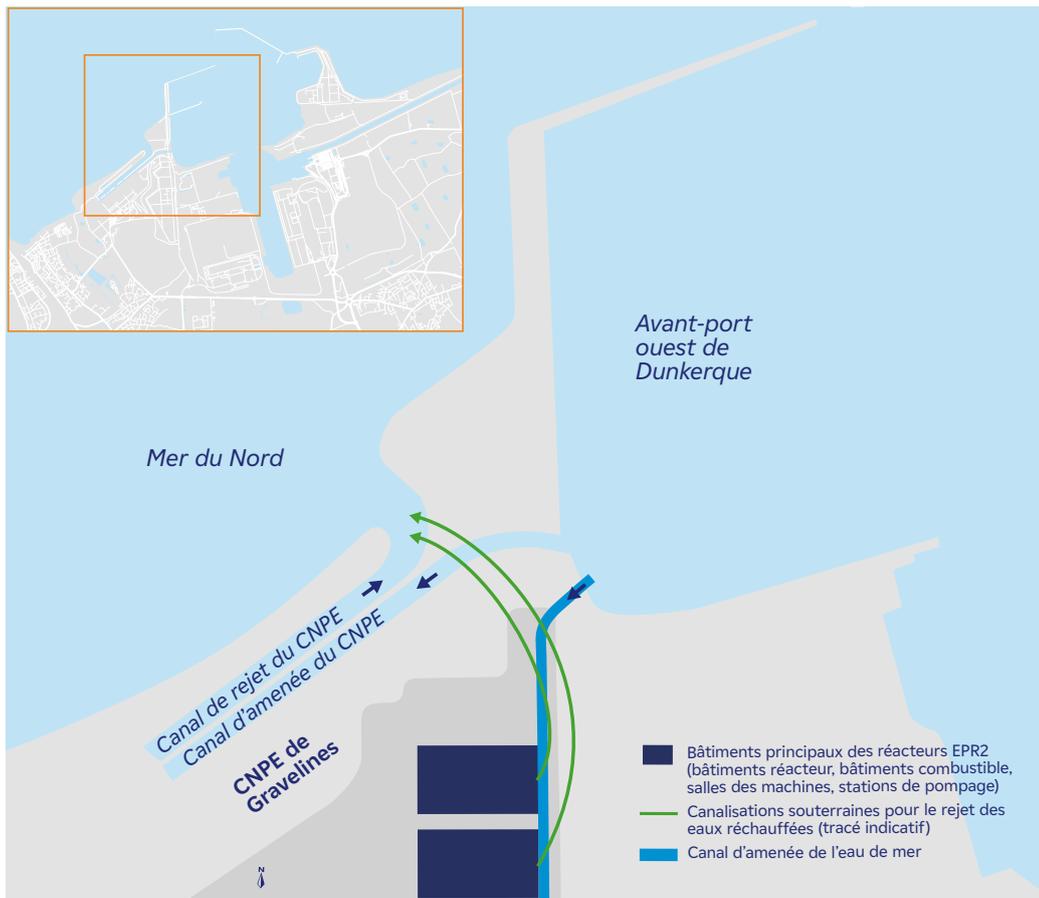
Pour le projet EPR2 de Gravelines, le canal d'amenée de la paire de réacteurs EPR2 sera indépendant du canal d'amenée existant des réacteurs n°1 à n°6. Il n'est en effet pas possible d'utiliser le canal existant compte tenu de l'implantation des réacteurs EPR2, qui ne sont pas alignés par rapport aux six réacteurs existants du CNPE.

D'une longueur de 1 200 mètres, le canal d'amenée à créer prendrait sa source au niveau de l'avant-port ouest de Dunkerque et permettrait d'apporter l'eau de mer aux stations de pompage.

2.3.2.3 L'ouvrage de rejet des eaux du circuit de refroidissement

Pour le projet EPR2 de Gravelines, le rejet s'effectuerait à l'embouchure du canal de rejet des réacteurs du CNPE, via des canalisations enterrées entre les réacteurs EPR2 et le canal. Le tracé de ces canalisations serait compatible avec le tunnel permettant aujourd'hui le transport d'eau tiède en vue de la regazéification du gaz naturel liquéfié par le terminal méthanier de Dunkerque.

Figure 20. Les ouvrages du système de refroidissement



2.3.2.4 L'adaptation de la conception aux risques pouvant être induits par les activités industrielles voisines

Le site de Gravelines est situé dans un environnement industrialo-portuaire. Ces activités présentent des risques de phénomènes dangereux (explosions, incendies, rejets de substances dangereuses, etc.) pouvant affecter les installations nucléaires.

La conception du CNPE, comme celle du projet EPR2, prend en compte ces différents risques. Pour ce dernier, et à titre d'exemple, la conception des systèmes de ventilation est adaptée par la mise en place de clapets anti-souffles (qui se ferment pour protéger les gaines de ventilation en cas d'explosion).

Afin de conserver une conception standard à l'échelle du programme de nouveaux réacteurs nucléaires, cette caractéristique particulière du projet EPR2 de Gravelines a été reconduite sur les autres projets EPR2, bien que les environnements dans lesquels ils s'inscrivent présentent moins de risques industriels.

EDF suit également avec attention les futurs projets d'implantation d'installations industrielles afin de mettre à jour ses analyses de risque.

2.3.2.5 Des systèmes mutualisés à Penly et spécifiques pour Gravelines

Contrairement au projet EPR2 de Penly, le projet EPR2 de Gravelines ne peut pas utiliser les systèmes communs du CNPE. Dès lors, deux nouveaux systèmes sont à prévoir :

- > la station de production d'eau déminéralisée : dans un réacteur nucléaire, l'eau déminéralisée⁷⁵ est nécessaire pour le circuit primaire, les circuits eau-vapeur et les circuits auxiliaires (une eau non déminéralisée viendrait progressivement dégrader les circuits et équipements). Cette eau est produite à partir d'une station dédiée ;
- > la chaudière auxiliaire : la chaudière auxiliaire est un système autonome de production de vapeur auxiliaire à partir d'énergie électrique pour l'alimentation ponctuelle du circuit de distribution de vapeur.

75 - L'eau déminéralisée est une eau traitée pour être rendue chimiquement pure (notamment en retirant tous les minéraux naturellement contenus dans l'eau).

2.4 Le raccordement au réseau de transport d'électricité

En réponse à la demande d'EDF, RTE prévoit, pour le raccordement du projet EPR2 de Gravelines au réseau de transport d'électricité, plusieurs ouvrages :

- > la création de deux liaisons électriques aériennes 400 000 volts pour évacuer la production de chacun des deux réacteurs EPR2 ;
- > la création de deux liaisons électriques souterraines 400 000 volts pour alimenter les auxiliaires des deux réacteurs EPR2 ;
- > la création de deux liaisons électriques souterraines 90 000 volts pour assurer l'alimentation du chantier.

Les installations du projet EPR2 seront raccordées au futur poste électrique Flandre Maritime de RTE (réalisé indépendamment du projet de raccordement électrique des réacteurs EPR2), sur la commune de Saint-Georges-sur-l'Aa, situé à environ 6,5 kilomètres du site de Gravelines.

Compte tenu du dimensionnement important de ce projet, pour des raisons techniques et d'espaces disponibles, ces nouvelles lignes généreront des impacts sur les couloirs de lignes existantes 225 000 volts qui desservent des industriels dans la zone. Ainsi, la mise en souterrain partielle ou totale de quatre lignes électriques 225 000 volts existantes est envisagée.



Le raccordement électrique du projet EPR2 de Gravelines est plus précisément décrit dans le

Figure 21. La zone d'étude du raccordement électrique



2.5 Le site d'implantation du projet

Le site du projet est divisé en deux grandes parties, de part et d'autre de la route du Grand Colombier :

- > à l'ouest (en bleu sur la figure 22 ci-dessous), **le site d'implantation des réacteurs EPR2**, entre la route du Grand Colombier et le CNPE ;
- > à l'est (en orange), **la zone temporaire des travaux** pour accueillir toutes les activités associées et notamment celles de préfabrication (). Ces emprises ne sont aujourd'hui pas utilisées, à l'exception d'une parcelle accueillant l'entreprise OVH. Après la mise en service des réacteurs EPR2, les quatre cinquièmes de ces emprises seront restituées au Grand Port Maritime de Dunkerque (GPMD). Cette zone temporaire de travaux est complétée d'une autre zone de travaux (en jaune).

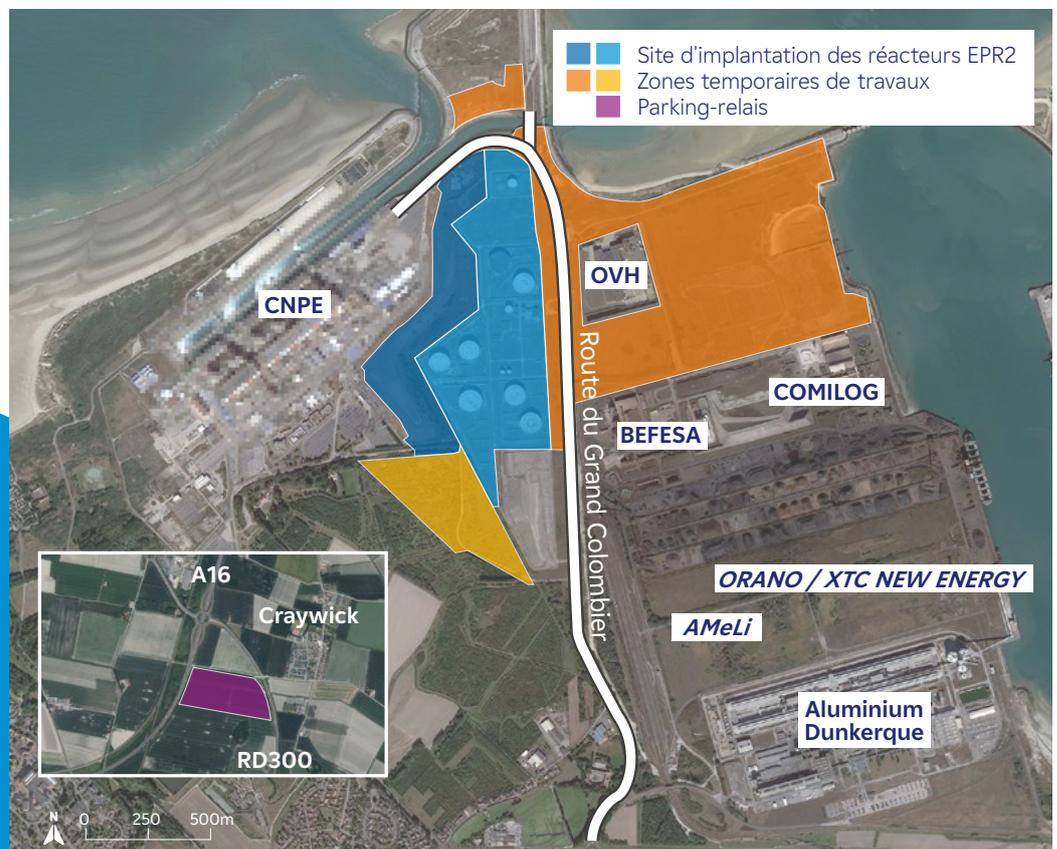
Le site du projet est ainsi délimité :

- > à l'ouest, par le périmètre du CNPE de Gravelines ;
- > au nord, par le canal d'amenée du CNPE et l'avant-port ouest ;
- > à l'est, par le bassin de l'Atlantique ;
- > au sud-est, par les limites des sites des entreprises Comilog et Befesa Valera ;
- > au sud-ouest, par la Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) des dunes de Gravelines et par le parking du CNPE de Gravelines (à noter que le site du projet occupera une petite partie périphérique de cette ZNIEFF).

À noter enfin que le projet EPR2 intègre, pour les besoins des travaux préparatoires et du chantier de construction, un parking-relais (en violet).

À l'exception d'une parcelle (en jaune sur la figure) propriété d'EDF, le foncier appartient au GPMD.

Figure 22. Le site d'implantation du projet EPR2 de Gravelines



Fond de carte : BD ORTHO® IGN

2.6 Les alternatives au projet EPR2 de Gravelines

Le débat public doit permettre de débattre des alternatives au projet EPR2 de Gravelines. Les alternatives au projet sont ce par quoi il pourrait être remplacé. Cette partie examine les implications d'une absence de réalisation du projet EPR2 de Gravelines et revient sur les alternatives au programme de nouveaux réacteurs nucléaires qui ont été discutées dans le cadre du débat public de 2022-2023.

2.6.1 L'absence de réalisation du projet EPR2 de Gravelines et ses implications

Le projet EPR2 de Gravelines est un projet d'envergure nationale, deuxième projet au sein du programme industriel de trois paires de nouveaux réacteurs nucléaires. Avec ce programme, un effet de série est recherché avec ses bénéfices en matière de coûts et de calendrier.

L'absence de réalisation du projet EPR2 de Gravelines, au-delà de ses conséquences pour le territoire (), reviendrait :

- > soit à la remise en cause du programme industriel des trois paires EPR2, en s'arrêtant à la première paire en cours de préparation à Penly, ou en se limitant à un programme de deux paires avec Penly et Bugey sans Gravelines, scénario dont les implications sont présentées au ;
- > soit, pour maintenir un programme à trois paires, à la recherche d'un autre site que Gravelines, scénario dont les implications sont présentées au .

À noter que si le projet de nouvelle production nucléaire ne se réalisait pas, et ce quelle qu'en soit la raison, RTE ne créerait pas les nouvelles lignes électriques.

2.6.1.1 La remise en cause du programme industriel de trois paires et de l'atteinte des objectifs de neutralité carbone

Le programme de nouveaux réacteurs nucléaires est aujourd'hui préparé en partant du principe que trois paires de nouveaux réacteurs nucléaires seront réalisées, avec les bénéfices associés de l'effet de série.

Dans ce cadre, **ne pas réaliser l'intégralité du programme de nouveaux réacteurs nucléaires en préparation impliquerait de renoncer à la raison d'être même du programme, qui recherche une réduction progressive des coûts et des durées de construction.** Autrement dit, en ne réalisant pas les trois paires à Penly, à proximité du site de Gravelines et à proximité du site de Bugey, on ne peut obtenir une réduction progressive des durées de construction, par effet d'apprentissage d'une paire à l'autre, et une réduction consécutive des coûts de construction.

Pour rappel, le dossier du maître d'ouvrage élaboré en vue du débat public 2022-2023 donnait à titre indicatif les projections de durée de construction pour les six réacteurs du programme (voir figure 23), avec un effet visible entre la durée de référence du premier et du dernier de 15 mois. Ils font d'ailleurs l'objet de travaux de consolidation et d'optimisation à travers les revues ().

Figure 23. Cibles de durée de construction des trois paires successives présentées dans le dossier du maître d'ouvrage élaboré en vue du débat public de 2022-2023

	PENLY		GRAVELINES		BUGEY	
Réacteur	1	2	3	4	5	6
Durée de référence pour la construction (mois) (du « premier béton » à la « mise en service industrielle »)	105	99	99	93	96	90

L'absence de réalisation de la deuxième paire du programme à Gravelines représenterait de plus un **signal négatif majeur pour toute la filière nucléaire**, alors que la visibilité sur le long terme est une des conditions clés de la réussite de projets nucléaires, comme Jean-Martin Folz l'avait expliqué dans son rapport d'octobre 2019 « *il s'agit concrètement d'afficher des programmes stables à long terme de construction de nouveaux réacteurs en France et d'entretien du parc existant qui donnent aux entreprises concernées la visibilité et la confiance nécessaires pour qu'elles engagent les efforts d'investissement et de recrutement indispensables* »⁷⁶.

Enfin, l'absence de réalisation du projet EPR2 de Gravelines reviendrait à se priver d'une capacité massive de production d'électricité pilotable bas-carbone, alors même que la consommation d'électricité est amenée à augmenter fortement selon la trajectoire anticipée par la SNBC et les scénarios détaillés par RTE dans les « Futurs énergétiques 2050 » (). Et au-delà de l'hypothèque probable de l'atteinte de la neutralité carbone, ce serait un affaiblissement de la souveraineté énergétique et du développement économique de la France.

2.6.1.2 La « désoptimisation » du programme industriel de trois paires, avec l'augmentation des délais et des coûts

Ne pas faire le projet EPR2 de Gravelines tout en maintenant le programme industriel de trois paires de nouveaux réacteurs nucléaires reviendrait à choisir un autre site que Gravelines.

La relocalisation de la paire de réacteurs EPR2 envisagée à Gravelines aurait un impact sur le calendrier global du programme de nouveaux réacteurs. En effet, en dérogeant aux sites proposés pour le programme des trois paires EPR2, les études de conception devraient être lancées pour un nouveau site. Cela conduirait à un délai de mise en service bien au-delà de la troisième paire de Bugey dont les études commencent tout juste, les études pour un site ne faisant pas partie du périmètre du programme des trois paires n'ayant pas encore été lancées. Il en résulterait un décalage d'au moins cinq ans, passant de 2037-2038 prévu pour la mise en service de la deuxième paire EPR2 de Gravelines, renvoyant au moins à l'horizon 2045 pour un nouveau site pas encore étudié.

Renoncer au site de Gravelines en deuxième paire revient également à une « désoptimisation » technique, puisqu'il s'agit comme pour la première paire à Penly d'un site bord de mer propice à la réplique technique des systèmes de refroidissement. Cela aurait

donc nécessairement un impact négatif sur le coût, sans compter la perte des synergies potentielles (avec, potentiellement, les mêmes équipes) entre les deux sites distants d'à peine 200 kilomètres qui doivent vivre selon le programme en préparation les mêmes phases de travaux avec deux à trois ans de décalage.

L'absence de réalisation de la deuxième paire du programme à Gravelines représenterait également un signal négatif majeur pour les 250 entreprises de la filière nucléaire à l'échelle régionale. Le tissu économique local se prépare effectivement d'ores et déjà au projet EPR2 de Gravelines : les entreprises adaptent leur outil de production et de nouvelles formations sont déployées ().

2.6.1.3 La perte de bénéfices pour le territoire à court, moyen et long termes

L'absence de mise en œuvre du projet EPR2 de Gravelines conduirait à se priver d'une importante capacité de production d'électricité bas-carbone (de l'ordre de 3 300 MWe) dans une zone proche de grands consommateurs d'électricité existants ou à venir ().

L'absence de réalisation offrirait à court terme :

- > la possibilité d'utiliser le foncier aujourd'hui réservé au projet EPR2 de Gravelines pour l'implantation d'autres activités, vraisemblablement de nature industrielle compte tenu de la situation du site d'implantation dans le GPMD ;
- > l'absence des impacts liés aux travaux préparatoires et à la construction d'une paire de réacteurs EPR2.

L'absence de réalisation priverait le territoire, à court, moyen et long termes, des bénéfices qu'il tirerait de ces deux nouveaux réacteurs EPR2 pour au moins 60 ans, comme il bénéficie depuis 40 ans des six réacteurs de la centrale actuelle. Concrètement, les impacts seraient multiples :

- > en termes d'aménagement du territoire (mobilité, logement...) car les infrastructures qui seront créées pour permettre l'intégration territoriale du projet contribueront durablement à la transformation du territoire ;
- > en termes socio-économiques, privant le territoire jusqu'à au moins 8 000 emplois mobilisés au plus fort du chantier, et environ 2 000 en phase d'exploitation (), et des retombées des activités pour le territoire ;
- > en termes d'activité et *in fine* d'attractivité pour l'écosystème nucléaire régional qui rassemble plus de 15 000 emplois.

76 - Rapport au Président Directeur Général d'EDF, La construction de l'EPR de Flamanville, Jean-Martin Folz, Octobre 2019 : <https://www.vie-publique.fr/files/rapport/pdf/271429.pdf>

2.6.2 Les alternatives à une paire de réacteurs EPR2 sur le site de Gravelines

Parmi les avantages économiques et industriels des scénarios étudiés par RTE dans « Futurs énergétiques 2050 », avec des mix électriques fondés à la fois sur un développement des énergies renouvelables et sur un socle significatif de nucléaire, les réacteurs nucléaires constituent un moyen de production pilotable, par ailleurs peu consommateur d'espace au regard de la puissance produite, et pouvant s'adapter à l'évolution de la demande ou à la variabilité de la production des énergies renouvelables intermittentes.

Dans ce contexte où énergies renouvelables et moyens de production nucléaire sont complémentaires, **l'enjeu est de positionner les nouvelles capacités de production électrique bas-carbone sur les sites les plus appropriés, qui plus est dans un contexte de « Zéro artificialisation nette »**. Ces sites répondent à de nombreux critères en fonction des technologies considérées. Ainsi :

- > le lieu d'implantation d'une centrale photovoltaïque privilégiera notamment l'ensoleillement, et pourra ne pas être uniquement installé au sol (toitures, agriphotovoltaïsme, plans d'eau, etc.) ;
- > le lieu d'implantation d'une centrale éolienne privilégiera notamment le vent, et en particulier sa force et sa régularité, et pourra également être installé en mer ;
- > une nouvelle centrale nucléaire se situera notamment à proximité immédiate d'un site existant, et d'une source froide.

Installer un autre moyen de production sur le site envisagé pour la paire EPR2 de Gravelines ne serait donc a priori pas optimal en termes de choix de site. D'un point de vue théorique et à vocation illustrative, en considérant les 154 hectares (zone d'implantation des EPR2 et zone « chantier », hors parking éloigné), il serait théoriquement possible de disposer d'une capacité installée de 91 à 154 MWe de panneaux photovoltaïques au sol, en partant d'une densité moyenne de 1 et 1,7 ha/MWe⁷⁷. Cela conduirait à une production

annuelle d'électricité comprise entre 112 et 189 GWh, en considérant un facteur de charge de 14 %⁷⁸.

Toujours à titre illustratif, il serait théoriquement possible de disposer d'une capacité de 12 MWe de capacité éolienne terrestre (soit quatre éoliennes de 3 MWe) sur la même superficie⁷⁹. Cela conduirait à une production annuelle d'électricité d'environ 25 GWh, en considérant un facteur de charge de 23 %⁸⁰.

Pour mémoire, la paire de réacteurs EPR2 envisagée à Gravelines permettrait de disposer d'une capacité installée de deux fois 1 670 MWe sur 78 hectares environ (les 76 hectares utilisés pour la phase du chantier étant restitués à son terme), soit une production électrique de l'ordre de 20 000 GWh par an ().

2.6.3 Les alternatives technologiques à la mise en œuvre d'une paire de réacteurs EPR2



Note au lecteur

Plusieurs familles d'alternatives ont été présentées et débattues dans le cadre du débat public de 2022-2023, qui portait à la fois sur le projet d'une paire de réacteurs EPR2 à Penly et sur les enjeux du programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France. Cette partie reprend les principales implications de ces alternatives. Pour les approfondir, le lecteur est invité à consulter les ressources suivantes :

- > le dossier du maître d'ouvrage du projet EPR2 de Penly⁸¹ ;
- > le rapport produit par l'IRSN⁸² suite à la saisine de la CNDP pour éclairer le débat : « Les alternatives au réacteur EPR2 » ;
- > la démarche de clarification des controverses techniques⁸³: « Est-ce que l'EPR2 est le bon choix de réacteur ? » ;
- > les séances organisées par la Commission nationale du débat public, et particulièrement celle du 22 novembre 2022⁸⁴, « Qu'est-ce que l'EPR2, et peut-on faire du nucléaire autrement ? » ;
- > le compte rendu de la CPDP⁸⁵ et la réponse d'EDF⁸⁶ à la recommandation 2.2.

Figure 24. Rapport de l'IRSN sur les alternatives au réacteur EPR2



77 - « Futurs énergétiques 2050 », Février 2022, RTE (page 726) : <https://www.rte-france.com/media-url/11456>

78 - « Futurs énergétiques 2050 », Février 2022, RTE (page 188) : <https://www.rte-france.com/media-url/11456>

79 - « Futurs énergétiques 2050 », Février 2022, RTE (page 724) : <https://www.rte-france.com/media-url/11456>

80 - « Futurs énergétiques 2050 », Février 2022, RTE (page 188) : <https://www.rte-france.com/media-url/11456>

81 - Dossier du maître d'ouvrage, Projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France (Chapitre 3.5, pages 117-123) : <https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-10/Rapport%20CNDP%20-Alternatives%20EPR%20-%20valid%C3%A9-1.pdf>

82 - Les alternatives au réacteur EPR2, Réponse à la saisine de la CNDP du 12 juillet 2022 : <https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-10/Rapport%20CNDP%20-Alternatives%20EPR%20-%20valid%C3%A9-1.pdf>

83 - Clarification des controverses techniques, Débat public sur le projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/nouveaux-reacteurs-nucleaires-et-projet-penly/clarification-des-controverses-techniques-3732>

84 - Site du débat public de 2022-2023, « Qu'est-ce que l'EPR2, et peut-on faire du nucléaire autrement ? » : <https://www.debatpublic.fr/nouveaux-reacteurs-nucleaires-et-projet-penly/quest-ce-que-lepr2-et-peut-on-faire-du-nucleaire>

85 - Compte rendu établi par le président de la commission particulière du débat public sur le projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France (Chapitre 2.2, pages 31-32) : <https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2023-04/PenlyEPR-Compte-rendu-2.pdf>

86 - Réponses aux recommandations de la CNDP et enseignements qu'EDF tire du débat, Projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2023-07/EPR2-Penly-Note-accompagnement-EDF-Vdef%2028-06-2023>

2.6.3.1 L'alternative à un réacteur de Génération 3

La sûreté nucléaire française repose sur le principe de l'amélioration continue, et c'est sur ce principe fondamental que le parc nucléaire français a été construit et exploité. De fait, les réacteurs nucléaires exploités par EDF en France ont bénéficié de cette amélioration continue, en particulier à travers les réexamens périodiques se traduisant par des améliorations introduites lors des visites décennales.

Le réacteur EPR2 est une technologie française, fruit de l'amélioration continue des réacteurs à eau pressurisée. Il intègre donc dès sa conception toutes les améliorations progressivement introduites sur les réacteurs de Génération 2.

Ainsi, pour EDF, le choix de cette technologie sûre et aux performances améliorées s'impose pour engager un programme de nouveaux réacteurs en France sur la période 2020-2030. **Exploiter une technologie plus ancienne (comme celle des réacteurs en fonctionnement en France) reviendrait à se priver des améliorations de sûreté introduites par l'EPR et par l'EPR2**, notamment pour la maîtrise des accidents impliquant une fusion du cœur ().

2.6.3.2 L'alternative à des réacteurs de forte puissance

La puissance électrique de l'EPR2, de l'ordre de 1 670 MWe, est le résultat d'une démarche prolongeant l'augmentation de la puissance des paliers français (900, 1 300 et 1 450 MWe) afin d'optimiser le coût du kilowatt installé et de minimiser l'occupation foncière des installations nucléaires.

Une alternative à la mise en œuvre de réacteurs à forte puissance pourrait être la mise en œuvre de réacteurs de petite taille (*small modular reactors* ou SMR). **Selon la vision d'EDF, ces petits réacteurs sont envisagés en complément des réacteurs de forte puissance comme l'EPR2**. Ils pourraient également répondre à des besoins d'usages différents : production d'hydrogène, production de chaleur, et ainsi contribuer encore à la décarbonation de l'économie.

Le développement de plusieurs modèles est aujourd'hui en cours (avec des stades d'avancement très différents) et de nombreux industriels sont engagés dans cette voie.

Parmi eux, EDF développe le projet NUWARD^{TM87}, avec des contributions majeures de TechnicAtome, du CEA, Naval Group, Framatome et Tractebel. La centrale NUWARDTM est basée sur la technologie des réacteurs à eau pressurisée et sera composée de deux réacteurs de 170 MWe chacun, soit 340 MWe. Autrement dit, pour remplacer une paire de réacteurs EPR2, il faudrait construire dix centrales NUWARDTM. Actuellement, le projet est en phase d'avant-projet détaillé et fait l'objet d'une pré-évaluation afin d'anticiper au mieux les attentes des autorités de sûreté de plusieurs pays européens. Cette pré-évaluation est menée conjointement par six autorités de sûreté nucléaire européennes : les autorités de sûreté française (ASN), tchèque (SUJB) finlandaise (STUK), suédoise (SSM), polonaise (PAA) et néerlandaise (ANVS).

2.6.3.3 L'alternative à une technologie française

Le choix d'une technologie de réacteur nucléaire étrangère - le HPR-1000 chinois, le VVER-1200 russe, l'AP1000 américain ou encore l'APR-1400 coréen⁸⁸ - pour la création de nouvelles capacités de production nucléaire à Gravelines **présenterait plusieurs inconvénients et risques** parmi les suivants :

- > une nécessaire adaptation aux exigences réglementaires applicables en France ;
- > une augmentation du nombre de projets à réaliser et du besoin global de foncier, les réacteurs de technologie étrangère ayant une puissance plus faible ;
- > un effort important d'adaptation de l'écosystème nucléaire français aux caractéristiques de ces nouvelles technologies ;
- > de lourds investissements au sein de la filière industrielle pour adapter son outil et le rendre compatible avec la nouvelle filière, au prix d'un délai, de surcoûts et de risques induits.

Finalement, ce choix entraverait la reconstitution, en France, d'une capacité industrielle de construction de nouveaux réacteurs nucléaires. Cela pourrait même déstabiliser la maîtrise industrielle nécessaire à la garantie de la sûreté nucléaire. Une telle perspective interviendrait au détriment des intérêts de la collectivité en termes de maîtrise de la technologie nucléaire dans ses différentes applications, de souveraineté et de retombées économiques.

À l'inverse, **le choix d'une technologie française comme l'EPR2 permet de s'appuyer sur une référence déjà en service commercial, dont la mise en œuvre dans le contexte national est possible rapidement.**

87 - Notre SMR, Nuward, EDF Group : <https://www.nuward.com/fr/notre-smr>

88 - Ces technologies sont présentées dans le rapport réalisé par l'IRSN pour le débat public de 2022-2023 : <https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-10/Rapport%20CNDP%20-Alternatives%20EPR%20-%20valid%C3%A9-1.pdf>

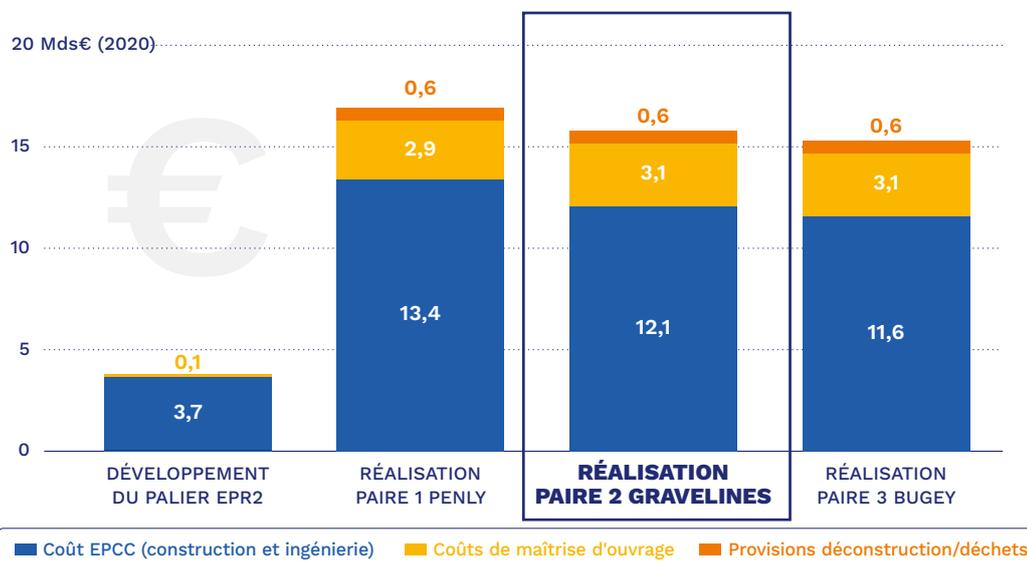
2.7 Les coûts et le calendrier prévisionnel du projet

2.7.1 L'évaluation initiale du coût du projet EPR2 de Gravelines

Même si son évaluation initiale est en cours de révision (), l'évaluation disponible du coût du programme des six nouveaux réacteurs nucléaires est de 51,7 milliards d'euros base octobre 2020, dont **15,8 milliards d'euros pour le projet EPR2 de Gravelines**. Ceci intègre les « coûts de construction et d'ingénierie », les « coûts de maîtrise d'ouvrage » et les « provisions pour la déconstruction et la gestion des déchets radioactifs », qui sont définis en .

De fait, même si la logique de programme industriel ne se prête pas à isoler des coûts par paire, notamment puisque la plupart des contrats sont passés à l'échelle des six réacteurs, on aboutit pour la deuxième paire de réacteurs EPR2 à Gravelines à l'évaluation initiale présentée sur la figure 25 ci-dessous. Le coût de cette deuxième paire est en diminution par rapport à la première paire, compte tenu de la durée réduite de construction permise par l'effet de série. Par ailleurs, le coût de maîtrise d'ouvrage est plus élevé compte-tenu des travaux préparatoires plus conséquents à réaliser ().

Figure 25. Répartition du coût d'une série de trois paires d'EPR2 standard, hors coût de financement



Les travaux préparatoires correspondent à toutes les opérations qui peuvent être entreprises une fois l'autorisation environnementale obtenue, et sans attendre l'autorisation de création qui est elle requise pour lancer la construction des installations nucléaires.

Le « premier béton » correspond à la première coulée de béton du radier à la base du bâtiment réacteur.

2.7.2 Le calendrier prévisionnel du projet EPR2 de Gravelines

Si le projet est poursuivi, les dossiers de demandes d'autorisations administratives seront finalisés et déposés auprès des autorités compétentes (pour davantage d'informations sur ces procédures, ()). Après instructions et enquêtes publiques, ces autorités se prononceront sur les autorisations sollicitées par les maîtres d'ouvrage.

L'obtention de ces autorisations conditionne le démarrage des différentes phases du projet EPR2 de Gravelines :

> second semestre 2026 : l'obtention de l'autorisation environnementale permet le début des travaux préparatoires, qui incluront notamment les terrassements et le renforcement de sol ainsi que la réalisation des ouvrages nécessaires au circuit de refroidissement ;

- > second semestre 2026 : l'obtention des déclarations d'utilité publique permet le lancement des travaux du raccordement électrique, envisagés en 2027 ;
- > second semestre 2028 : l'obtention du décret d'autorisation de création permet d'engager la construction des réacteurs EPR2, avec le « premier béton » nucléaire en 2031-2032 ;
- > 2037 : l'obtention de l'autorisation de mise en service, requise pour le démarrage des réacteurs en 2038-2039.

Figure 26. Principales phases du projet EPR2 de Gravelines



3

Les différentes phases du projet

Le projet EPR2 de Gravelines comprend trois principales phases : les travaux préparatoires pour aménager le site, les travaux de construction des installations et l'exploitation en vue de produire de l'électricité. Le démarrage de ces phases est conditionné par l'obtention d'autorisations administratives. Au fur et à mesure de ces différentes étapes, des procédures de participation du public sont organisées.



3.1 Des procédures qui conditionnent l'engagement des différentes phases du projet et dans lesquelles le public aura toute sa place

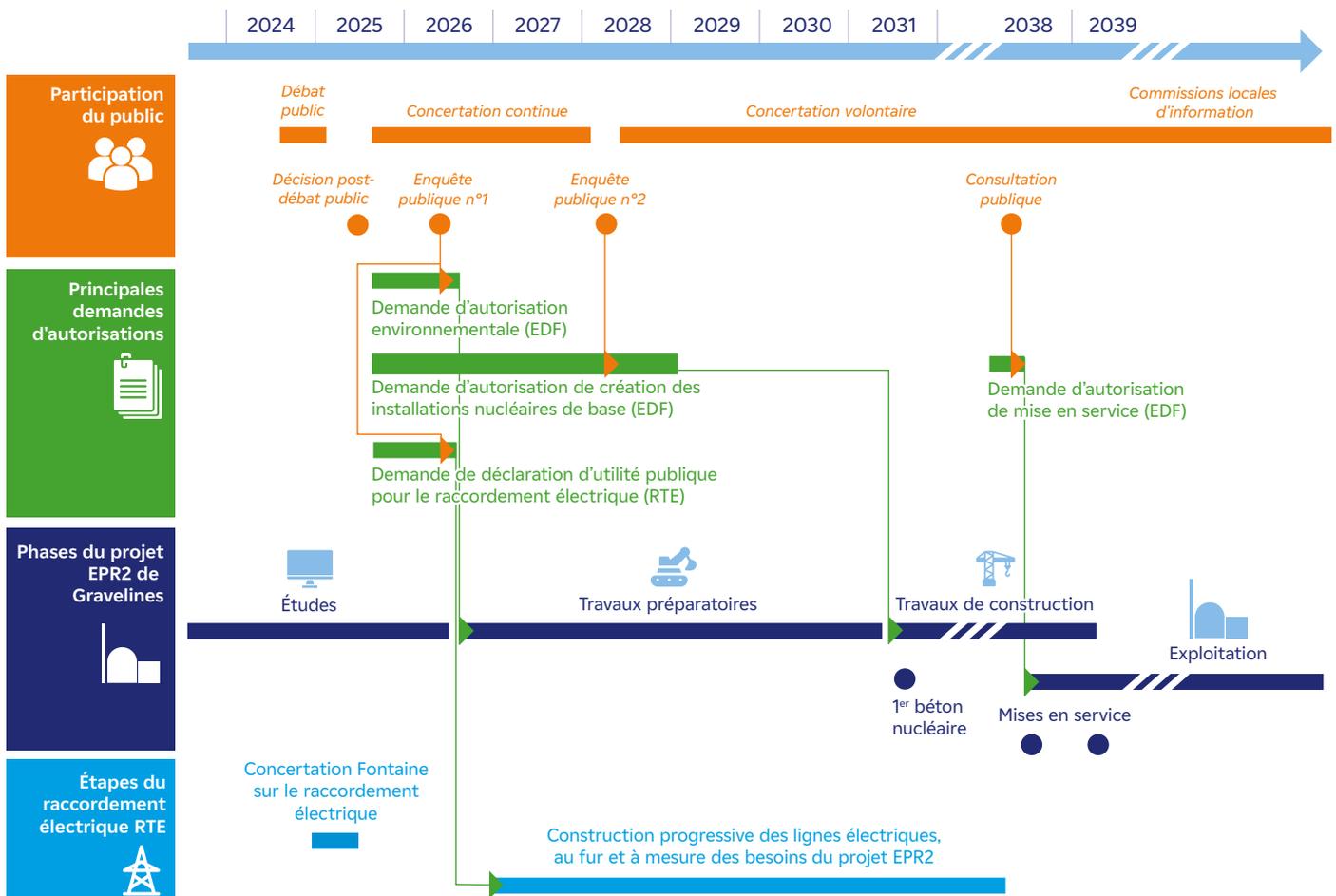
S'il est confirmé à l'issue du débat public, le projet EPR2 de Gravelines sera soumis aux autorisations principales qui suivent :

- > **autorisation environnementale.** Cette autorisation, délivrée par décret du Premier ministre, est requise pour le début des travaux préparatoires ;
- > **autorisation de création d'installations nucléaires de base.** Cette autorisation est délivrée par décret du Premier ministre pris sur le rapport du ministre chargé de la sûreté nucléaire et après avis de l'ASN. L'autorisation de création est requise pour **le début des travaux de construction des réacteurs** ;

> **autorisation de mise en service.** Cette autorisation, délivrée par l'ASN, est requise pour la mise en service des réacteurs.

Les dossiers de demandes d'autorisations auront pour **pièce commune une étude d'impact environnemental** (voir encadré ci-contre). Le compte rendu et le bilan du débat public seront par ailleurs joints au dossier de demande d'autorisation de création.

Figure 27. Synthèse du calendrier prévisionnel des procédures du projet EPR2 de Gravelines



➤ L'ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

L'étude d'impact est un document élaboré par les maîtres d'ouvrage évaluant les incidences du projet sur l'environnement. Elle s'intéresse à toutes les phases du projet, depuis la construction jusqu'à l'exploitation. Son contenu est fixé par la réglementation. Elle permet de décrire et apprécier, de manière appropriée, en fonction de chaque cas particulier, les incidences notables directes et indirectes du projet sur les facteurs suivants : la population et la santé humaine ; la biodiversité, en accordant une attention particulière aux espèces et aux habitats protégés ; les terres, le sol, l'eau, l'air et le climat ; les biens matériels, le patrimoine culturel et

le paysage ; et l'interaction entre ces différents facteurs.

Elle doit également décrire les mesures envisagées pour éviter les incidences négatives notables probables sur l'environnement, réduire celles qui ne peuvent être évitées et compenser celles qui ne peuvent être évitées ni réduites.

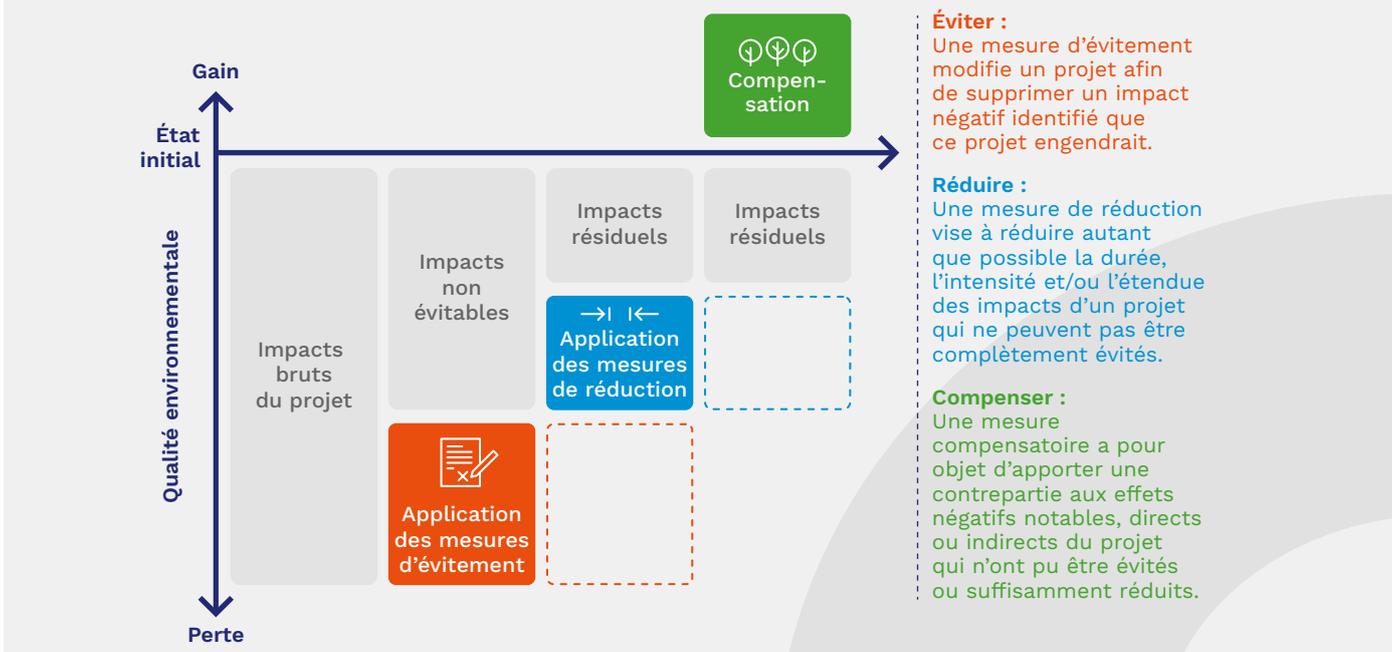
L'étude d'impact est transmise pour avis aux autorités administratives compétentes et mise à disposition du public dans le cadre d'une enquête publique.

Quand un projet requiert plusieurs autorisations administratives et que

ces autorisations sont espacées dans le temps, l'étude d'impact est progressivement actualisée et complétée.

Au stade du débat public, l'élaboration de l'étude d'impact du projet EPR2 de Gravelines et de son raccordement électrique a été engagée. Les premiers éléments d'appréciation des impacts sont présentés dans la suite du dossier (, et). Ils reposent sur les données de surveillance de l'environnement des sites EDF, et notamment de celui de Gravelines, ainsi que sur les premiers résultats des inventaires effectués dans le cadre du projet.

Figure 28. La démarche «E-R-C»⁸⁹



3.1.1 La demande d'autorisation environnementale

Certaines activités nécessaires à la réalisation des travaux préparatoires du projet EPR2 de Gravelines requièrent une autorisation environnementale. Le dossier de demande d'autorisation environnementale distingue :

- > les activités, installations susceptibles de générer des dangers et des impacts au titre des Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ;
- > des Installations, ouvrages, travaux, activités susceptibles d'avoir un impact sur la ressource en eau (IOTA).

La demande d'autorisation environnementale peut aussi intégrer une demande de dérogation à la réglementation dite « espèces protégées », ce qui serait le cas pour le projet EPR2 de Gravelines.

89 - Éviter, réduire, compenser (ERC) : en quoi consiste cette démarche ? : <https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/evaluation/article/eviter-reduire-compenser-erc-en-quoi-consiste-cette-demarche>



Le dossier à l'appui de la demande comporte notamment des pièces de description des activités, des lieux d'implantation, ainsi que l'étude d'impact environnemental.

Cette autorisation est instruite par les services préfectoraux, fait l'objet d'une consultation du public sous la forme d'une enquête publique et est accordée par décret selon les dispositions introduites par la loi relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires (voir encadré ci-dessous). **L'autorisation environnementale permet de réaliser les travaux préparatoires avant l'obtention du décret d'autorisation de création.**

3.1.2 La demande d'autorisation de création

La demande d'autorisation de création (DAC) concerne la création de nouveaux réacteurs nucléaires, sur la base d'un dossier qui détaille la conception intégrale de ces réacteurs, des équipements et bâtiments nécessaires à la production d'électricité d'origine nucléaire.

Le dossier comprend différentes pièces de description des installations proposées, parmi lesquelles :

- > la version préliminaire du rapport de sûreté (cette pièce comporte l'inventaire des risques susceptibles d'être présentés par le projet, ainsi que l'analyse des dispositions prises pour les prévenir et la description des mesures propres à limiter la probabilité des accidents et leurs effets) ;
- > l'étude de maîtrise des risques ;
- > l'étude d'impact environnemental.

Le dossier de demande d'autorisation de création est instruit par le ministère en charge de la sûreté nucléaire appuyé techniquement, lors de l'instruction, de l'ASN. Le public est consulté lors d'une enquête publique. **L'autorisation est accordée par décret, qui permet de débiter les travaux de construction des bâtiments engageant la sûreté nucléaire**, marqués par l'étape dite de « premier béton nucléaire ».

3.1.3 La demande d'autorisation de mise en service

En vue de la mise en service d'une installation nucléaire, son exploitant doit adresser à l'ASN un dossier comprenant notamment :

- > le rapport de sûreté, comportant la mise à jour de la version préliminaire du rapport de sûreté ;
- > les règles générales d'exploitation ;
- > le plan d'urgence interne () ;
- > le cas échéant, la mise à jour de l'étude d'impact environnemental et la mise à jour de l'étude de maîtrise des risques.

L'ASN examine la demande d'autorisation, organise une consultation du public (à l'instar des consultations récemment réalisées pour le réacteur EPR de Flamanville⁹⁰) et décide des suites à y donner. **Si l'autorisation est délivrée, l'installation peut être démarrée.**

UN CONTEXTE LÉGISLATIF ET RÉGLEMENTAIRE RÉCEMMENT TRANSFORMÉ POUR PRÉPARER LA MISE EN ŒUVRE DE NOUVEAUX RÉACTEURS NUCLÉAIRES

Plusieurs mesures et évolutions de la réglementation ont été introduites pour faciliter la mise en œuvre du nouveau nucléaire.

La loi n°2023-491 du 22 juin 2023⁹¹ relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes regroupe, dans son titre II, les mesures destinées à accélérer les procédures liées à des projets de construction de nouvelles installations nucléaires à proximité ou au sein d'une installation existante. Ainsi, il comporte des mesures permettant notamment :

- > de qualifier de projets d'intérêt général les projets de nouveaux réacteurs ;
- > de simplifier la procédure de mise en compatibilité des documents d'urbanisme ;
- > de simplifier les régimes d'autorisation de ces projets, notamment par la suppression du permis de construire ;
- > d'autoriser la réalisation des travaux préparatoires (hors bâtiments destinés à accueillir du combustible nucléaire) dès l'obtention de l'autorisation environnementale.

S'il est poursuivi après le débat public, le projet EPR2 de Gravelines bénéficiera pleinement de ces nouvelles dispositions et mesures.

90 - Autorisation de mise en service du réacteur EPR de Flamanville (INB 167), Synthèse des consultations du public : <https://www.asn.fr/content/download/198802/file/Autorisation%20de%20mise%20en%20service%20du%20r%C3%A9acteur%20EPR%20de%20Flamanville%20%28INB%20167%29%20-%20Synth%C3%A8se%20des%20consultations%20du%20public.pdf>

91 - LOI n° 2023-491 du 22 juin 2023 relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes (1) : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000047115784/>

3.2 Les travaux préparatoires pour aménager le site du projet

Les travaux préparatoires désignent les aménagements et terrassements du site du projet permettant d'engager la construction des réacteurs EPR2. Les travaux préparatoires pourraient commencer à l'obtention de l'autorisation environnementale au second semestre 2026.

3.2.1 Les aménagements préalables

Les aménagements préalables commenceront par la **mise en place des clôtures**.

Puis, des opérations seront réalisées par EDF pour **maintenir la continuité des circulations** pendant les travaux :

- > pour les circulations routières, il s'agira notamment d'assurer les accès à la partie nord du port ouest et à l'entreprise OVH. **Une déviation routière de la route du Grand Colombier sera créée ①**. Elle sera située à l'ouest du site du projet, sur la butte de la protection périphérique, entre le CNPE de Gravelines et le chantier du projet EPR2. **Au sud, un giratoire sera aménagé ②**. De plus, un nouvel accès sera créé pour l'accès à l'entreprise OVH, au moyen d'un ouvrage d'art surplombant la zone de travaux ③ ;
- > pour les circulations ferroviaires, il s'agira notamment de pouvoir maintenir les expéditions de combustibles usés du CNPE de Gravelines. À cette fin, un terminal ferroviaire sera créé au sud du site du projet (non représenté sur la carte ci-contre). Entre les réacteurs du CNPE et ce terminal ferroviaire, un transport des combustibles usés se fera par camions, à l'instar de ce qui est pratiqué sur de nombreux CNPE en France.

Au nord-est de la zone de travaux, **la darse sera comblée ④**. Avec l'espace ainsi gagné, un stockage de matériaux pour la construction pourra être créé (sur les enjeux concernant les milieux naturels).

Au sud de la zone, plusieurs **centrales à béton seront aménagées ⑤** afin de produire le béton au plus proche des travaux, réduisant ainsi le besoin de transport et les impacts associés (émissions de bruit et de vibrations des camions en particulier).

Au sud-ouest ⑥, un **poste électrique EDF** sera installé pour recevoir deux liaisons électriques souterraines 90 000 volts créées par RTE pour répondre aux besoins électriques du chantier. Ce poste et ces lignes seront réutilisés à la fin de la phase travaux pour alimenter les bâtiments tertiaires.

Enfin, une partie de la zone de travaux sera viabilisée, afin d'accueillir les ateliers de montage/préfabrication, entrepôt de stockage, bases vie, restaurant, postes d'accès, centrale à béton, ateliers mécaniques/électriques. La viabilisation comprend notamment la création des réseaux électriques et des réseaux d'eau.

Figure 29. Cartographie des aménagements préalables



3.2.2 Les terrassements

Les travaux de terrassement ont pour objectif de préparer les terrains à l'implantation des bâtiments des réacteurs EPR2. Ils s'accompagnent d'opérations de renforcement de sol de grande ampleur et spécifiques au site de Gravelines ().

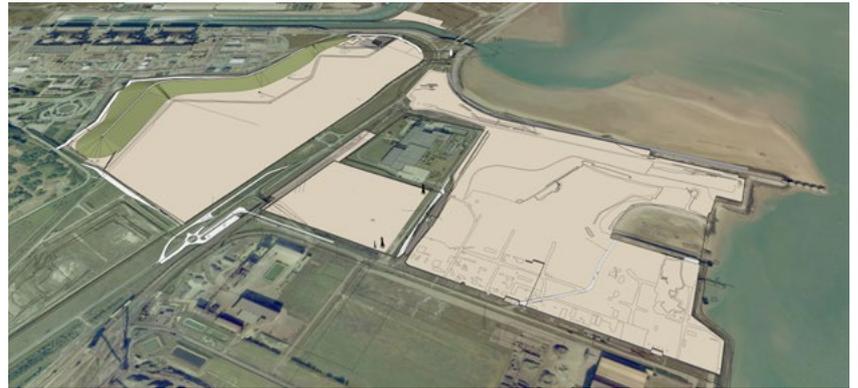
Tout d'abord, la butte (levée de terre) située à l'ouest du site sera terrassée afin de constituer le début de la plateforme. Ailleurs, les terrains seront aplanis.

Sur la zone d'implantation des réacteurs EPR2, des parois étanches seront réalisées pour délimiter les futures fondations. En parallèle, des infrastructures nécessaires au rabattement de la nappe⁹² seront créées pour éviter les remontées d'eau dans les niveaux souterrains pendant les travaux. Ces infrastructures incluent des puits de collecte, des pompes et des canalisations permettant le rejet - après décantation - des eaux récupérées dans l'avant-port. Puis, à l'intérieur du périmètre des parois étanches, les terres seront excavées jusqu'au niveau le plus bas des futurs bâtiments. Enfin, au fond de cette partie excavée, des opérations de renforcement de sol seront réalisées, en fonction de l'implantation et du poids des bâtiments, et présentées en amont à l'ASN.

À ce stade d'étude du projet, il apparaît que les déblais provenant des travaux préparatoires devraient pouvoir être intégralement réutilisés sur site, pour le comblement de la darse et pour la constitution de la plateforme.

À la suite du terrassement, de premiers travaux de génie civil (réseaux de mise à la terre, éléments souterrains, réseaux profonds) seront effectués.

Figure 30. Les phases des travaux préparatoires



© EDF Gravelines - SANTER VANHOOF Architectes
Juin 2024

Les travaux préparatoires commencent par un ensemble d'aménagements préalables de la zone de travaux.



© EDF Gravelines - SANTER VANHOOF Architectes
Juin 2024

Les travaux préparatoires se poursuivent par la préparation des terrains, incluant l'excavation sous les réacteurs et la constitution de la plateforme.

> L'ORIGINE DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Tant pendant les travaux préparatoires que pendant les travaux de construction, d'importants volumes de matériaux - notamment sables, ciment, granulats - sont nécessaires.

L'approvisionnement en matériaux relève de la responsabilité des entreprises en charge de la réalisation des opérations. Ces entreprises seront sélectionnées par EDF dans le cadre d'appels d'offres. Dans les spécifications environnementales des contrats, la provenance des matériaux ainsi que leur quantité sont demandées ; ces éléments permettent d'estimer l'impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre lors de l'examen des offres.

92 - Le rabattement de nappe consiste à mettre en place un système de pompage afin de baisser temporairement le niveau d'une nappe phréatique.

3.2.3 Les renforcements de sol

3.2.3.1 Contexte et enjeux

Le site d'implantation du projet EPR2 de Gravelines est caractérisé par des terrains fortement compressibles sur une épaisseur importante (plusieurs dizaines de centimètres), compte tenu de la géologie (). Des renforcements de sol avaient ainsi été réalisés avant la construction des réacteurs 900 MWe au début des années 1980 pour éviter les tassements de sols, qui auraient pu avoir les conséquences potentielles suivantes :

- > dommages structurels : les tassements peuvent causer des déformations et des fissures sur les bâtiments, compromettant ainsi leur intégrité et leur stabilité ;
- > problèmes de drainage : les tassements peuvent modifier la topographie du sol et perturber les systèmes de drainage, entraînant des problèmes d'accumulation d'eau, d'inondations et de stagnation. Cela pourrait générer des conséquences négatives sur le fonctionnement des réacteurs et des difficultés en cas d'inondation externe ;
- > défaillance des infrastructures souterraines : les conduites, câbles et tunnels situés sous terre peuvent être particulièrement sensibles aux tassements, avec à la clé des ruptures ou des fuites ;
- > impact sur les équipements : les tassements peuvent affecter le fonctionnement des équipements, notamment les machines rotatives, les pompes, les moteurs et autres dispositifs mécaniques. Les modifications d'alignement peuvent compromettre l'efficacité et la fiabilité de ces équipements.

Les projets EPR réalisés ou en cours à ce jour (Olkiluoto 3, Taishan, Flamanville 3, Hinkley Point C) sont, pour la plupart, implantés sur des sols rocheux, avec des tassements anticipables de l'ordre de quelques millimètres.

Ainsi, pour le projet EPR2 de Gravelines, la maîtrise des tassements est un enjeu majeur, aussi bien pour la sûreté que pour la préservation des bâtiments (patrimoine industriel) : le renforcement de sol est une des principales opérations des travaux préparatoires, qui explique en partie leur durée allongée par rapport au projet EPR2 de Penly.

Pour répondre à cet enjeu, EDF, appuyé par des bureaux d'études disposant de compétences géotechniques, a lancé une démarche visant à rechercher des solutions techniques de maîtrise des risques précités.

3.2.3.2 Géologie du site

La géologie du site d'implantation des réacteurs EPR2 présente des caractéristiques similaires à celle du CNPE existant. En effet, sous une couche de terre végétale visible se trouve un enchaînement de couches horizontales de sables et d'argiles se succédant jusqu'à la craie, en profondeur (voir figure 31).

Figure 31. Stratigraphie du site d'implantation du projet EPR2 de Gravelines



Dans le détail, ces couches sont les suivantes :

- > les horizons flandriens sur une hauteur d'au moins 32 mètres pouvant être décomposés en trois niveaux sableux (N1, N2 et N3) et une couche de transition limoneuse (N2-N3) :
 - le niveau N1, qui présente des passées limoneuses ;
 - le niveau N2, constitué de sables propres très denses ;
 - le niveau N3, composé de sable coquillier légèrement plus grossier, propre et très dense ;
- > l'argile des Flandres, sur une épaisseur évaluée à 100 mètres dont environ 20 mètres d'argile altérée ;
- > les sables d'Ostricourt (15 mètres) et argiles de Louvil (32 mètres d'épaisseur) ;
- > le substratum de craie dont le toit se situe vers -171 mètres NGF⁹³.

Des reconnaissances préliminaires ont été effectuées à l'été 2023. Elles ont permis de réduire les incertitudes sur la stratigraphie⁹⁴ et les caractéristiques mécaniques des sols, et ont permis de conforter les hypothèses de travail des bureaux d'études.

93 - Le nivellement général de la France (NGF) constitue un réseau de repères altimétriques disséminés sur le territoire français métropolitain continental, ainsi qu'en Corse, dont l'IGN a aujourd'hui la charge. En France métropolitaine, le niveau 0 mètre NGF correspond au niveau moyen de la mer à Marseille.

94 - La stratigraphie est une discipline des sciences de la Terre qui étudie la succession des différentes couches géologiques ou strates.

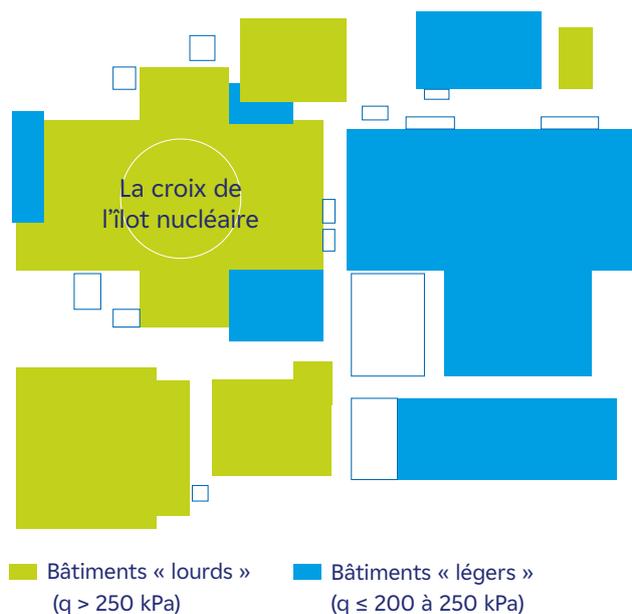
3.2.3.3 Principales caractéristiques des ouvrages EPR2

Pour tenir compte de cette géologie particulière, le niveau supérieur des sables flandriens sous les réacteurs du CNPE de Gravelines a été remplacé par une dalle ternaire. D'une épaisseur comprise entre 1,5 mètre et 4 mètres selon les zones, elle est peu ferrailée, et constituée de granulats de haut fourneau, de laitier de haut fourneau et de chaux vive.

Par rapport aux réacteurs existants, les îlots nucléaires des réacteurs EPR2 en projet sont caractérisés par une augmentation significative des surfaces des bâtiments et des quantités de béton associées à leur réalisation. La charge sous les bâtiments de l'îlot nucléaire (bâtiments « de la croix ») d'un EPR2 est ainsi approximativement deux fois celle d'un double îlot nucléaire de 900 MWe. De plus, l'augmentation de la masse des bâtiments de la croix est plus importante que celle des bâtiments périphériques isolés, ce qui accroît d'autant les risques de tassements différentiels entre les bâtiments de masses différentes.

Les bâtiments ont été classés selon la surcharge nette apportée au sol : les **bâtiments dits « lourds »** correspondent à une surcharge nette de plus de 250 kPa⁹⁵ et les **bâtiments dits « légers »** à une surcharge nette de moins de 250 kPa (voir figure 32). Cette valeur de 250 kPa correspond à la contrainte moyenne au sol apportée par les ouvrages de l'îlot nucléaire des réacteurs actuels de 900 MWe.

Figure 32. Surcharges sous les bâtiments



95 - kPa : kilopascal (unité internationale de mesure de la pression).

96 - Le terme « flottantes », lorsqu'il est appliqué aux inclusions rigides, met en évidence le fait que ces dernières n'atteignent pas le substratum de tassement.

3.2.3.4 Les solutions de renforcement de sol étudiées

Au regard des caractéristiques géologiques, quatre solutions (représentées sur la figure 34 ci-contre) ont été analysées par les bureaux d'études.

La solution 1 consiste à créer une **dalle de répartition en béton** armé supportant l'ensemble des bâtiments.

La solution 2 consiste à créer un **remblai traité non ferrailé** de quelques mètres d'épaisseur.

La solution 3 consiste en un renforcement dans l'épaisseur des sables flandriens (25 à 30 mètres) par **soil mixing**. Il s'agit alors de réaliser des casiers en un mélange de ciment et de sable (voir figure 33).

La solution 4 consiste en un **renforcement par inclusions rigides flottantes**⁹⁶ traversant entièrement les sables et arrêtées dans l'argile des Flandres.

Figure 33. Exemple de renforcement de sol par soil mixing



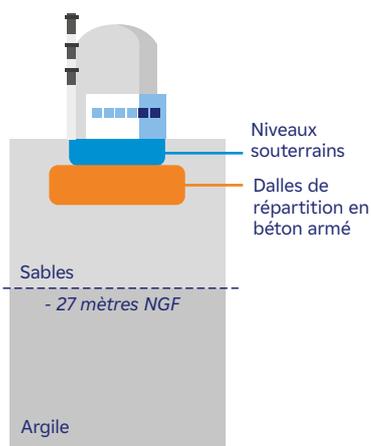
© EDF TEGG

Ces solutions ne concernent pas les mêmes couches de terrain :

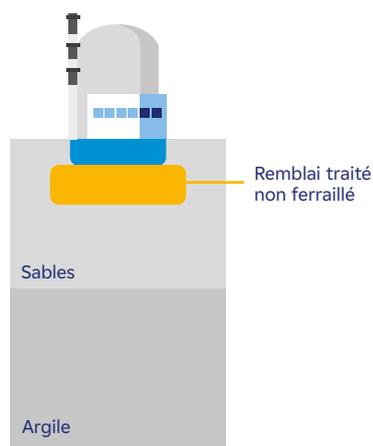
- > les solutions 1 et 2 intéresseraient les premiers mètres d'épaisseur de sables flandriens sous les bâtiments ;
- > la solution 3 pourrait permettre de renforcer la quasi-totalité des sables, soit 25 à 30 mètres d'épaisseur ;
- > la solution 4 est la seule qui pourrait renforcer les sables et la partie supérieure des argiles. Les pieux ou barrettes permettent en effet de renforcer des couches profondes.

Figure 34. Les solutions de renforcement des sols étudiées

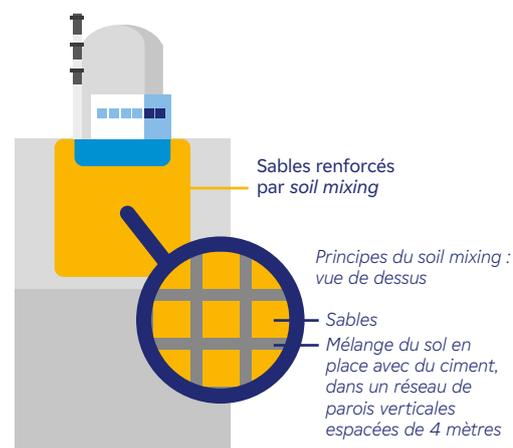
1 Dalle de répartition



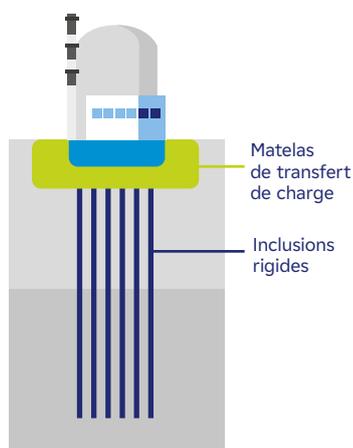
2 Remblai traité non ferrillé



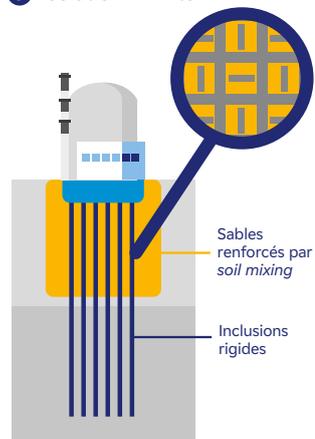
3 Soil mixing



4 Inclusions rigides



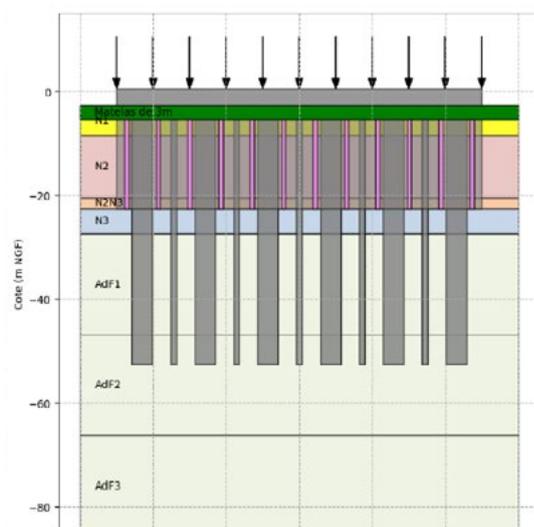
5 Solution « mixte »



Les bureaux d'études étaient incités à proposer des solutions alternatives, en complément de ces quatre solutions de base. C'est ainsi qu'une cinquième solution, dite « mixte », a été proposée, combinant les solutions 3 et 4. Cette solution industrielle consiste à combiner le *soil mixing*, en combinaison avec des inclusions rigides par barrettes en profondeur.

La force exercée par les bâtiments sur le sol (représentée par les flèches noires) est reprise principalement par les inclusions rigides, ce qui permet de limiter le tassement des sables sous les bâtiments les plus lourds comme ceux de l'îlot nucléaire.

Figure 35. Vue en coupe de la solution « mixte » de renforcement de sol



3.2.3.5 Pour le projet EPR2 de Gravelines, une combinaison de solutions pour assurer le renforcement de sol

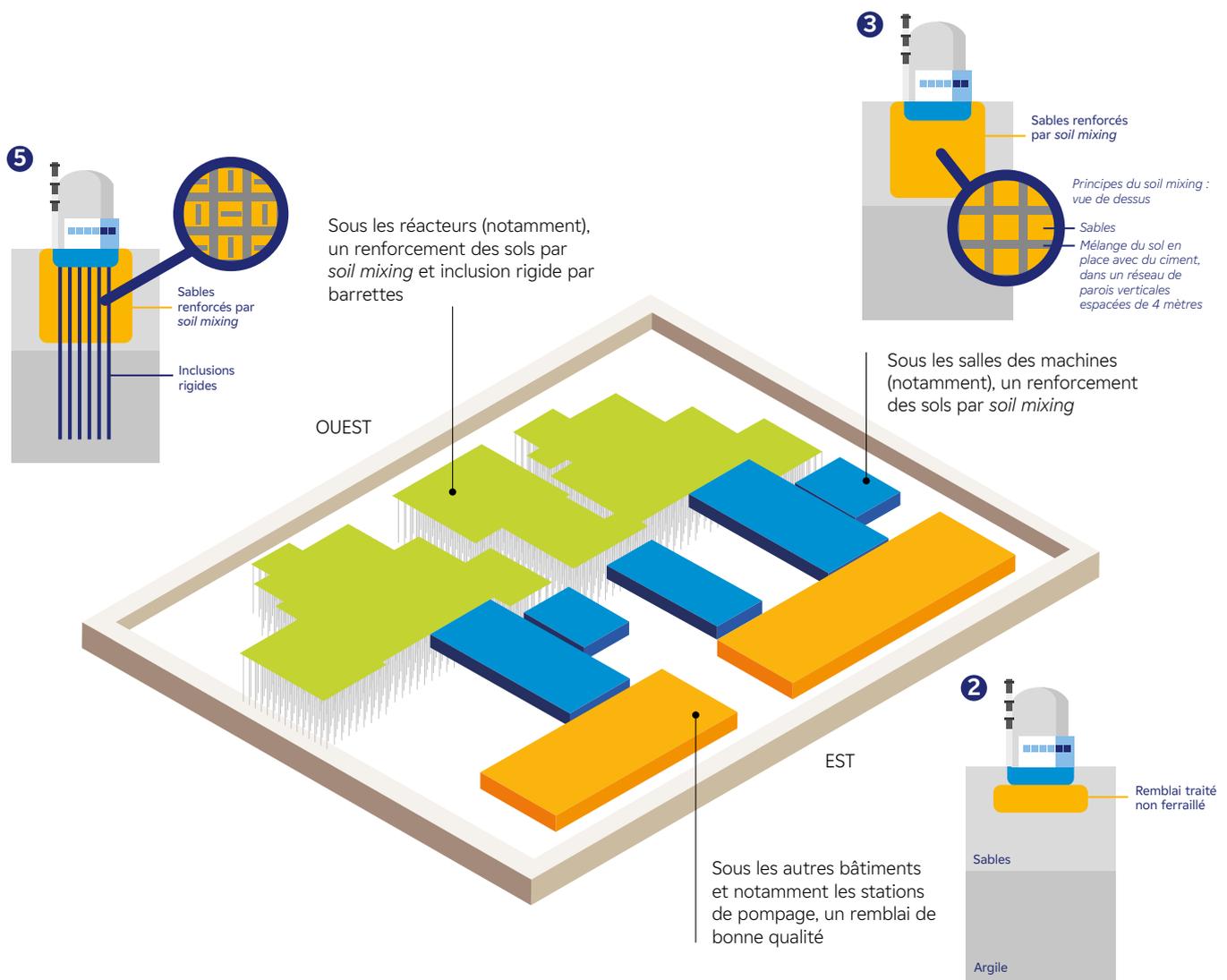
Le travail mené avec les bureaux d'études a montré qu'une solution unique de renforcement de sol ne pouvait pas convenir à tous les bâtiments des réacteurs EPR2. Ainsi, une combinaison de solutions a été réfléchie, selon les poids des différents bâtiments :

> pour les bâtiments les plus lourds, la solution « mixte » qui combine le *soil mixing* et les inclusions rigides est la plus appropriée pour répondre aux exigences de sûreté, tout en permettant de maximiser la réplification des bâtiments ;

> pour les bâtiments « légers » comme la salle des machines, la technique du *soil mixing* (solution 3, en bleu sur la figure) est la plus appropriée ;

> enfin, pour les autres bâtiments (comme les bâtiments de la source froide), EDF retient la solution du remblai de bonne qualité (solution 2, en orange sur la figure ci-dessous).

Figure 36. Synthèse des solutions de renforcement des sols retenues pour le projet EPR2 de Gravelines



3.2.3.6 Conclusion et prochaines étapes

Les solutions précédemment décrites ne présentent pas de caractère exceptionnel, dans la mesure où elles sont couramment mises en œuvre, et bien maîtrisées par un panel d'entreprises spécialisées suffisamment large (Préfecture de Fort-de-France par exemple pour la solution 3, Pont Rion-Antirion en Grèce pour la solution 4).

Ces solutions demeurent cependant peu répandues dans le domaine nucléaire, même si elles ont déjà été mises en œuvre pour la construction des diesels d'ultime secours⁹⁷ sur certains sites EDF ou de l'ICEDA (Installation de conditionnement et d'entreposage des déchets activés à Bugey) par exemple.

Les conditions de mise en œuvre des différentes solutions restent ainsi à préciser à partir des résultats d'une nouvelle campagne de reconnaissance géotechnique à réaliser.

> CAMPAGNES GÉOTECHNIQUES

Avant les travaux préparatoires, des essais de sol doivent être effectués. Ces essais permettront ensuite de déterminer la conception détaillée ainsi que les calculs de dimensionnement des renforcements de sol ; mais aussi des ouvrages à construire pour les travaux de terrassement (murs de soutènement et parois du canal par exemple).

Une première campagne géotechnique a déjà été effectuée pour alimenter les réflexions précédemment décrites. Une deuxième de grande ampleur visant à valider les caractéristiques

actuellement connues du sol va débiter.

Cette campagne consiste à forer le sol pour prélever des échantillons afin de déterminer précisément la nature du sol (sable, argile ou craie), ses caractéristiques mécaniques (compressibilité) et d'implanter des appareils (piézomètres) mesurant le niveau des nappes d'eau souterraine pour les besoins du chantier et de l'exploitation future du site.

Pour obtenir ces résultats, des engins équipés de forets et de différents instruments de mesure vont venir

investiguer aux endroits stratégiques (par exemple : position des bâtiments lourds, position du canal d'amenée). Des mesures seront faites sur place et une analyse sera réalisée par des experts EDF.

Ces reconnaissances se faisant sur un terrain partiellement vague et occupé par différentes espèces de faune et flore, les travaux sont cadencés pour ne pas gêner la nidification des oiseaux migrateurs ainsi que la reproduction des autres espèces sur place.

Figure 37. Exemple de campagne géotechnique



© DF TEGG

97 - Les Diesels d'ultime secours (DUS) constituent un moyen d'alimentation électrique complémentaire et indépendant permettant notamment d'alimenter, en cas de perte des autres alimentations électriques externes et internes, les systèmes et les composants qui garantissent la sûreté des installations : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2022-12/DUS%20VDEF.pdf>

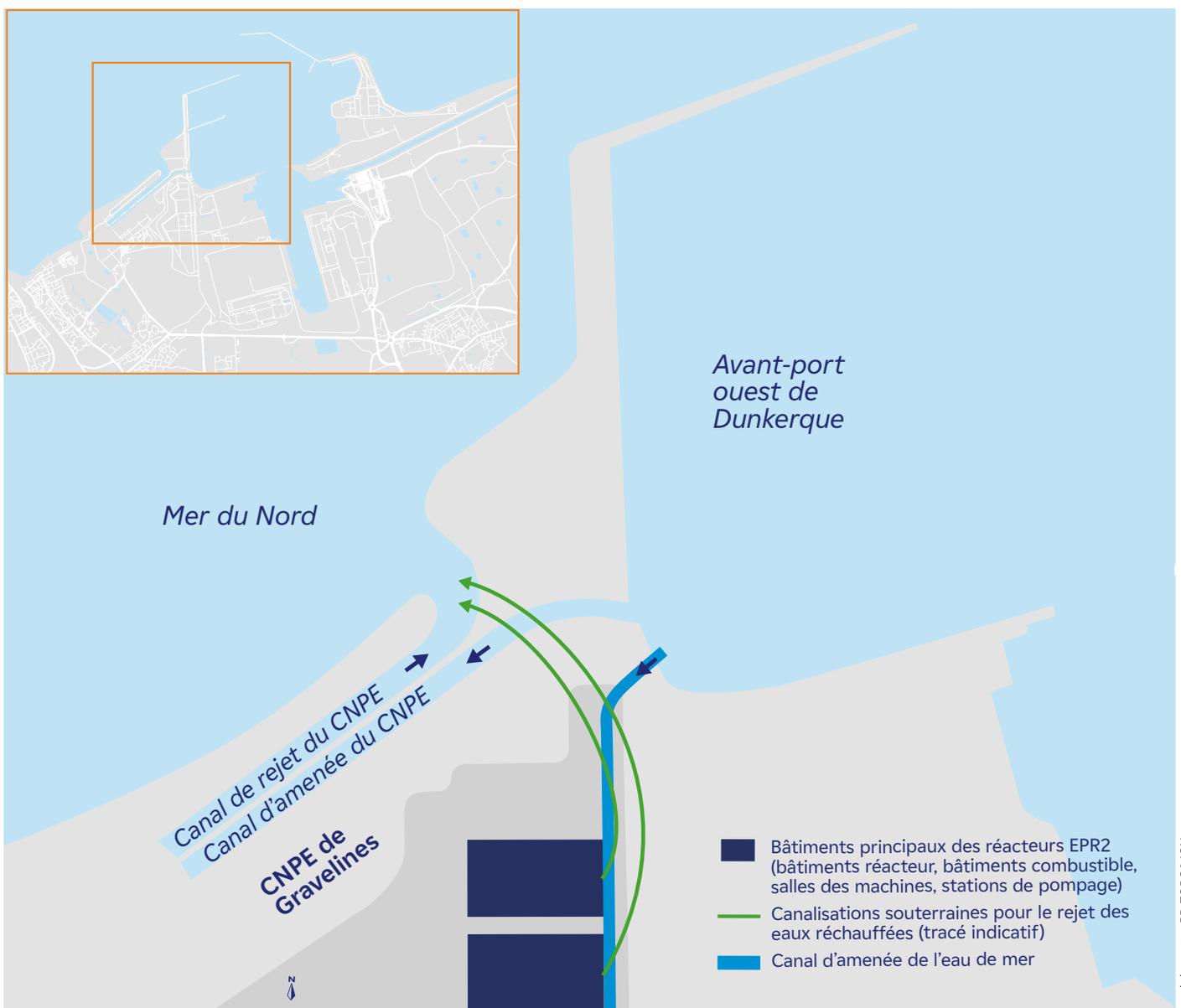
3.2.4 La réalisation des ouvrages nécessaires au refroidissement

Situés en bord de mer, les réacteurs EPR2 projetés à Gravelines seront refroidis par un circuit de type ouvert (). Les travaux comprennent ainsi la réalisation d'un canal d'amenée, distinct de celui du CNPE, et de deux canalisations souterraines de rejet débouchant à l'extrémité du canal de rejet du CNPE.

Le canal permet d'amener l'eau de mer de l'avant-port Ouest de Dunkerque jusqu'aux stations de pompage. D'une largeur d'environ 30 mètres et d'une profondeur d'environ -10 mètres NGF, le canal s'étend sur près d'un kilomètre.

Les canalisations de rejet (une par réacteur EPR2) assurent l'évacuation de l'eau de mer réchauffée, rejetée à l'extrémité du canal de rejet du CNPE de Gravelines. Les canalisations, d'un diamètre de l'ordre cinq mètres, seraient creusées par des tunneliers, sur une longueur d'environ 1,5 kilomètre.

Figure 38. Localisation du canal d'amenée et des canalisations de rejet





Note au lecteur

Cette partie propose une première appréciation des effets des travaux préparatoires sur l'environnement. L'étude d'impact environnemental qui vient d'être engagée et qui sera achevée en 2025 (selon le calendrier prévisionnel du projet) décrira plus précisément ces effets et les mesures d'évitement, de réduction et de compensation à mettre en œuvre.

3.2.5 Les principaux effets environnementaux pendant les travaux préparatoires

3.2.5.1 La gestion des déblais

Compte tenu de la nature des travaux, le volume de déblais générés serait de l'ordre de 700 000 mètres cubes, dont 140 000 mètres cubes proviendraient de la construction des canalisations de rejet et 560 000 du creusement du nouveau canal d'amenée. Au regard des volumes concernés, EDF s'est fixé comme objectif que les matériaux excavés soient, dans la mesure du possible, réutilisés sur place.

Les matériaux non réutilisables et non valorisables du fait de leurs caractéristiques techniques pourraient faire l'objet de stockage définitif ou d'aménagements paysagers.

D'après les premières réflexions sur l'organisation des travaux préparatoires, **la gestion des déblais pourrait être intégralement assurée dans le périmètre du chantier.**

3.2.5.2 Les milieux naturels

Bien que le site du projet soit fortement transformé par l'activité humaine, passée et actuelle, il accueille des habitats et espèces qui présentent un enjeu environnemental. Par exemple, la darse qui serait comblée présente un enjeu notable puisqu'elle constitue une zone nourricière pour le hareng de l'Atlantique et l'avifaune. De plus, plusieurs espaces naturels remarquables sont présents à proximité (voir figure 39) : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) des dunes de Gravelines au sud-ouest, ZNIEFF de la plaine maritime flamande entre Watten, Loon-Plage et Oye-Plage au sud, Zone spéciale de conservation et Zone de protection spéciale Bancs des Flandres.

Le site étant en bord de mer, l'organisation de la phase de construction des réacteurs EPR2 doit prendre en compte les milieux naturels marin et terrestre.

Figure 39. Carte de situation des zones environnementales



Le milieu naturel marin est déjà bien connu d'EDF. En effet, chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance écologique et halieutique à l'IFREMER⁹⁸, selon lequel « *la variabilité spatiale et temporelle des paramètres pélagiques, benthiques et halieutiques⁹⁹, suivis dans le cadre de la surveillance réglementaire du CNPE de Gravelines en 2022, ne montrent pas d'évolution ou de comportement atypique pouvant être mis en relation directe soit avec le fonctionnement du CNPE, soit avec le contexte hydroclimatique exceptionnellement chaud et sec qui a caractérisé cette année* »¹⁰⁰. L'objectif de la surveillance pérenne est de suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur et de détecter une évolution anormale de l'écosystème, sur le long terme, qui pourrait être attribuable au fonctionnement du CNPE. Dans le cadre du projet EPR2, des inventaires complémentaires du milieu naturel maritime sont en cours à proximité immédiate du site d'implantation et de la zone chantier, afin d'évaluer précisément les enjeux en présence.

Les inventaires menés par EDF concernent aussi le milieu naturel terrestre, qui présente une certaine diversité de milieux, entre pelouses des dunes grises, plages, fourrés, dunes blanches, canaux et fossés. Ils accueillent de nombreuses espèces, dont certaines sont protégées, comme les Sternes pierregarin et l'Ophrys abeille.

Par la suite, et en fonction de ces enjeux, **l'étude d'impact environnemental du projet () devra définir les mesures d'évitement et de réduction à mettre en œuvre, et, le cas échéant, de compensation.**

Figure 40. Phoque en mer du Nord



© EDF Gravelines

Figure 41. Prélèvement de groseilles de mer au large de Gravelines, par la SNSM missionnée par EDF



© EDF Gravelines

LA SOCIÉTÉ NATIONALE DE SAUVETAGE EN MER (SNSM) : UN APPUI POUR LA PRÉSERVATION ET LA SURVEILLANCE DE LA MER DU NORD

Une convention nationale entre EDF et la SNSM prévoit la réalisation à Gravelines de prélèvements en mer permettant de contrôler le niveau de radioactivité naturellement présente dans l'eau de mer. Cette convention prévoit aussi la réalisation de prélèvements à la demande de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) destinés à mesurer la température, la salinité de l'eau, le pH, la vitesse et la direction des courants, etc. L'IFREMER peut ainsi évaluer précisément l'effet du CNPE de Gravelines sur le milieu marin. Enfin, la SNSM effectue une surveillance de la prolifération saisonnière des groseilles¹⁰¹ de mer (une espèce de plancton gélatineux) afin de pouvoir anticiper si besoin des arrêts et baisses de production.

98 - L'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) est un établissement public à caractère industriel et commercial dédié à la connaissance de l'océan.

99 - Les espèces vivant dans la colonne d'eau, plus ou moins proche de la surface, sont dites pélagiques ; celles vivant sur le fond ou dans le sédiment sont dites benthiques. Les espèces halieutiques sont celles exploitées par les pêcheurs (poissons, crustacés et mollusques).

100 - Rapport environnemental annuel relatif aux installations nucléaires du CNPE de Gravelines 2022 (page 61) : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2023-06/Rapport%20Environnement%202022%20-%20CNPE%20de%20Gravelines.pdf>

101 - Les groseilles de mer sous surveillance, au large de la centrale nucléaire de Gravelines : <https://france3-regions.francetvinfo.fr/hauts-de-france/nord-0/les-groseilles-de-mer-sous-surveillance-au-large-de-la-centrale-nucleaire-de-gravelines-2977514.html>

Figure 42. Sternes pierregarin, espèce d'oiseaux protégées par le code de l'environnement



© EDF Gravelines

➤ DES AMÉNAGEMENTS POUR ACCUEILLIR LES STERNES PIERREGARIN

Depuis 2019, les équipes du CNPE de Gravelines entretiennent la « dune aux Sternes », un espace totalement dédié à l'accueil d'une colonie de Sternes pierregarin, espèce d'oiseau protégée par le code de l'environnement. La nouvelle plateforme créée pour les Sternes pierregarin de 2 000 m² a été aménagée à proximité, en complément, pour accueillir de nouveaux couples nicheurs.

3.2.5.3 Les nuisances potentielles pour le voisinage

Les nombreuses activités sur site pendant la construction sont susceptibles de générer des nuisances. Bien que le site soit relativement éloigné des premières habitations, situées à plus d'un kilomètre, des mesures d'évitement et de réduction des nuisances seront mises en œuvre. **EDF dispose de retours d'expérience de ses différents chantiers ; ses enseignements guident la définition de mesures environnementales et l'adoption de « bonnes pratiques » de nature à limiter l'impact des travaux pour le voisinage.**

Par exemple, des poussières peuvent être émises par les travaux de terrassement de la plateforme, la circulation d'engins de chantier et les stocks de matériaux. L'arrosage des pistes, le lavage des camions, la couverture voire l'ensemencement des stocks de matériaux (selon la durée de leur entreposage) sont autant de mesures qui permettraient de limiter les envols de poussières. Enfin, l'accès au chantier et aux zones d'installation de chantier devrait se faire par un réseau de voiries bitumées ce qui limitera l'envol de poussières lié à la circulation des engins.

Pour le bruit, l'utilisation d'équipements homologués, en bon état et bien entretenus, est une mesure fondamentale pour réduire les émissions. Il s'agit des véhicules, des centrales à béton, des groupes électrogènes. L'insonorisation d'équipements et l'installation de silencieux est une option complémentaire pour les équipements les plus bruyants. Cependant, les avertisseurs de recul sur les véhicules de chantier demeurent indispensables et obligatoires pour des raisons de sécurité.

Pour limiter les émissions lumineuses, l'implantation de l'éclairage sera évolutive au fur et à mesure de l'avancement des travaux, et les éclairages seront limités vers le bas.

3.3 Les travaux de construction des réacteurs EPR2

Selon le planning prévisionnel du projet EPR2 de Gravelines, et sous réserve de l'obtention de l'autorisation de création (), les travaux de construction des réacteurs EPR2 commenceraient au premier semestre 2031 avec le « premier béton » de l'îlot nucléaire.

3.3.1 Les travaux de génie civil

Les travaux de génie civil se dérouleraient sur la zone d'implantation des réacteurs EPR2. Ils comprennent la mise en place de ferrailage et le coulage du béton structural pour le bâtiment réacteur et les bâtiments auxiliaires, construits en béton armé. Des ateliers de préfabrication (voir encadré page suivante) sont prévus sur la zone de chantier. Les travaux de génie civil nécessitent l'utilisation de nombreux moyens de levage (grues à tour, grues mobiles).

LES HORAIRES DES TRAVAUX

Selon l'avancement du chantier et la nature des opérations, les horaires des travaux sont susceptibles de varier. Par exemple, une organisation en 3x8 peut être mise en œuvre pour les tâches ininterrompibles de plusieurs jours (par exemple pour le bétonnage en continu du radier lors du premier béton).

Figure 43. Construction des bâtiments des salles des machines, réacteurs EPR de Hinkley Point C



© EDF Hinkley Point C EPR

Figure 44. Les différentes phases des travaux de construction



© EDF Gravelines - SANTER VANHOOF Architectes - Juin 2024

Les travaux de construction commencent par le génie civil, avec de nombreuses grues sur site.

LA PRÉFABRICATION : UN DES LEVIERS POUR SIMPLIFIER LA CONSTRUCTION D'UN RÉACTEUR EPR2

La préfabrication consiste à réaliser en usine des équipements ou modules complets (parfois de grande taille) puis, après finalisation éventuelle sur le site du chantier, à les installer directement sur les bâtiments. Cette solution facilite les travaux, et permet de sécuriser et réduire le temps de construction. Largement mise en œuvre sur les chantiers des EPR de Taishan (en Chine) et de Hinkley Point C (au Royaume-Uni), cette solution a confirmé son efficacité et les chantiers des réacteurs EPR2 l'exploiteront pleinement.

Exemple de la préfabrication du liner métallique de l'enceinte :

Sur l'EPR de Flamanville, le liner métallique de l'enceinte était constitué d'une multitude de tôles d'acier mises en place les unes après les autres et soudées entre elles sur place, dans des conditions souvent difficiles avec des travaux en hauteur, soumis aux conditions météorologiques (ces travaux intervenaient, sur la figure 45, sur les passerelles blanches, sous les bâches bleues).

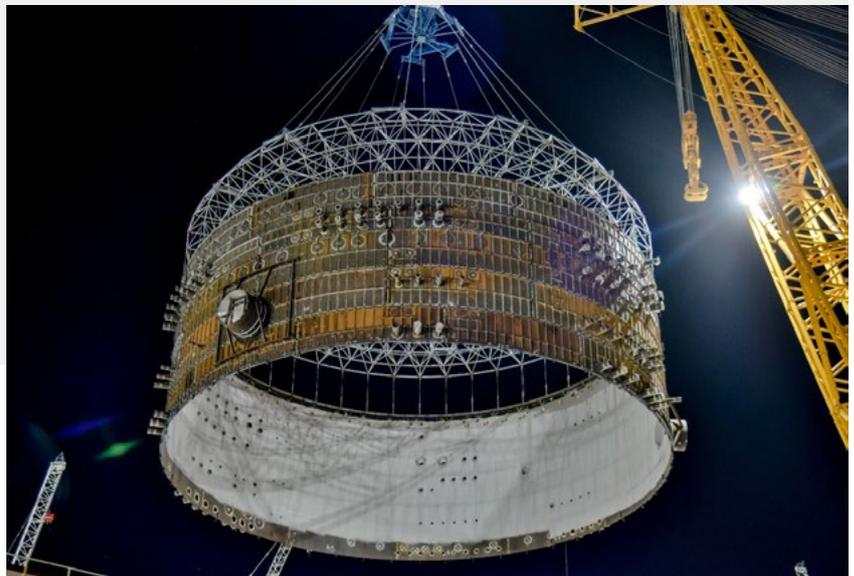
À partir de Hinkley Point C, de grands ensembles du liner sont assemblés entre eux dans une zone de préfabrication abritée, au sol, pour constituer des « rondeaux » de 170 tonnes directement manutentionnés avec une grue lourde, et minimisant les soudures à faire *in situ* (voir figure 46).

Figure 45. Mise en place du liner métallique de l'enceinte de l'EPR de Flamanville tôle par tôle



© EDF Flamanville

Figure 46. Élément préfabriqué du liner métallique sur le chantier de l'EPR de Hinkley Point C



© EDF Hinkley Point C EPR

Pour une paire de réacteurs EPR2, un volume de béton de l'ordre de

1 000 000 m³

et près de

200 000 tonnes

de ferrallages, soit l'équivalent de

30 tours Eiffel¹⁰² et de

11,5 viaducs de Millau¹⁰³

102 - D'où vient le fer de la Tour Eiffel : <https://www.toureffel.paris/fr/actualites/histoire-et-culture/dou-vient-le-fer-de-la-tour-eiffel>

103 - Viaduc de Millau : un degré de précision inégalé, une fierté sans borne : <https://www.eiffagegeniecivil.com/viaduc-millau#:~:text=Il%20est%20composé%20de%20sept.000%20tonnes%20de%20charpente%20métallique.>

3.3.2 Les montages électromécaniques

Un réacteur EPR2 comprend un ensemble de composants tels qu'une cuve, des générateurs de vapeur, des réservoirs, des échangeurs thermiques, reliés entre eux par des tuyauteries, équipés de robinets et de pompes. Ces équipements doivent faire l'objet de **montages mécaniques** (fixation, supportage, soudage, etc.) afin de constituer les circuits permettant de faire fonctionner le process industriel.

La phase de **montages électriques** et de câblage permet ensuite la mise en place des tableaux électriques, et de l'ensemble du contrôle commande nécessaire au pilotage de l'installation. En effet, les organes tels que les pompes ou les vannes sont alimentés par des tableaux électriques, et commandés à distance, depuis la salle de commande, grâce aux équipements de contrôle commande et de régulation.

Pour une paire de réacteurs EPR2 : au moins **300 kilomètres de tuyauteries** pour les îlots nucléaires et conventionnels, plus de **20 000 vannes** dans les îlots nucléaires, autour de **3 000 kilomètres** de câblages pour le contrôle-commande et l'électricité (soit plus de 12 fois la distance entre Gravelines et Paris), au moins **500 armoires** dédiées au contrôle-commande.

Figure 47. Les différentes phases des travaux de construction



© EDF Gravelines - SANTER VANHOOF Architectes - Juin 2024

Après le génie civil, les montages électromécaniques interviennent dans les bâtiments. Des ateliers de préfabrication alimentent les opérations.

Figure 48. Montages mécaniques sur le chantier de l'EPR de Flamanville en 2014



© EDF Flamanville

Figure 49. Montages électriques sur le chantier de l'EPR de Flamanville en 2014



© EDF Flamanville

3.3.3 Les essais

Les épreuves hydrauliques de chaque circuit interviennent à la fin de leur montage. Les équipements sont testés en les mettant sous pression avec de l'eau : la pression exerce un effort mécanique sur les parois, les soudures ou les liaisons boulonnées, et permet de déceler d'éventuels défauts. Les essais sont réalisés tout d'abord pour chaque circuit indépendamment les uns des autres, puis l'ensemble est testé, avant de charger le combustible et de procéder aux essais de démarrage.

Ces différents essais doivent démontrer que les installations fonctionnent tel que prévu à la conception. Les essais de démarrage doivent permettre, en particulier, de s'assurer que les fonctions des réacteurs sont remplies conformément à ce qui était prévu en conception, et que les performances des matériels ou des systèmes sont conformes à leurs spécifications.

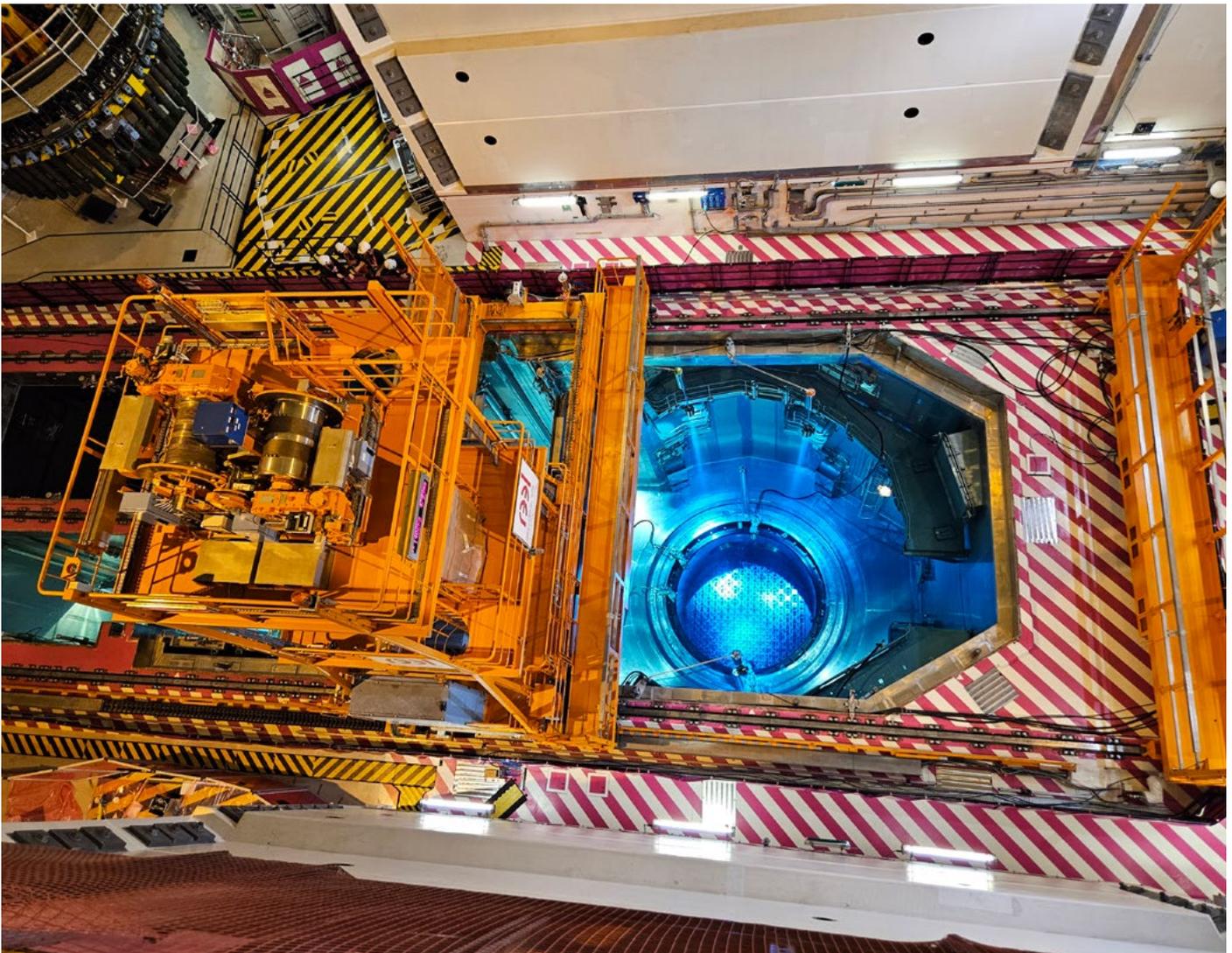
Figure 50. Les essais de l'EPR de Flamanville depuis la salle de commande



© EDF Flamanville

Voir aussi la vidéo des essais à froid du système hydraulique du réacteur EPR de Flamanville : <https://www.youtube.com/watch?v=7gTUV6sC7eA>

Figure 51. Fin du premier chargement du combustible du réacteur EPR de Flamanville 3, le 15 mai 2024



© EDF Flamanville



Note au lecteur

Cette partie propose une première appréciation des effets du chantier de construction des réacteurs EPR2 sur l'environnement. L'étude d'impact environnemental qui vient d'être engagée et qui sera achevée en 2025 (selon le calendrier prévisionnel du projet) décrira plus précisément ces effets et les mesures d'évitement, de réduction et de compensation à mettre en œuvre.

Par ailleurs, outre les effets environnementaux directs du chantier décrits dans cette partie, les effets indirects sont présentés dans le chapitre 5 du dossier, notamment sur l'aménagement du territoire et sur les aspects socio-économiques.



revient plus précisément sur l'analyse du cycle de vie du kWh nucléaire.

3.3.4 Les principaux effets environnementaux directs du chantier

3.3.4.1 La gestion de l'eau

Le chantier nécessitera de l'eau : **au plus fort des travaux de génie civil, la consommation atteindrait 186 000 m³ par an, compte tenu de la fabrication du béton** (principalement utilisé pendant les travaux de construction).

L'eau servira également au nettoyage et à l'entretien des matériels et à l'arrosage des pistes pour limiter les envols de poussières (). Pour le projet EPR2 de Gravelines, il est prévu que l'eau provienne du réseau d'eau industrielle du Syndicat de l'eau du Dunkerquois. Dans la mesure du possible, et afin de limiter la consommation, l'eau sera recyclée : par exemple, les eaux de lavage (pistes et engins de chantier) pourraient être collectées et utilisées pour la production d'une partie du béton.

Pendant la phase de montages électromécaniques, au moment de la première mise en projeté des équipements sensibles et des premiers rinçages internes des tuyauteries, de l'eau déminéralisée sera nécessaire (). La station de déminéralisation prévue pour l'exploitation sera opérationnelle à ce stade. Les intervenants du chantier ont par ailleurs besoin d'eau potable. Elle proviendra du réseau d'eau potable de la collectivité. Les eaux usées seront collectées et traitées par le réseau public d'assainissement dont la capacité est suffisante.

3.3.4.2 La logistique du chantier

La situation du site d'implantation du projet EPR2 de Gravelines présente plusieurs opportunités pour l'acheminement des matériaux et composants nécessaires à la construction des installations.

En effet, le GPMD dispose de son propre réseau ferroviaire, en communication avec le réseau ferré national. Ce réseau dessert de nombreuses entreprises du port, dont le CNPE de Gravelines. Sur le port ouest, un faisceau ferroviaire longe la route du Grand Colombier. Un terminal ferroviaire pourrait être créé dans le prolongement des installations existantes. Il permettrait la réception et le déchargement de trains, tant pour les besoins du chantier de construction des réacteurs EPR2 que pour ceux du CNPE de Gravelines. Ces opportunités seront proposées par EDF et discutées avec les entreprises en charge des travaux.

De plus, dans le cadre du projet Cap 2020, le GPMD étendra les infrastructures portuaires maritimes pour développer le secteur des conteneurs. Le transport maritime pourrait ainsi être utilisé pour l'acheminement de matériaux et d'équipements pendant le chantier de construction des réacteurs EPR2.

3.3.4.3 Le bilan carbone des travaux

La période de construction générera des émissions de gaz à effet de serre, qu'elles proviennent d'activités sur site (circulations d'engins par exemple) ou d'activités hors site (fabrication du ciment nécessaire à la production du béton par exemple). Si ces émissions ne peuvent être considérées comme négligeables à l'échelle de temps du chantier, elles restent à apprécier au regard des émissions de gaz à effet de serre pendant le fonctionnement des réacteurs EPR2, c'est-à-dire au moins 60 ans.

Ainsi, l'impact global de la phase de construction des réacteurs EPR2 de Gravelines sur le changement climatique est attendu comme faible au regard des résultats de l'analyse du cycle de vie (ACV) du kWh nucléaire (). Selon celle-ci, la construction des réacteurs représente 16 % de l'indicateur changement climatique évalué par l'ACV. Les principaux contributeurs au bilan sont le ciment (6 %), l'acier non allié (3 %) et le fer à béton (2 %).

Pour autant, des dispositions sont à prendre pour limiter les émissions de gaz à effet de serre pendant les travaux, parmi lesquelles :

- > la limitation du nombre d'engins en circulation ;
- > les limitations de vitesse et la coupure des moteurs à l'arrêt ;
- > l'utilisation de modes de transport alternatifs à la route : train, fret maritime ;
- > le développement des transports collectifs pour les intervenants des travaux.

À titre d'exemple, pour le chantier de construction des réacteurs EPR2 de Penly, la « méga-grue » utilisée pour la mise en place des éléments préfabriqués sera électrique¹⁰⁴.

3.3.4.4 L'impact paysager lié aux travaux sur site

La construction des réacteurs EPR2 induira une activité intense et durable sur le site. Elle se traduira notamment par la constitution de stocks temporaires de matériaux et de déblais, et par la présence de multiples équipements de grande hauteur comme des grues jusqu'à la fin de la construction (voir pages suivantes).

104 - Une grue électrique Sarens sur le chantier des EPR de Penly : <https://www.constructioncayola.com/infrastructures/article/2024/02/29/147931/une-grue-electrique-sarens-sur-chantier-des-epr-penly>

Figure 52. Vue prévisionnelle du chantier depuis le cheminement piéton de la rue de la Digue Level à Gravelines



Figure 53. Vue prévisionnelle du chantier depuis la route de l'Aquaculture à Gravelines



Figure 54. Vue prévisionnelle en fin de chantier





© EDF Gravelines - SANTER VANHOOF Architectes - Juin 2024



© EDF Gravelines - SANTER VANHOOF Architectes - Juin 2024



© EDF Gravelines - SANTER VANHOOF Architectes - Juin 2024



3.4 La phase d'exploitation

Avec une puissance de deux fois 1 670 MWe, la paire de réacteurs EPR2 de Gravelines produira au moins 20 TWh chaque année à partir de leur mise en service prévue à l'horizon 2038-2039, et ce pendant au moins 60 ans. Ces réacteurs seront exploités selon les dispositions appliquées par EDF pour les réacteurs nucléaires existants, tant en matière de sûreté, de sécurité et de maîtrise des impacts environnementaux et de surveillance.

« La sûreté vise à prévenir les accidents, tandis que la sécurité vise à empêcher les actes délibérés qui pourraient nuire à une installation ou conduire au vol de matières nucléaires. »

Source AIEA



revient plus en détail sur la sûreté des réacteurs EPR2.

3.4.1 Une maîtrise de la sûreté reposant sur les principes d'exploitation du parc nucléaire français

3.4.1.1 La prévention

Les réacteurs EPR2 présentent un très haut niveau de sûreté qui provient d'une part, d'une sûreté à la conception utilisant les standards les plus élevés dont les bases sont détaillées en , et d'autre part d'une sûreté en exploitation reposant sur les principes et meilleurs pratiques du parc nucléaire français.

Comme pour les installations actuellement en fonctionnement, il est prévu qu'EDF assure un **contrôle permanent** du niveau de sûreté des réacteurs EPR2.

Au quotidien, EDF surveille le bon fonctionnement de ses installations : surveillance des différents indicateurs sur le comportement des matériels, rondes sur le terrain, contrôles périodiques du bon fonctionnement des systèmes de sécurité des réacteurs...

Tous les 18 mois en moyenne, les **arrêts pour maintenance** permettent de procéder au renouvellement d'une partie du combustible. Ils permettent aussi de surveiller l'état des composants, de réaliser un certain nombre d'essais et, si nécessaire, de changer préventivement des composants dans le cadre des opérations de maintenance.

Tous les 10 ans, un réexamen approfondi de la sûreté de l'installation est réalisé. Ces **réexamens périodiques** sont l'occasion de mener les travaux rendus nécessaires pour intégrer l'expérience acquise en matière de sûreté, ainsi que les progrès faits dans la connaissance des risques. C'est au terme de ces visites de contrôle poussées que l'ASN valide l'autorisation de poursuivre l'exploitation du réacteur.

AMÉLIORATION CONTINUE : FOCUS SUR LE QUATRIÈME RÉEXAMEN PÉRIODIQUE DES RÉACTEURS DU CNPE DE GRAVELINES

Mis en service entre 1980 et 1985, les réacteurs 900 MWe du CNPE de Gravelines connaissent depuis 2021 et jusqu'en 2028 leur quatrième réexamen périodique. C'est dans ce cadre qu'une enquête publique relative au réexamen périodique des réacteurs n°1 et n°3 a été organisée du 2 avril au 3 mai 2024¹⁰⁵.

EDF a retenu comme orientation générale de tendre vers les objectifs de sûreté nucléaire fixés pour les réacteurs de troisième génération, dont le réacteur de référence EDF est l'EPR de Flamanville 3. Une concertation volontaire sur ce sujet a été organisée par le Haut comité

pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN), du 6 septembre 2018 au 31 mars 2019¹⁰⁶.

Dans ce cadre, de nombreuses modifications sont apportées aux réacteurs du CNPE de Gravelines, dont :

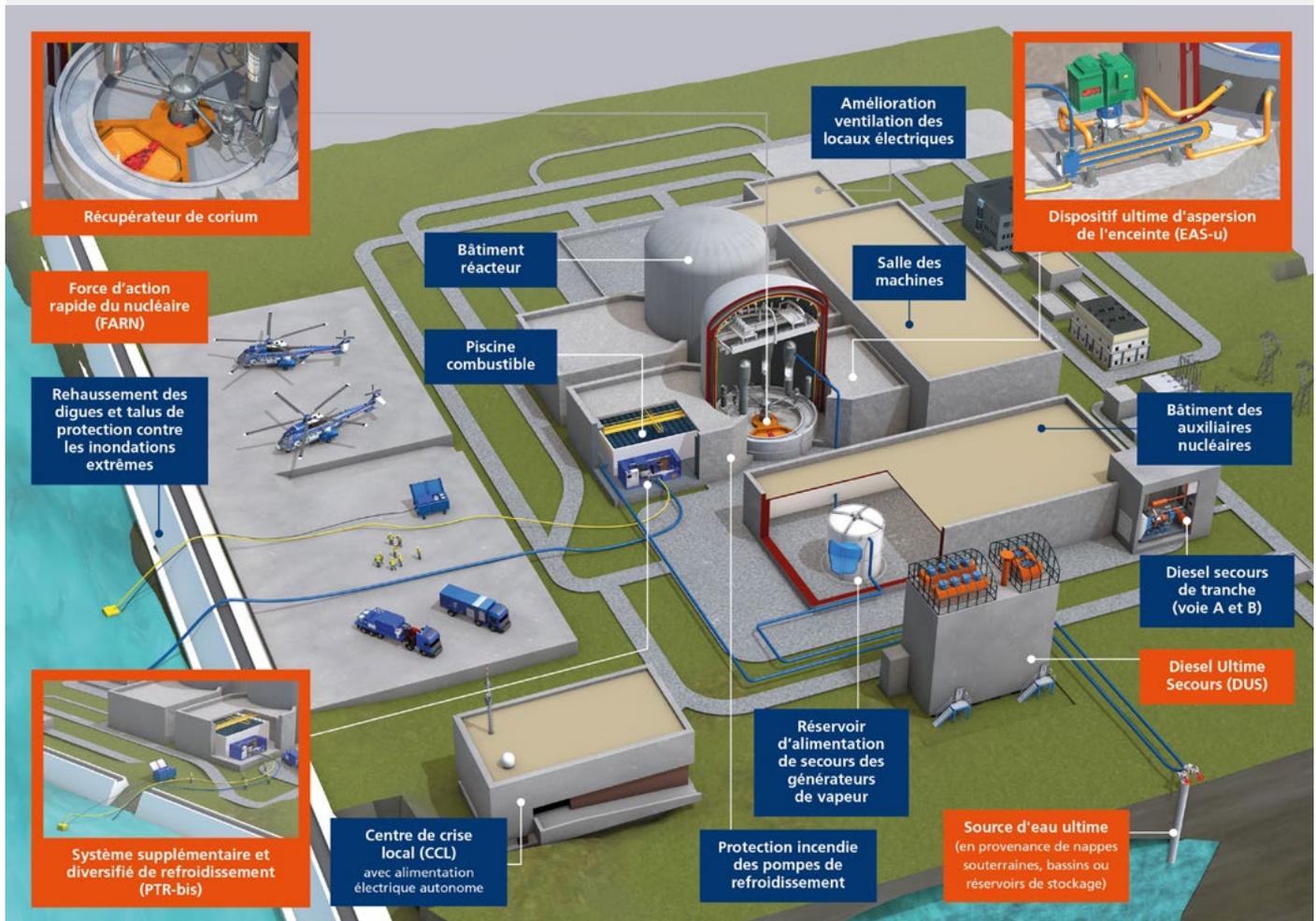
- > l'installation de nouvelles pompes comme le groupe motopompe du nouveau système d'aspersion de l'enceinte qui serait utilisé en situation accidentelle ;
- > l'installation d'un nouveau système numérique de surveillance de la puissance du réacteur ;
- > l'amélioration du système de distribution électrique des matériels avec la création d'une troisième voie électrique

d'alimentation des fonctions vitales de l'installation en situation extrême ;

- > la rénovation du circuit d'arrivée d'eau de mer et le remplacement d'un tambour filtrant en station de pompage ;
- > la construction d'un récupérateur de corium ;
- > le renforcement au séisme de certains matériels comme le pont de manutention à l'intérieur du bâtiment réacteur.

Ces modifications visent à maîtriser le vieillissement des matériels et relever significativement le niveau de la sûreté des réacteurs pour poursuivre l'exploitation au-delà des 40 ans.

Figure 55. De nouvelles dispositions de sûreté introduites avec le quatrième réexamen périodique (en orange sur la figure)



105 - Tout savoir sur l'enquête publique du quatrième réexamen périodique des réacteurs N°1 et N°3 : <https://www.edf.fr/la-centrale-nucleaire-de-gravelines/les-actualites-de-la-centrale-nucleaire-de-gravelines/tout-savoir-sur-lenquete-publique-du-4e-reexamen-periodique-des-reacteurs-ndeg1-et-ndeg3>

106 - Le bilan et les suites de la concertation 900 MWe : <https://concertation.suretenucleaire.fr/pages/le-bilan-et-les-suites-de-la-concertation>

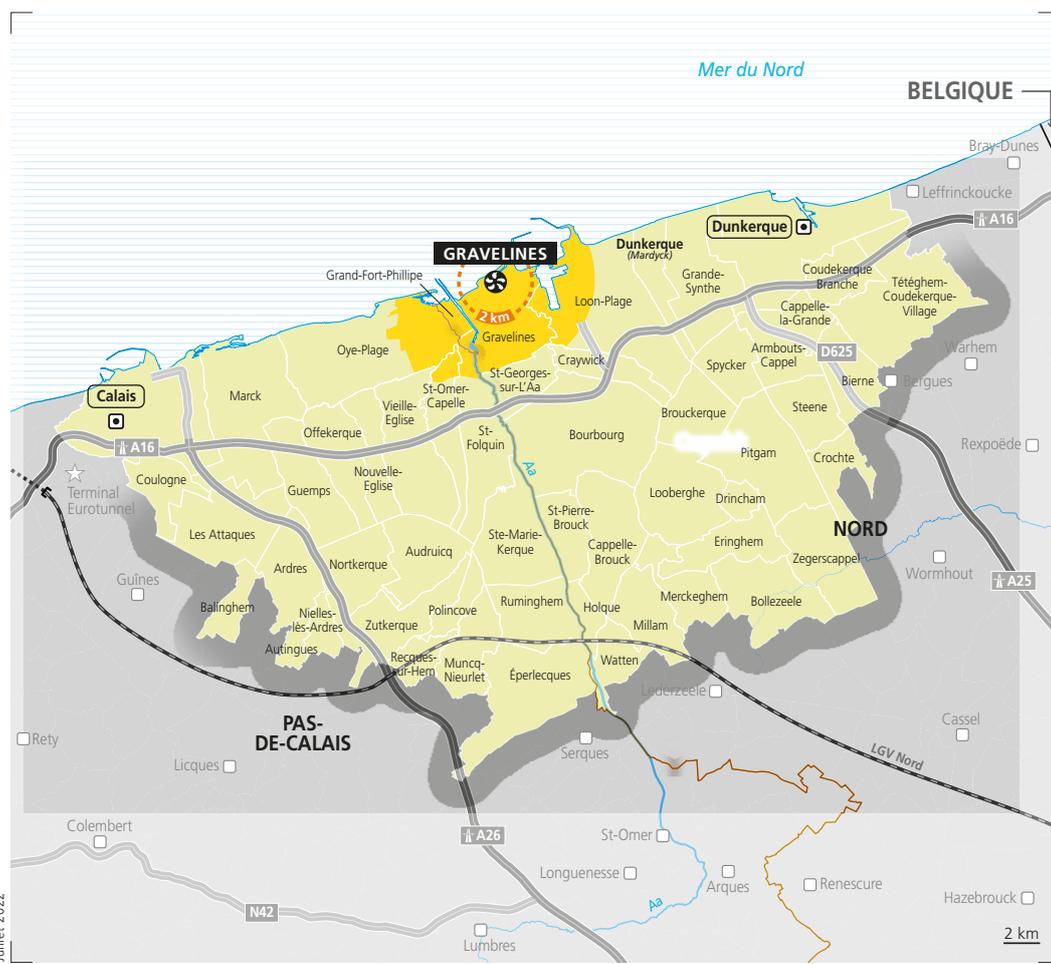
3.4.1.2 La gestion de crise

En dernier ressort, la gestion d'une crise éventuelle fait l'objet d'une préparation, partagée entre différents acteurs : EDF, les pouvoirs publics et l'ASN¹⁰⁷.

L'exploitant est le premier responsable de la sûreté et de la radioprotection de son installation.

Responsable de l'installation nucléaire accidentée, il doit mettre en œuvre une organisation et des moyens permettant de maîtriser l'accident, d'en évaluer et d'en limiter les conséquences, de protéger les personnes sur le site, d'alerter et d'informer régulièrement les autorités publiques. Ce dispositif a été préalablement défini dans un **Plan d'urgence interne (PUI)** que l'exploitant a eu l'obligation de préparer et qui a été soumis aux pouvoirs publics.

Figure 57. Le périmètre du PPI du CNPE de Gravelines



Centrale nucléaire de production d'électricité EDF

Périmètre de mise à l'abri «réflexe» : vous serez alertés par les sirènes et/ou recevrez un appel automatique sur votre ligne téléphonique fixe. Mettez-vous à l'abri dès l'alerte et suivez les consignes.

Périmètre d'évacuation «immédiate», sur ordre du préfet uniquement.

Périmètre PPI 0 - 20 km

Figure 56. La plaquette du Plan particulier d'intervention de la Centrale de Gravelines



Les bons réflexes en cas d'accident à la centrale nucléaire de Gravelines : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2022-06/PLAQUETTE%20PPI-GRAVELINES-PAP.pdf>

Typologie des villes

Sous-préfecture Commune

Nombre de communes intégrées dans le rayon de

	Nord	Pas-de-Calais	TOTAL
0 - 5 km	3	3	6
0 - 20 km	29	24	53

Population communale

(au 1^{er} janvier 2018 - Source Insee)

0 - 5 km **18 603 habitants**

0 - 20 km **328 292 habitants**

107 - Situations d'urgence : <https://www.asn.fr/l-asn-informe/situations-d-urgence>

Le PUI est relayé par le **Plan particulier d'intervention (PPI)**, dont la mise en œuvre est de la responsabilité du préfet de département d'implantation des réacteurs. Ce plan permet de protéger la population d'un hypothétique rejet accidentel. Le PPI est un dispositif établi par l'État pour protéger les personnes, les biens et l'environnement, et pour faire face aux risques particuliers liés à la présence d'une installation industrielle et/ou nucléaire. Si un événement nucléaire se produisait et qu'il était susceptible d'avoir des conséquences à l'extérieur du site, le préfet prendrait la direction des opérations, et s'appuierait notamment sur ce plan qui est une des dispositions spécifiques de l'Organisation de la réponse de sécurité civile (ORSEC)¹⁰⁸. Pour une centrale nucléaire, le périmètre du PPI défini par la réglementation est de 20 kilomètres¹⁰⁹.

Cette organisation, avec des responsabilités partagées entre l'exploitant et les pouvoirs publics, est décrite de façon complète par l'ASN¹¹⁰, dont le rôle est de contrôler les actions de l'exploitant, conseiller les autorités, participer à l'information de la population et des médias, adresser et recevoir les notifications et demandes d'assistance internationales.

Enfin, l'organisation de crise est renforcée par la **Force d'action rapide nucléaire (FARN)**, capable d'acheminer de l'extérieur des moyens humains et matériels.

➤ LA FARN, LA FORCE SPÉCIALE D'INTERVENTION NUCLÉAIRE¹¹¹

La FARN est un groupe d'intervention d'EDF unique au monde. Mis en place en 2011, au lendemain de la catastrophe nucléaire de Fukushima, sa mission est d'assurer la réalimentation en eau, en air et en électricité d'une centrale nucléaire si l'une de ces ressources venait à manquer.

300 équipiers répartis sur cinq sites en France sont formés et entraînés tout au long de l'année pour apporter des renforts humains et matériels en moins de 24 heures sur l'une des 19 centrales françaises. Ces équipes d'intervention spécialisées sont entraînées à intervenir dans des conditions extrêmes, dans des lieux à haut niveau radioactif, sans ressources ni moyens de communication.

Pour assurer la rapidité de ses interventions, la FARN dispose de moyens d'acheminements terrestres, fluviaux et aériens.

L'action de la FARN est facilitée par des dispositions introduites lors des réexamens périodiques. Par exemple, pour les CNPE de Gravelines, des raccordements de secours sont créés pour faciliter une alimentation externe en eau et en électricité des équipements d'un réacteur.

Figure 58. La FARN s'exerce en permanence sur les sites d'EDF. Ici, une équipe en exercice sur le PArc des Rives de l'Aa à Gravelines en septembre 2022



© EDF Gravelines

108 - Les plans d'urgence : Orsec, Novi, Polmar, Plan blanc... : <https://www.nord.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite/Les-plans-d-urgence-Orsec-Nov-Plan-blanc>

109 - Note du 03/10/16 relative à la réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur - Évolution de la doctrine nationale pour l'élaboration ou la modification des PPI autour des CNPE exploités par EDF : <https://aida.ineris.fr/reglementation/note-031016-relative-a-reponse-a-accident-nucleaire-radiologique-majeur-evolution>

110 - Explications de l'ASN sur les situations d'urgence : <https://www.asn.fr/l-asn-informe/situations-d-urgence/les-situations-d-urgence>

111 - Présentation de la Force d'action rapide nucléaire : https://www.irsn.fr/sites/default/files/documents/connaissances/nucleaire_et_societe/expertise-pluraliste/irsn-anccli/4_presentation_FARN_P-Renoux_19juin2013.pdf

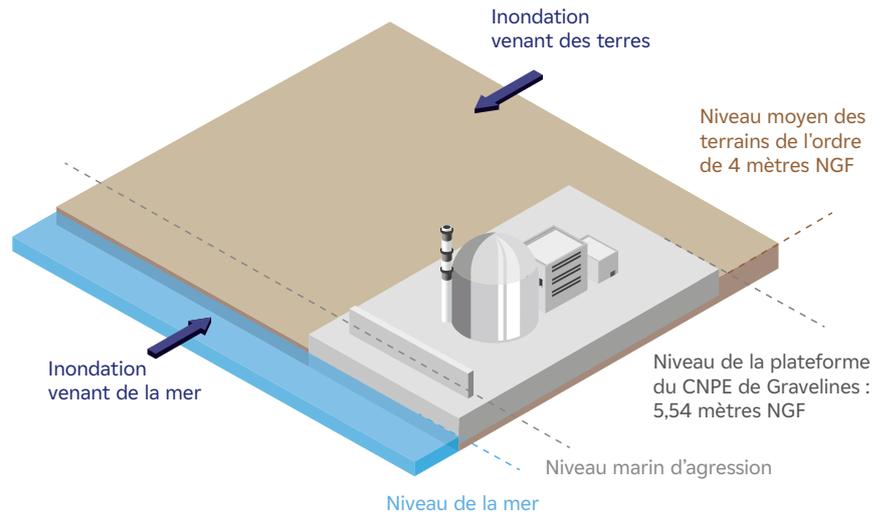
La FARN, force spéciale d'intervention nucléaire : <https://www.youtube.com/watch?v=GJLEKfSNhz8&feature=youtu.be>

3.4.1.3 La maîtrise du risque d'inondation : un exemple de retour d'expérience post-Fukushima mis en œuvre dans le cadre du projet EPR2 Gravelines

Le site d'implantation du projet EPR2 de Gravelines est, par sa localisation en bord de mer, exposé au risque d'inondation¹¹² venant de la mer. En outre, le site, par sa situation dans la région des Wateringues, à faible altitude (entre -3 et 4 mètres NGF¹¹³), est aussi exposé à un « retour d'eau » depuis les terres.

1 Dès sa création, le CNPE de Gravelines était protégé des inondations par sa plateforme, haute de 5,54 mètres NGF, et par des ouvrages complémentaires en bord de mer. Les hauteurs de ces éléments avaient été déterminées par rapport à un « niveau marin d'agression », supérieur au « niveau marin coefficient 120 » (niveau marin arrivant tous les 20 ans), qui est d'environ 4 mètres NGF.

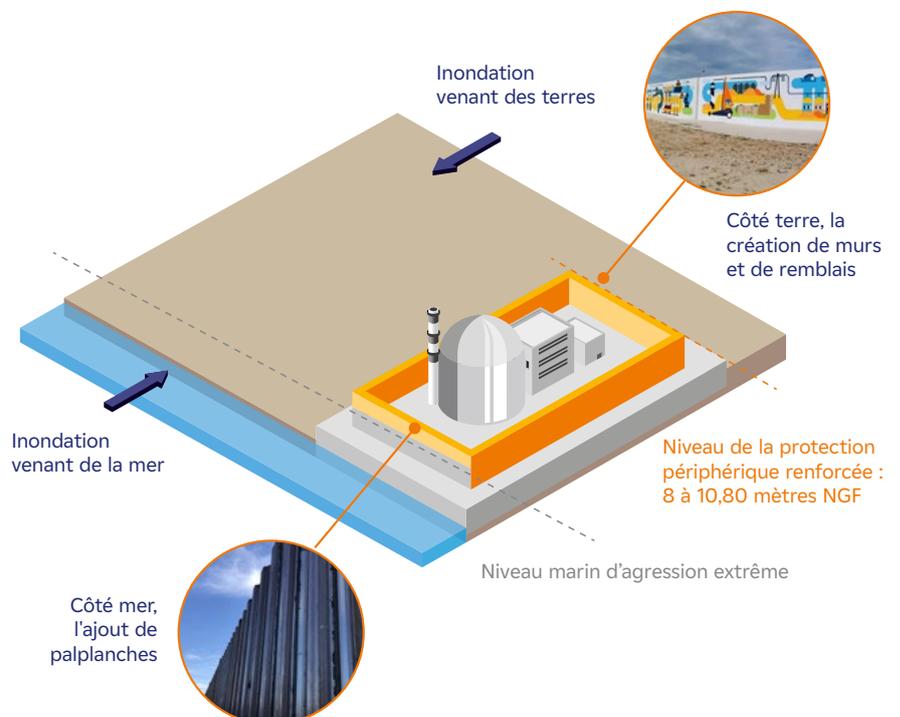
Figure 59. Principales protections contre les inondations du CNPE avant 2022



2 Le retour d'expérience de l'accident nucléaire de Fukushima et la prise en compte des recommandations du guide n°13 de l'Autorité de sûreté nucléaire « relatif à la protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes », publié en 2013, ont amené à renforcer progressivement les protections du CNPE pour prendre en compte un « niveau marin d'agression extrême »¹¹⁴.

Par conséquent, la protection périphérique anti-inondation du CNPE Gravelines a été complétée entre 2020 et 2022. La centrale de Gravelines a ainsi été la première en France à bénéficier de cette protection renforcée, conçue pour résister à des événements extrêmes, d'une ampleur bien supérieure à tous ceux qui ont pu être constatés. En plus de la protection périphérique, une source froide diversifiée, indépendante de la source froide naturelle principale (la mer) a été mise en place. En cas d'accident, elle permettra de refroidir le cœur de façon autonome sur plusieurs jours.

Figure 60. Les protections actuelles du CNPE de Gravelines contre les inondations



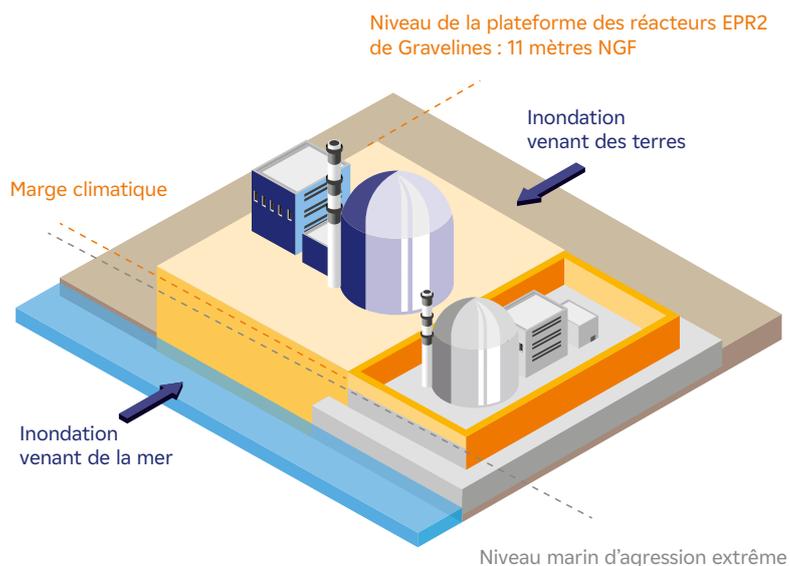
112 - Dans le domaine de la sûreté nucléaire, le risque d'inondation trouvant son origine à l'extérieur d'une installation nucléaire de base, comme un réacteur nucléaire, est désigné comme « risque d'inondation externe ». Pour faciliter la lecture, le terme « inondation » est retenu dans cette sous-partie.

113 - Plan de Prévention des risques littoraux (PPRL) de Oye-Plage à Gravelines : https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/46648/313448/file/1_NotePresentation_PPRL_Oye-Plage_Gravelines_Approuve.pdf

114 - Guide de l'ASN n°13 : Protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes : <https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/guide-de-l-asn-sur-le-risque-d-inondation>

3 La hauteur de la plateforme retenue pour les réacteurs EPR2 de Gravelines (11 mètres NGF) permet notamment une protection contre les inondations « extrêmes » mais également d'assurer une standardisation de la station de pompage du projet EPR2 de Penly, concourant ainsi à la réplication des équipements entre ces projets, gage d'efficacité.

Figure 61. Protection des réacteurs EPR2 en projet contre les inondations



> CHANGEMENT CLIMATIQUE ET INONDATION



revient plus en détail sur la prise en compte du changement climatique dans la technologie de réacteur EPR2.

Le réacteur EPR2 est conçu pour être résilient au changement climatique sur toute sa durée de fonctionnement d'au moins 60 ans. Les principaux paramètres impactés par le changement climatique, dont l'évolution du niveau des mers, sont considérés à la conception du réacteur EPR2, avec des marges. Une période de retour de 10 000 ans (prise en compte des événements susceptibles de se produire une fois tous les 10 000 ans) est systématiquement visée pour les enjeux de sûreté. Pour un site en bord de mer, cela se traduit notamment par une marge climatique de l'ordre d'1 mètre. Cette marge est prise en compte dans la conception du projet EPR2 de Gravelines, et notamment dans la définition de la hauteur de la plateforme à 11 mètres NGF.

Au-delà de la conception, le processus d'amélioration continu, notamment mis en œuvre au travers des réexamens périodiques de sûreté, permettra de prendre en compte, pendant toute la durée de vie des réacteurs EPR2, l'évolution d'aléas climatiques comme le niveau de la mer. Ce processus s'appuiera par exemple sur les données de la veille climatique d'EDF mise en place depuis 2016, et plus généralement sur l'évolution des connaissances et les exigences associées ().

3.4.2 Les principes de la sécurité nucléaire

Le réacteur EPR2 a été développé sur la base d'un référentiel articulant de façon intégrée et cohérente l'ensemble des référentiels d'exigences des différents domaines règlementés et notamment les domaines de la sûreté et de la sécurité nucléaire (code de l'environnement et code de la défense). Les options de sûreté et de sécurité structurantes ont été soumises à l'avis des autorités de contrôle, chacune dans son domaine de compétence, respectivement l'ASN et le Service du haut fonctionnaire de défense et de sécurité (SHFDS)¹¹⁵. Ces autorités ont émis des avis positifs, assortis de demandes d'approfondissement, notamment relatifs à la déclinaison opérationnelle des référentiels, en cours d'intégration dans la conception détaillée.

Le secteur de l'énergie est un des secteurs d'activité d'importance vitale dont le nucléaire civil constitue un sous-secteur. À ce titre, les services de l'État actualisent périodiquement l'analyse de l'ensemble des risques pour la sécurité nationale liés à cette activité (risques

économiques ou pour la souveraineté nationale, risques environnementaux notamment). Ces analyses de risques intègrent les interactions entre les différents acteurs (publics et privés, nationaux et internationaux) et domaines. Le nucléaire civil est régi par le code de la défense et la mise en œuvre de la « défense non militaire » (livre III de la partie 1 du code de la défense¹¹⁶).

En effet, de par la loi, la défense nationale repose sur des rôles complémentaires de l'État et des « opérateurs d'importance vitale » pour la nation :

- > les analyses de risques conduisent à identifier les mesures de protection à mettre en œuvre par l'État et les prescriptions de protection incombant à l'opérateur, notamment le référentiel des menaces (externes et internes) à prendre en compte et les exigences associées. Ces exigences portent notamment sur la protection des populations et de l'environnement, sur la continuité des activités et sur la mise en place d'un dispositif de gestion de crise précisément interfacé avec les dispositions prises par l'État ;

Figure 62. Dispositif de contrôle d'une centrale nucléaire



115 - Répondre aux défis de la sécurité nucléaire : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/18097-1_repondreDefisSecuriteNucleaire_A4_def_light-1.pdf

116 - Code de la défense : Chapitre III : Matières et installations nucléaires : <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section/lc/LEGITEXT000006071307/LEGISCTA000006166901/#LEGISCTA000006166901>

> pour répondre aux objectifs de résultats et de moyens qui lui sont assignés par l'État, EDF a développé un système de sécurité nucléaire. Sa conformité aux exigences réglementaires et sa performance vis-à-vis des menaces de référence sont vérifiées pour chaque installation, et périodiquement réévaluées, sous le contrôle des services de l'État (démonstration de sécurité).

Les mesures de protection reposent sur un ensemble global de mesures passives et actives, physiques (vidéoprotection, systèmes d'accès...) ou informationnelles (protection de l'information, cybersécurité), techniques, humaines et organisationnelles, représentées sur la figure 62. Visant à rendre les intrusions, même pacifiques, beaucoup plus difficiles, ces mesures font l'objet d'exercices de crise réguliers.

La protection contre les menaces de référence est une exigence structurante de la conception de l'installation, y compris sous l'angle de son exploitation future. Les dispositions de conception retenues pour le projet (y compris celles relatives aux modalités d'exploitation des installations), sont prévues pour s'articuler avec les mesures relevant de l'État lui-même.

3.4.3 Des effets environnementaux typiques d'un site nucléaire de production d'électricité

3.4.3.1 Les rejets thermiques

Un réacteur en bord de mer est refroidi en circuit ouvert, ce qui implique d'importants prélèvements d'eau de mer, mais cette eau est restituée en totalité au milieu aquatique à proximité du lieu de prélèvement. **Les rejets thermiques désignent cette eau réchauffée et l'enjeu est d'assurer leur dispersion afin de ne pas affecter l'environnement.** Les températures de rejet de ces eaux sont ainsi réglementées et font l'objet de contrôles.

Dans le cadre de la conception du projet EPR2 de Gravelines, des modélisations spécifiques seront réalisées pour évaluer la dispersion du panache thermique formé par les rejets d'eau de mer réchauffée.

À titre d'information, pour le CNPE de Gravelines, les températures mesurées sur toute l'année 2023 sont en dessous des limites autorisées¹¹⁷.

3.4.3.2 Les rejets d'effluents non-radioactifs liquides

En fonctionnement, les réacteurs EPR2 génèrent des **effluents liquides contenant des substances chimiques** (bore, lithine, amines, hydrazine, traces métalliques, matières en suspension...). Elles proviennent par exemple des produits de conditionnement utilisés dans les différents circuits pour les préserver contre la corrosion, ou encore de la production d'eau déminéralisée. Les rejets sont collectés et traités avant d'être rejetés. Les modalités et les limites de rejet feront l'objet de prescriptions réglementaires édictées par l'ASN.

Ces rejets sont du même type que ceux du CNPE. À titre d'information, sur l'année 2023, les niveaux de substances chimiques ont été systématiquement en-deçà des limites réglementaires¹¹⁸.



Note au lecteur

Pour le projet EPR2 de Gravelines, l'étude d'impact environnemental a été engagée afin d'évaluer les niveaux des impacts des réacteurs en phase d'exploitation et d'identifier les mesures à mettre en œuvre. Ces études tirent parti de l'expérience acquise par EDF sur des décennies d'exploitation de réacteurs nucléaires.

Cette partie propose une appréciation qualitative des effets, à défaut de données chiffrées non disponibles à ce stade.

Cependant, l'EPR2 est un réacteur à eau pressurisée : il présente donc des impacts environnementaux de même nature que tout autre réacteur nucléaire en fonctionnement en France. C'est pourquoi le résultat des mesures réalisées au travers de la surveillance environnementale du CNPE de Gravelines est mentionné dans cette partie à titre d'information. Ces éléments proviennent du rapport environnemental du CNPE, publié chaque année.

117 - Rapport environnement annuel 2023 (à partir de la page 47) : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2024-07/Rapport%20Environnemental%20Annuel%202023%20CNPE%20Gravelines.pdf>

118 - Rapport environnement annuel 2023 (page 30) : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2024-07/Rapport%20Environnemental%20Annuel%202023%20CNPE%20Gravelines.pdf>

3.4.3.3 Les rejets d'effluents radioactifs liquides

Des effluents radioactifs liquides provenant du circuit primaire sont produits en phase d'exploitation. **La totalité de ces effluents est collectée, puis traitée, pour retenir l'essentiel de la radioactivité.** Les rejets d'effluents radioactifs liquides s'effectuent, après contrôle, via un ouvrage de rejet en mer. Les dispositifs de surveillance et les modalités de mise à disposition des résultats auprès des administrations et du public sont précisément encadrés par la réglementation. Le rejet des effluents dans l'environnement est encadré par des limites réglementaires établies par l'Autorité de sûreté nucléaire à l'issue de la procédure d'autorisation.

À titre d'information, sur l'année 2023, les valeurs de rejets d'effluents radioactifs liquides sont restées inférieures aux valeurs limites de rejets fixées par l'Autorité de sûreté nucléaire¹¹⁹.

3.4.3.4 Les rejets d'effluents radioactifs gazeux

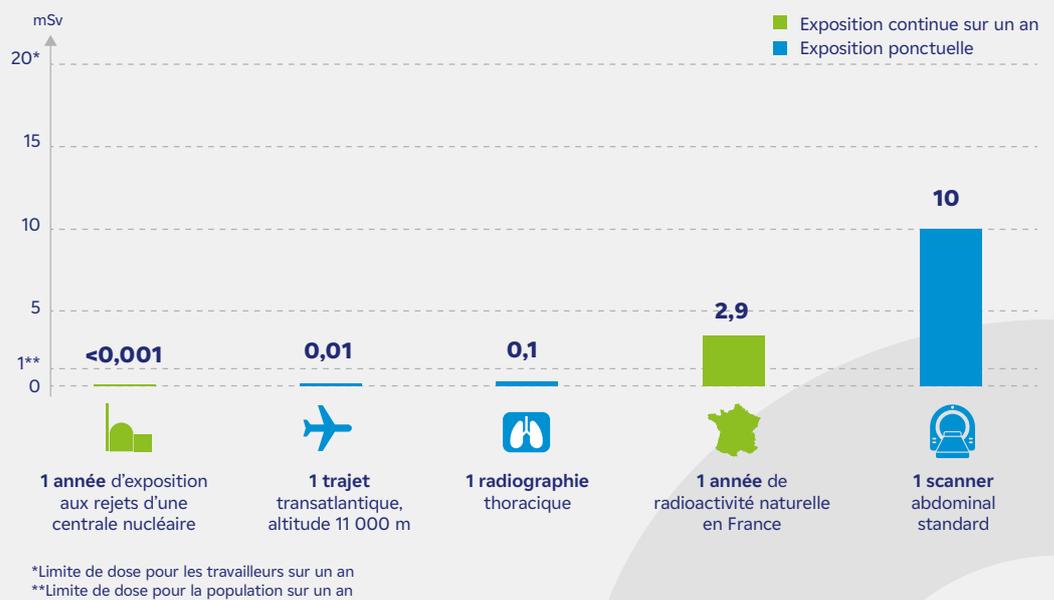
Des effluents radioactifs gazeux sont susceptibles d'être émis ponctuellement : ils proviennent du dégazage du circuit primaire et de la ventilation des locaux exposés à la radioactivité. **Les effluents radioactifs gazeux sont stockés et traités par décroissance radioactive¹²⁰, et/ou circulent au travers de filtres, avant d'être rejetés à l'atmosphère** au moyen d'une cheminée. Le rejet des effluents dans l'environnement est encadré par des limites réglementaires établies par l'Autorité de sûreté nucléaire à l'issue de la procédure d'autorisation.

À titre d'exemple, sur l'année 2023, les valeurs (exprimées en becquerels¹²¹) de rejets d'effluents radioactifs gazeux du CNPE de Gravelines sont restées inférieures aux valeurs limites de rejets fixées par l'Autorité de sûreté nucléaire¹²².

> QUEL EST L'IMPACT RADIOLOGIQUE D'UNE CENTRALE NUCLÉAIRE ?

La surveillance environnementale réalisée par EDF démontre, en particulier, que les centrales nucléaires représentent une source d'exposition très faible par rapport à la radioactivité naturelle ou à des expositions ponctuelles liées, par exemple, à la réalisation d'une radiographie, comme l'illustre la figure ci-contre.

Figure 63. Comparatif des niveaux d'exposition à la radioactivité¹²³



119 - Rapport environnement annuel 2023 (à partir de la page 24) : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2024-07/Rapport%20Environnemental%20Annuel%202023%20CNPE%20Gravelines.pdf>

120 - La décroissance radioactive désigne le phénomène d'atténuation de la radioactivité au fil du temps avec la désintégration des atomes radioactifs.

121 - Le becquerel est une unité permettant de mesurer l'activité d'un objet.

122 - Rapport environnement annuel 2023 (à partir de la page 16) : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2024-07/Rapport%20Environnemental%20Annuel%202023%20CNPE%20Gravelines.pdf>

123 - FAQ Radioprotection de l'Homme : <https://www.irsn.fr/foire-questions/faq-radioprotection-lhomme#:~:text=Pour%20les%20travailleurs%20du%20nucléaire.intervention%20de%20secours%20à%20victimes.>

3.4.3.5 La gestion des matières nucléaires et des déchets radioactifs

Les matières nucléaires et les déchets radioactifs produits par l'exploitation et le démantèlement d'un réacteur de type EPR2 sont **de même nature que ceux issus de l'exploitation et du démantèlement d'un réacteur à eau sous pression du parc nucléaire actuel.**

Les matières contenues dans le combustible nucléaire neuf servent à produire de l'énergie dans le réacteur. Une fois usé, le combustible est entreposé avant son traitement. L'objectif est d'en extraire les matières qu'il contient et les valoriser pour produire à nouveau du combustible neuf et donc de l'énergie. Un assemblage usé contient environ 96 % de matières valorisables et 4 % de déchets à vie longue. La gestion des matières nucléaires produites par un EPR2 s'inscrit donc dans la stratégie de gestion des matières mises en place pour le parc actuel.

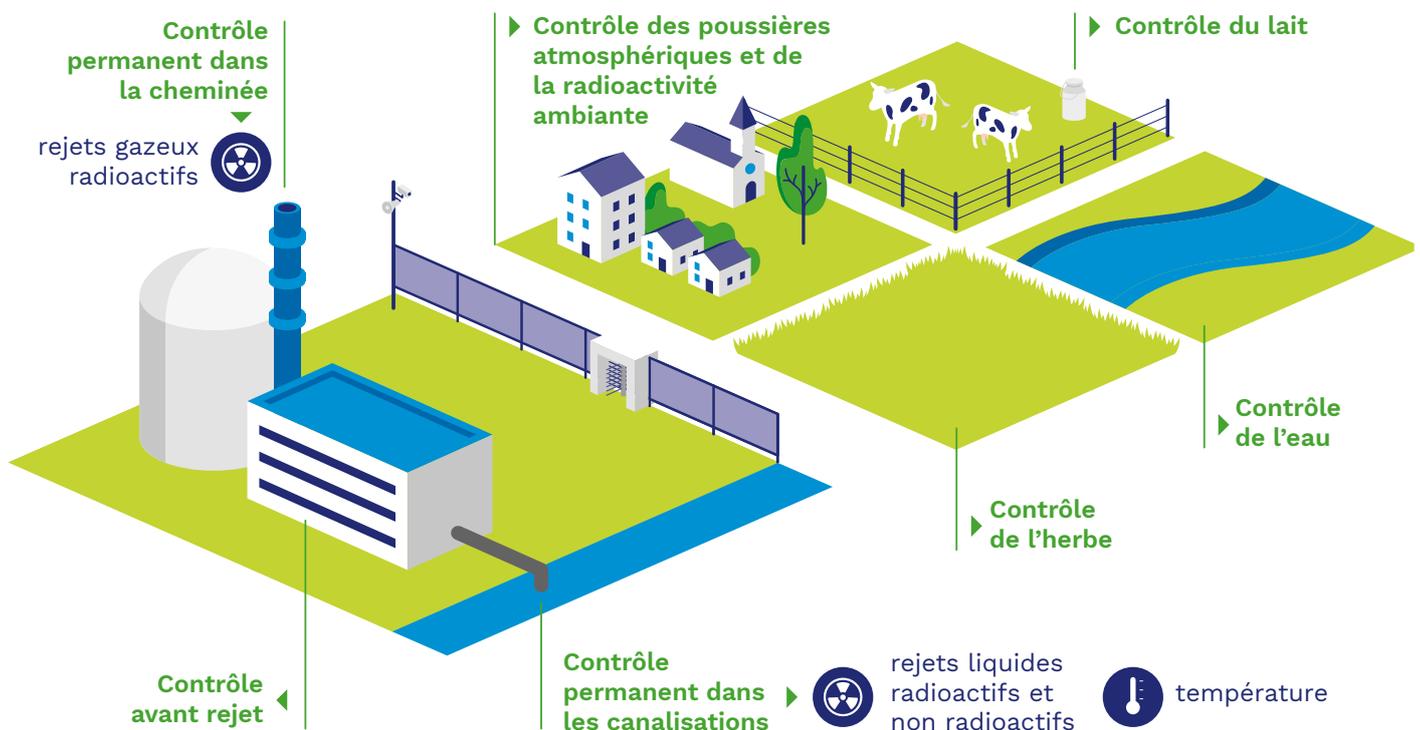
3.4.3.6 Des principes de surveillance identiques à ceux des autres centrales nucléaires

Comme pour les réacteurs en fonctionnement du CNPE, les unités EPR2 feront l'objet d'un contrôle des rejets et d'une surveillance de l'environnement par EDF, conformément aux prescriptions réglementaires¹²⁴. Les contrôles permettent de **vérifier le respect des limites qui seront fixées par l'Autorité de sûreté nucléaire.** Ils concernent les prélèvements d'eau, les rejets radioactifs, chimiques et thermiques, ainsi que les paramètres d'environnement (activités volumiques, concentration, températures...). En complément, l'exploitant effectue une surveillance de l'environnement pour **s'assurer, sur la durée, d'absence d'impact sanitaire et environnemental des prélèvements et des rejets de son installation.**



reprend les principales informations présentées lors du débat public de 2022-2023 sur les impacts du programme de nouveaux réacteurs nucléaires sur la gestion des matières et déchets radioactifs.

Figure 64. Surveillance des rejets d'une installation nucléaire et contrôles dans l'environnement à proximité



124 - Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, Titre 4, Chapitre II : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000025338573/>



Les réacteurs EPR2 pourront bénéficier des dispositifs de surveillance éprouvés du CNPE de Gravelines, déjà en place depuis plusieurs décennies, et qui seraient complétés pour prendre en compte les impacts des nouvelles unités.

Enfin, comme pour les installations du parc actuel, **l'étude d'impact environnemental des réacteurs EPR2 sera révisée tous les dix ans**. Un bilan de la surveillance et des incidences sera alors établi et, si besoin était, les dispositifs de contrôle et de surveillance seraient ajustés. Par exemple, pour tenir compte d'une évolution de l'environnement proche de l'installation ou d'évolutions dans les méthodologies d'analyse d'impact.

Conformément à la réglementation, le réexamen périodique réalisé par EDF tous les dix ans intègre un volet environnement qui présente un bilan de la surveillance et des optimisations mises en place au cours du temps, pour répondre aux évolutions environnementales, techniques et réglementaires.

> LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE DU CNPE DE GRAVELINES

Chaque CNPE surveille ses rejets et les évolutions potentielles de l'environnement autour du site. En 2023, 3 790 prélèvements ayant donné lieu à 13 560 analyses ont été effectués par le CNPE de Gravelines pour contrôler l'impact de la centrale sur l'environnement.

Les prélèvements et analyses sont réalisés à des fréquences variables selon 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'ASN, qui réalise des expertises indépendantes.

Le CNPE mène annuellement, sous le contrôle de l'ASN, une surveillance dont les résultats sont transmis à l'administration et publiés par EDF sur le site internet du CNPE. Les résultats des mesures de radioactivité réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire de l'environnement sont également en libre accès sur le site internet du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement¹²⁵.

Pour en savoir plus : <https://www.edf.fr/centrale-nucleairegravelines>

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

4

Le raccordement au réseau de transport d'électricité

Le projet EPR2 de Gravelines nécessite un raccordement au réseau public de transport d'électricité. Mené par RTE, le raccordement prévoit la création de plusieurs ouvrages électriques.

Au stade du débat public, une zone d'étude est identifiée pour l'implantation de ces ouvrages avec des solutions envisagées pour le raccordement. Les études de détail, techniques et environnementales, ainsi que des phases de concertation préciseront ce projet.



4.1 Les principes du raccordement électrique du projet EPR2

En réponse à la demande d'EDF, RTE prévoit de nouvelles liaisons électriques aériennes et souterraines pour raccorder le projet EPR2 de Gravelines au futur poste électrique de Flandre Maritime de RTE, situé sur la commune de Saint-Georges-sur-l'Aa.

Dans le cadre du développement du projet EPR2 de Gravelines, EDF a fait part des besoins suivants à RTE :

- > une alimentation électrique du chantier de 45 MWe à partir de 2028 ;
- > une alimentation des transformateurs auxiliaires de 100 MWe chacun à partir de 2034 ;
- > une évacuation de l'énergie produite des nouvelles unités de production de 1 670 MWe chacune à partir de 2036.

Le niveau de tension 400 000 volts est le seul compatible pour les auxiliaires et l'évacuation de la production électrique. La faible puissance requise pour les auxiliaires permet une mise en souterrain des lignes.

Au regard des caractéristiques des ouvrages et de la situation projetée du réseau de transport d'électricité, RTE envisage un raccordement des futures lignes électriques au futur poste électrique de Flandre Maritime de Saint-Georges-sur-l'Aa, à une distance d'environ 6,5 kilomètres.

Figure 65. Le réseau de transport d'électricité à proximité du CNPE



➤ L'ÉVOLUTION DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE POUR LA DÉCARBONATION ET L'ATTRACTIVITÉ DU DUNKERQUOIS

En décembre 2023, le besoin total de la zone dunkerquoise – toutes activités confondues (résidentiel, industriel...) – s'élevait à 1 300 MWe. Avec la forte et rapide croissance de la consommation industrielle d'électricité¹²⁶, RTE estime que les besoins s'élèveront à 4 500 MWe en 2040. La consommation d'électricité va ainsi tripler par rapport à la situation actuelle.

Pour y faire face et maintenir l'équilibre entre consommation et production d'électricité, RTE prévoit de s'appuyer sur le réseau de transport, maillé aux

échelles nationale et européenne¹²⁷. D'autre part, plusieurs actions d'ampleur, indépendantes du projet EPR2 de Gravelines, ont été engagées pour adapter et renforcer le réseau de transport d'électricité sur la zone de Dunkerque, en optimisant ses installations et en construisant de nouvelles infrastructures de type postes et lignes électriques qui alimenteront la zone¹²⁸. Ces actions sont :

> la construction du poste 400/225/90 000 volts de Flandre Maritime à Saint-Georges-sur-l'Aa. (reconstruction du poste de Warande,

situé sur la commune de Bourbourg), dont la mise en service est prévue progressivement de 2026 à 2030 ; la déconstruction du poste de Warande en 2031 ;
> la construction du poste 400/225 000 volts de Puythouck, situé sur la commune de Grande-Synthe, dont la mise en service est prévue en 2029 ;
> la création de deux lignes électriques aériennes à deux circuits 400 000 volts d'environ 11 kilomètres, reliant les futurs postes de Flandre Maritime et de Puythouck¹²⁹.

Figure 66. Le réseau de transport d'électricité RTE actuel et son évolution pour accompagner l'attractivité et la décarbonation des industriels du Dunkerquois



Source : RTE

126 - Cette estimation repose sur l'addition des puissances supplémentaires demandées par les industriels qui entament la décarbonation de leurs activités (par exemple ArcelorMittal, avec un passage de 180 MWe à plus de 450 MWe en moyenne, et 750 MWe en pointe), des puissances demandées par les industriels qui souhaitent s'implanter dans le Dunkerquois (par exemple ProLogium, avec jusqu'à 566 MWe à terme) et des puissances requises pour répondre à l'évolution des autres besoins (notamment la mobilité électrique).

127 - Bilan prévisionnel 2023-2035 : <https://analysesetdonnees.rte-france.com/bilan-previsionnel2023>

128 - Les projets de RTE dans la zone de Dunkerque : <https://www.rte-france.com/projets/nos-projets/decarbonation-dunkerque>

129 - Une instance locale de concertation s'est tenue le 22 juin 2023 lors de laquelle le préfet a validé le fuseau de moindre impact pour les deux lignes électriques situées entre Saint-Georges-sur-l'Aa et Grande-Synthe, ainsi que l'emplacement de moindre impact pour le poste électrique Alpha situé sur la commune de Grande-Synthe.

4.2 La zone d'étude du raccordement électrique

4.2.1 Une définition progressive de l'implantation des ouvrages

L'implantation de nouveaux ouvrages électriques est définie en plusieurs étapes :

- 1) l'identification, par RTE, d'une **zone d'étude** pour évaluer les enjeux en présence et identifier les solutions techniques envisageables ;
- 2) la délimitation d'une **aire d'étude**, qui désigne le territoire au sein duquel seront recherchées les possibilités d'implantation des ouvrages au regard de leurs caractéristiques techniques, des enjeux environnementaux identifiés et de la configuration du territoire ;
- 3) la définition d'un **fuseau de moindre impact**, large de plusieurs centaines de mètres ; l'aire d'étude comme le fuseau de moindre impact sont validés lors d'instances locales de concertation par le sous-préfet ;
- 4) le positionnement précis des ouvrages par un **tracé de détail** au sein de ce fuseau de moindre impact.

Chaque étape est accompagnée d'études, de concertations et de décisions ().

4.2.2 Les enjeux de la zone d'étude

Au stade du débat public, une zone d'étude a été identifiée pour les nouveaux ouvrages envisagés dans le cadre du raccordement électrique du projet EPR2 de Gravelines.

La zone d'étude a été définie par RTE en prenant en compte les éléments suivants :

- > les ouvrages existants et en projet du réseau de transport d'électricité ;
- > la première analyse des enjeux techniques et environnementaux.

La zone d'étude comporte les enjeux suivants :

- > milieu physique : une absence de relief mais la présence de mares et d'un réseau dense de watergangs ;
- > milieu naturel : la présence de deux ZNIEFF de type 1 (Héronnière et Dunes de Gravelines) et d'une ZNIEFF de type 2 (Plaine Maritime Flamande), de divers boisements, et des zones humides dont une zone humide remarquable (SAGE Delta de l'Aa) ;
- > milieu humain : quelques zones bâties, des industries implantées ou en cours d'implantation, quelques zones agricoles, des infrastructures routières (RD 11, RD 601) et ferroviaires mais aussi les couloirs de lignes électriques existantes.

Figure 67. Zone d'étude du projet de raccordement du projet EPR2



Source : RTE

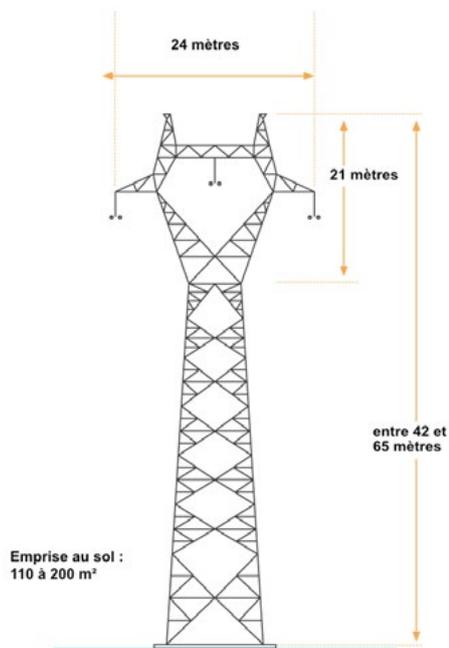
4.3 Les ouvrages projetés

Pour répondre au besoin exprimé par EDF, RTE prévoit de créer les ouvrages suivants :

- > **deux lignes électriques souterraines d'une tension de 90 000 volts** pour les travaux. Ces lignes seront réutilisées à la suite des travaux de construction des réacteurs EPR2 pour alimenter les bâtiments tertiaires ;
- > **deux lignes électriques souterraines d'une tension de 400 000 volts** pour alimenter les auxiliaires ;
- > **deux lignes électriques aériennes d'une tension de 400 000 volts** pour évacuer l'électricité produite par les réacteurs EPR2 en projet.

Compte tenu du dimensionnement important de ce projet, pour des raisons techniques et d'espaces disponibles, ces nouvelles lignes nécessiteront des adaptations sur les lignes électriques 225 000 volts à proximité. Ainsi, **la mise en souterrain partielle ou totale de quatre lignes électriques 225 000 volts existantes est envisagée.**

Figure 68. Schéma d'un pylône électrique de type B1HT B



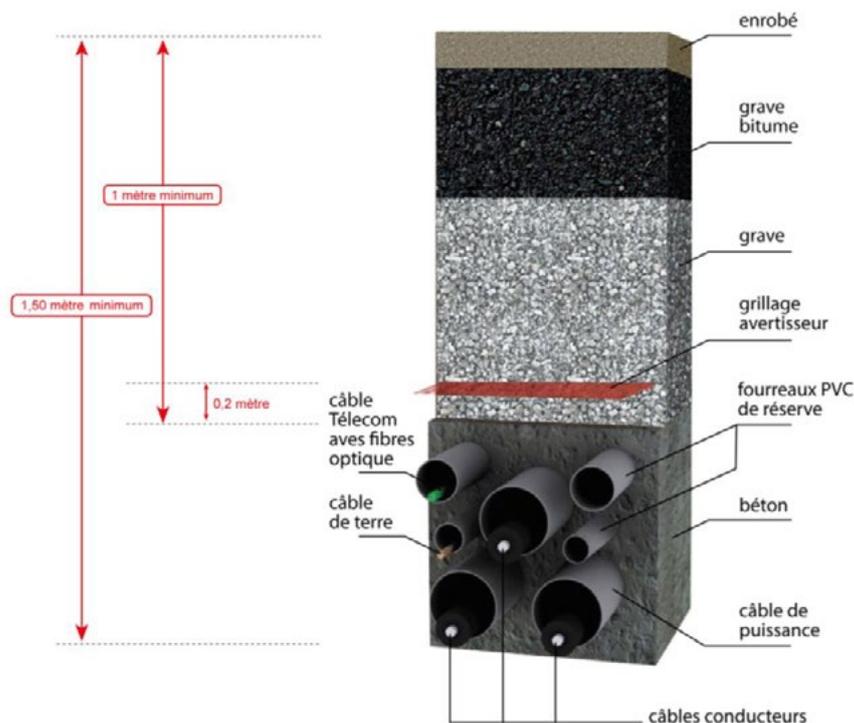
LES RETOMBÉES POUR LE TERRITOIRE

Pendant les travaux, RTE favorise autant que possible la sous-traitance de tâches à des entreprises locales : terrassement, passage en sous-oeuvre, études complémentaires (géomètre, architecte), hébergement, restauration, gardiennage, végétation, etc. RTE recherche aussi un approvisionnement local pour le chantier et le recrutement de personnel local en favorisant notamment la réinsertion.

La création de nouvelles lignes aériennes s'accompagne par ailleurs d'un Plan d'accompagnement du projet (PAP), un dispositif contribuant au développement économique local durable des territoires traversés, via le financement d'actions au service de l'intérêt général. Le PAP représente 10 % du coût des lignes aériennes 400 000 volts.

Une fois construites, les infrastructures du réseau de transport d'électricité sont concernées par une fiscalité spécifique : taxes sur les pylônes et Imposition forfaitaire des entreprises de réseau (IFER). Leur montant est fixé par l'État et réévalué chaque année par une formule fixée par la réglementation. Des emplois pérennes sont soutenus pour la maintenance des ouvrages.

Figure 69. Coupe d'une liaison électrique souterraine



4.4 Les prochaines étapes

Si le projet EPR2 de Gravelines est poursuivi à l'issue du débat public, **l'aire d'étude sera validée par le sous-préfet de Dunkerque au premier semestre 2025 dans le cadre de la concertation Fontaine** (voir encadré ci-dessous). Les remarques du public pourront ainsi être prises en compte.

Les demandes d'autorisations administratives pourront ensuite être déposées, concomitamment aux autorisations déposées par EDF (). Il s'agit notamment de Déclarations d'utilité publique (DUP) pour les lignes électriques aériennes et souterraines, au titre du code de l'énergie (articles R. 323-1 et suivants).

La DUP prononce le caractère d'intérêt général d'un projet linéaire d'ouvrage électrique, aérien ou souterrain. Elle permet si besoin, la mise en œuvre des procédures de mises en servitude légales, nécessaires dès lors que les démarches de conventionnement amiable ne peuvent aboutir avec les propriétaires concernés. Pour un projet de lignes électriques d'une tension supérieure ou égale à 225 000 volts, l'arrêté ministériel de DUP sera pris par le ministre chargé de l'énergie, après instruction de la demande par le préfet. Pour les lignes 90 000 volts, l'arrêté sera préfectoral. L'instruction d'une demande de DUP pour une ligne électrique aérienne ou souterraine prévoit une enquête publique, le projet étant soumis à évaluation environnementale.



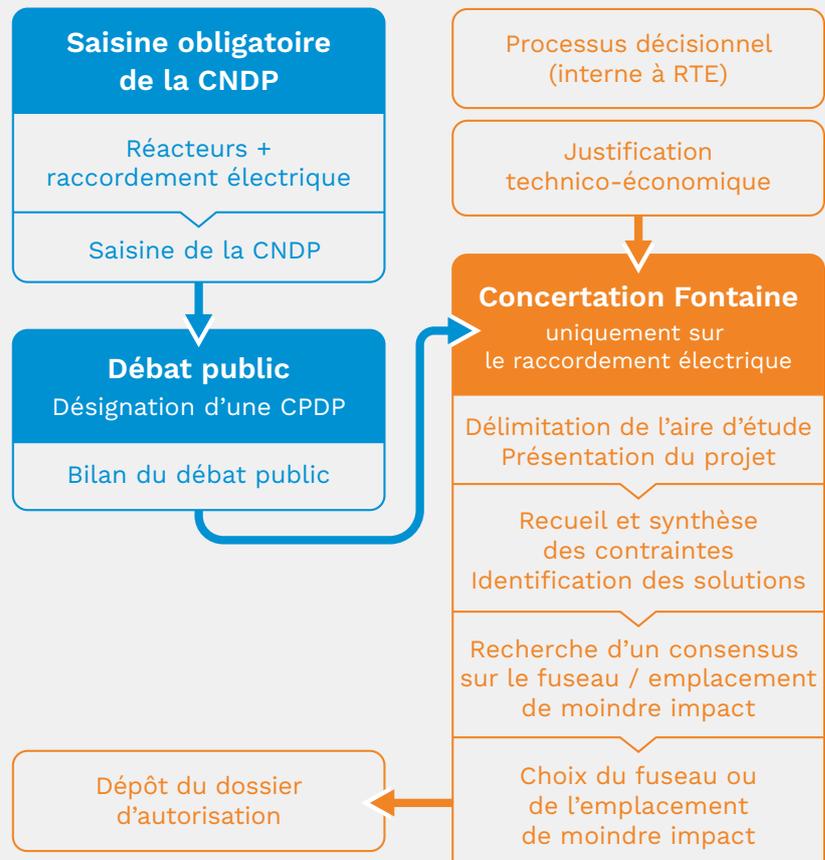
revient plus en détail sur les différentes étapes d'étude d'un projet sur le réseau de transport d'électricité.

UN PROCESSUS DE CONCERTATION SPÉCIFIQUE AU RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

En plus de sa participation au débat public pour le raccordement électrique du projet EPR2 de Gravelines, RTE met en œuvre la concertation dite « Fontaine »¹³⁰. L'objectif de cette concertation, décrite dans la circulaire signée par la ministre déléguée à l'Industrie du 9 septembre 2002, relative au développement des réseaux publics de transport et de distribution de l'électricité, est de définir, avec les élus, les services de l'État et les associations représentatives, les caractéristiques du projet de raccordement électrique ainsi que les mesures d'insertion environnementale et d'accompagnement de celui-ci.

RTE portera à la connaissance des parties prenantes impliquées dans la concertation Fontaine, les observations du public recueillies lors du débat public.

Figure 70. La concertation « Fontaine » et le débat public (source : RTE)



130 - Circulaire du 9 septembre 2002 relative au développement des réseaux publics de transport et de distribution d'électricité : <https://www.legifrance.gouv.fr/circulaire/id/26580>

5

Le projet et son **territoire d'accueil**

La création de réacteurs EPR2 à Gravelines est un des projets industriels d'envergure en cours dans le Dunkerquois : ces projets ont des interactions les uns avec les autres, en matière de gestion de l'eau, d'aménagement du territoire, etc.

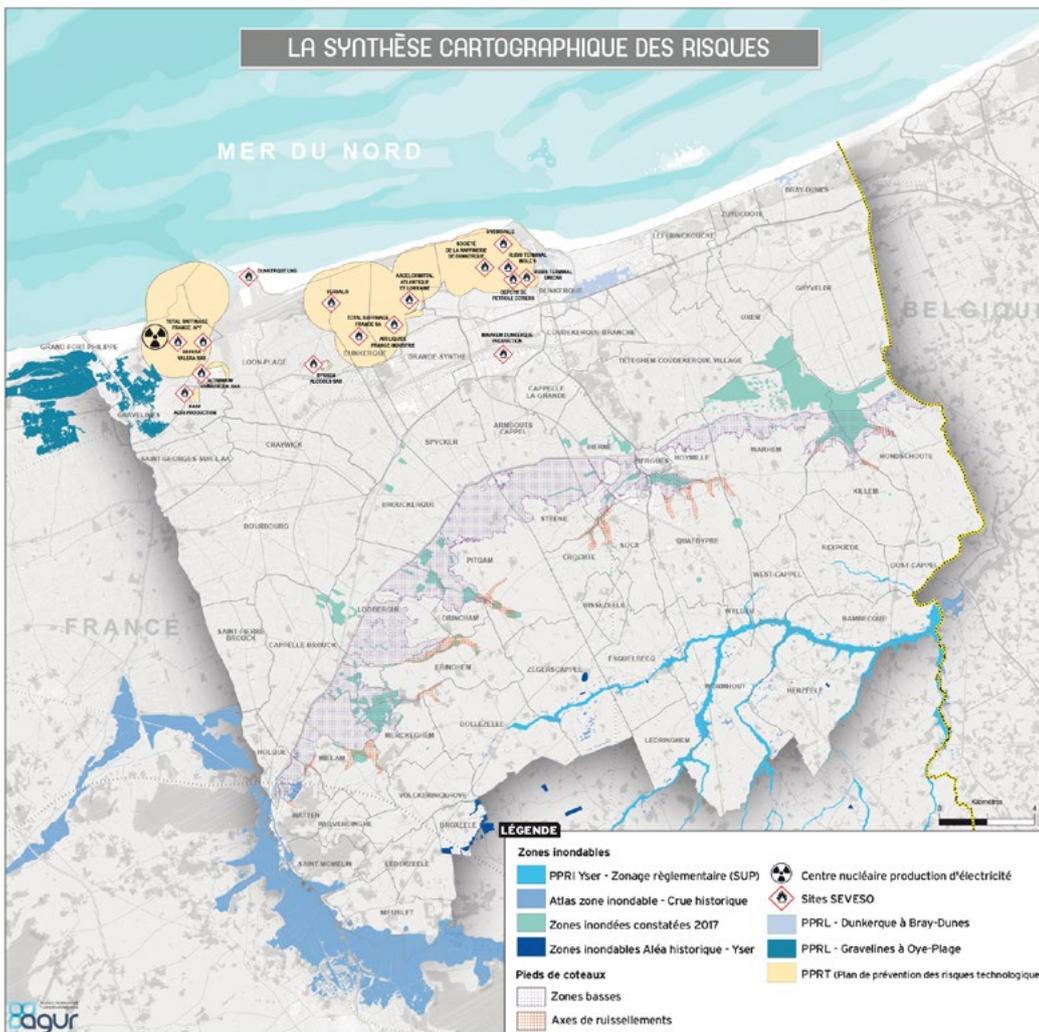
Cette partie approfondit ainsi plusieurs enjeux relatifs à l'insertion du projet EPR2 de Gravelines dans son territoire d'accueil.



5.1 Les enjeux de la maîtrise des risques dans un territoire industrialo-portuaire

Le Dunkerquois compte de nombreux sites industriels (voir figure 71). Seize de ces Installations sont classées pour la protection de l'environnement (ICPE)¹³¹ voire Seveso (seuils bas et haut)¹³². Leurs exploitants ont des obligations de suivi et d'information de la population sur les risques liés à leurs activités.

Figure 71. Cartographie des risques réalisée par l'AGUR dans le Document d'orientation et d'objectifs du SCOT de la région Flandre-Dunkerque¹³³



131 - ICPE : classement administratif réservé aux exploitations industrielles susceptibles de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains.

132 - Seveso : classement administratif d'une installation industrielle dépendant de la quantité de produits dangereux qui y sont stockés. On distingue deux types d'établissements, selon la quantité totale de matières dangereuses sur site : les établissements Seveso seuil haut et les établissements Seveso seuil bas.

133 - Document d'orientations et d'objectifs, SCOT Région Flandre-Dunkerque : https://www.scotflandredunkerque.fr/download/files/le-SCoT-Juillet-2022/2_DOO_approbation_12juillet2022.pdf

Par l'information et la concertation, les SPPPI* visent à favoriser les actions tendant à maîtriser les pollutions et nuisances de toutes natures et à prévenir les risques technologiques majeurs. Les SPPPI ont aussi pour objectif de développer une connaissance partagée et citoyenne des risques.

* Bilan des Secrétariats Permanents pour la Prévention des Pollutions Industrielles (SPPPI) en France, Leurs forces et leurs faiblesses - mars 2010 : <https://www.vie-publique.fr/files/rapport/pdf/104000228.pdf>

Au regard de cette concentration d'activités industrielles, des actions transverses ont été engagées par les parties prenantes locales (services de l'État, collectivités locales, exploitants, associations...) en faveur du dialogue et de l'information sur les risques.

Parmi celles-ci, le **Secrétariat permanent pour la prévention des pollutions industrielles (SPPPI)** Côte d'Opale - Flandre s'investit depuis 1990 sur les problématiques environnementales et risques majeurs¹³⁴. Il est un lieu d'échange et de concertation sur toutes les questions touchant à l'industrie, l'environnement, le cadre de vie, la santé des populations, etc.

Par ailleurs, les exploitants collaborent dans le cadre de l'**Association pour la gouvernance de la plateforme industrialo-portuaire de Dunkerque (AGPPDK)**¹³⁵, animée par le MEDEF, afin de vulgariser et faciliter la communication et la gestion mutualisée des risques, et d'agir en faveur d'une connaissance des risques pour le port.

Le CNPE de Gravelines dispose aussi d'un organe dédié de suivi : la **Commission locale d'information (CLI)** de la centrale nucléaire a été créée en 1987, sur décision du conseil départemental du Nord¹³⁶. La commission est composée de 120 membres répartis dans cinq collèges : élus, représentants d'associations de protection de l'environnement, représentants des organisations syndicales de salariés, personnes qualifiées et représentants du monde économique et représentants du pays frontalier (la Belgique). La CLI joue un rôle d'information de la population notamment par l'intermédiaire des membres qui y siègent et qui assurent le relais d'informations relatives à la sûreté de l'exploitation, le suivi de l'impact environnemental du CNPE de Gravelines, la sécurité des populations, la radioprotection des personnes travaillant sur le site et également à la production nucléaire d'électricité et au transport des matières premières¹³⁷.

Le projet EPR2 de Gravelines s'inscrit donc dans ce contexte industrialo-portuaire particulier, avec des instances dédiées de dialogue et d'information qui sont d'ores et déjà impliquées :

- > des présentations du projet ont été réalisées le 23 juin 2023 en plénière de la CLI et le 16 février 2024 devant le groupe de travail « Sûreté » ;
- > une présentation du projet a été réalisée le 7 février 2024 devant la commission « Nouveaux projets » du SPPPI ;
- > un programme de travail a été engagé avec les industriels voisins du site d'implantation (OVH, Befesa, Comilog) ainsi que les porteurs de projet à proximité (Orano et XTC New Energy en particulier).

Ces échanges nourrissent les études du projet EPR2 de Gravelines et permettent de **s'assurer que les risques industriels présentés par les installations voisines, existantes ou en projet, sont bien pris en compte dans la conception** (). Les interactions en matière de risque industriel seront incluses dans les dossiers administratifs qu'EDF aura à constituer, notamment dans le Plan d'urgence interne (PUI) (). De même, cette situation particulière sera à prendre en compte dans le Plan particulier d'intervention (PPI) établi par l'État.

134 - Site internet du SPPPI Côte d'Opale - Flandre : <https://www.spppi-cof.org/>

135 - AG2PDK Développer une culture partagée du risque technologique : <https://www.quai-des-entreprises.fr/ag2pdk>

136 - Arrêté de création de la CLI, 7 décembre 1987 : https://www.cli-gravelines.fr/wp-content/uploads/2021/06/CLI_1987-12-02_Arrete_de_creation_de_la_CLI.pdf

137 - Site internet de la Commission locale d'information de la centrale nucléaire de Gravelines : <https://www.cli-gravelines.fr>



5.2 La prise en compte des enjeux environnementaux du territoire : eau douce, foncier et compensation environnementale

Comme plusieurs projets industriels en développement dans le Dunkerquois, le projet EPR2 de Gravelines nécessitera de l'eau douce, tant pendant les travaux que pendant l'exploitation. La gestion de cette ressource fait aujourd'hui l'objet d'un travail approfondi entre les industriels et les autorités locales. Par ailleurs, le projet EPR2 est susceptible d'avoir des effets sur le milieu naturel, effets qui, s'ils n'ont pu être évités ou réduits, nécessiteront des compensations environnementales. Ici encore, cet enjeu concerne le projet d'EDF et les autres projets en cours sur le territoire.

5.2.1 La volonté de préserver la ressource locale en eau en phase d'exploitation

L'eau douce est nécessaire au projet, tant pendant les phases amont (travaux préparatoires et travaux de construction -) qu'en phase d'exploitation. Pour le projet EPR2 de Gravelines, EDF s'est rapproché des parties prenantes locales afin d'identifier d'éventuelles

opportunités de collaboration. L'enjeu : **réduire autant que possible la consommation d'eau douce afin de préserver cette ressource et de ne pas générer ou aggraver les conflits d'usage**. Ce travail a conduit à l'identification d'une synergie directe entre le projet et la station d'épuration des eaux usées de la ville de Gravelines.

> EAU PRÉTRAITÉE, EAU DÉMINÉRALISÉE, EAU POTABLE ... DE QUOI PARLE-T-ON ?

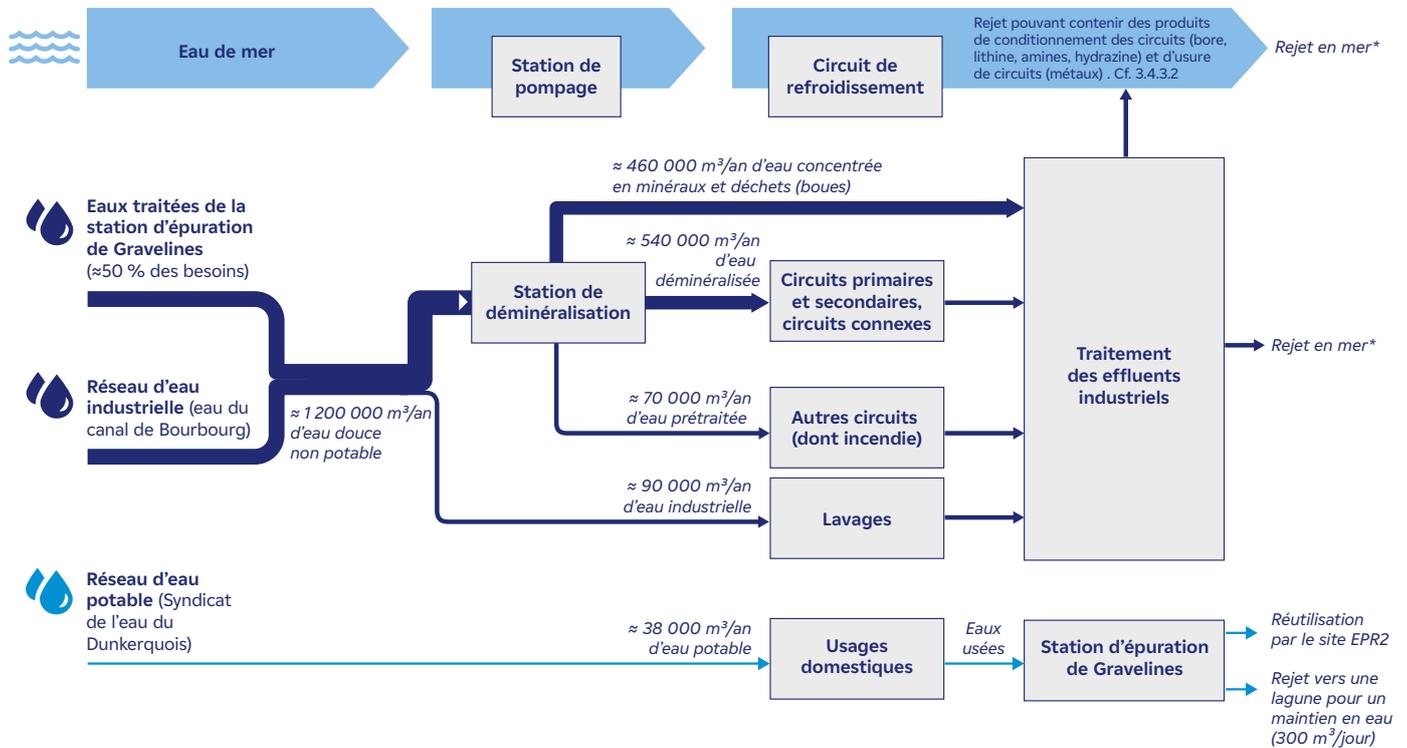
Un réacteur nucléaire en bord de mer utilise de grandes quantités d'eau de mer pour son refroidissement. L'eau de mer est intégralement restituée à l'environnement.

Le réacteur utilise également, dans une moindre mesure, de l'eau douce, sous plusieurs formes.

De l'eau potable est nécessaire aux usages domestiques sur site. Après utilisation, l'eau est collectée et traitée par des stations d'épuration : il est alors question d'eau usée traitée qui peut être rejetée dans l'environnement ou réutilisée à d'autres fins.

De l'eau non potable est par ailleurs nécessaire aux activités industrielles. À partir d'eau industrielle (utilisée à des fins industrielles, par opposition à l'eau domestique et à l'eau agricole) et d'eau usée traitée, peuvent être produites de l'eau prétraitée et, en poussant davantage le traitement, de l'eau déminéralisée (chimiquement pure).

Figure 72. L'utilisation prévisionnelle de l'eau en phase exploitation



5.2.1.1 La consommation prévisionnelle d'eau du projet en phase d'exploitation

Au global, en phase de fonctionnement, les deux réacteurs EPR2 nécessiteraient de l'ordre de **1 200 000 m³ d'eau douce par an pour les usages industriels** (hors eau de mer pour le refroidissement, et eau potable, nécessaire au personnel présent sur site et dans une moindre mesure pour quelques équipements industriels). À titre de comparaison, le CNPE de Gravelines utilise 1 040 000 m³ d'eau douce par an¹³⁸.

L'eau douce est notamment requise pour la production de l'eau déminéralisée. Cette eau chimiquement pure est notamment utilisée pour alimenter les principaux circuits (primaire et secondaire) ainsi que les circuits connexes (chaudière par exemple) des réacteurs. Le besoin en eau déminéralisée serait de 540 000 m³/an. Un litre d'eau déminéralisée est produit à partir de deux litres d'eau douce - le litre d'eau restant concentrant les minéraux que l'on a retirés.

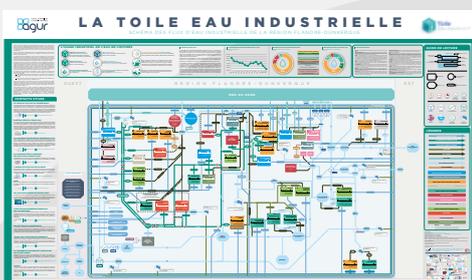
Par ailleurs, de l'eau prétraitée et de l'eau industrielle sont requises pour certains usages spécifiques (lavage des équipements et circuits notamment), respectivement 70 000 m³/an et 90 000 m³/an. L'eau prétraitée proviendrait de la station de déminéralisation de l'eau tandis que l'eau industrielle (non prétraitée) proviendrait du réseau du Syndicat de l'eau du Dunkerquois.

138 - À noter que le CNPE de Gravelines et le projet EPR2 n'exploitent pas la même solution technique pour la déminéralisation de l'eau douce. Alors que le CNPE de Gravelines utilise des résines échangeuses d'ions, le projet EPR2 de Gravelines prévoit d'utiliser l'osmose inverse. Cette dernière solution consomme davantage d'eau, mais elle est compatible avec les eaux usées traitées (dont l'utilisation participe à la réduction de la consommation d'eau douce) et génère moins de rejets chimiques.

5.2.1.2 La réutilisation des eaux usées traitées de la station d'épuration de Gravelines

Dans un contexte de changement climatique et de multiplication des projets industriels consommateurs d'eau, EDF a recherché dans la conception du projet des solutions pour réduire au maximum les prélèvements. Ainsi, en dehors de l'eau potable, deux sources sont envisagées pour répondre aux besoins en eau douce : les eaux traitées de la station d'épuration de Gravelines et le réseau d'eau industrielle du syndicat de l'eau du Dunkerquois.

Figure 73. La toile de l'eau industrielle



La toile de l'eau industrielle est un travail partenarial pour optimiser la gestion de la ressource en eau. Le projet EPR2 s'insérera dans ce schéma, tout comme le CNPE de Gravelines aujourd'hui.*

* La toile eau industriel, Schéma des flux d'eau industrielle de la région Flandre-Dunkerque : <https://www.agur-dunkerque.org/blog/la-toile-de-l-eau-industrielle-billet-7166.html>

Jusqu'à 54 % des besoins en eau industrielle pourraient ainsi être couverts par la station d'épuration, permettant de réduire l'utilisation d'eau industrielle.

Cette mesure s'inscrit ainsi pleinement dans la stratégie territoriale de gestion de l'eau non-conventionnelle, en proposant la réutilisation de l'eau usée traitée, sans impact sur les autres usages (puisque cette eau est indirectement rejetée en mer).

LA STATION D'ÉPURATION DES EAUX USÉES DE GRAVELINES

La station d'épuration de Gravelines traite les effluents des villes de Gravelines et Grand-Fort-Philippe. Elle appartient à la CUD.

Mise en service en 1992, elle est dimensionnée pour une charge de pollution de 30 000 EH (l'équivalent-habitant - EH - est une unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration. Cette unité de mesure se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour). Elle n'est cependant pas utilisée à pleine capacité puisqu'elle a traité en 2022, la pollution correspondant à 11 000 EH.

Les eaux traitées de la station d'épuration sont actuellement rejetées à deux endroits distincts :

- > 300 m³/jour (soit environ 15 % du volume annuel rejeté) sont rejetés vers une lagune de 50 000 m³ située à proximité de la Station d'épuration (STEP) et qui se déverse dans le watergang des Hemmes Saint Pol ;
- > le reste des eaux traitées est rejeté directement dans le watergang des Hemmes Saint Pol, qui fait partie du réseau de wateringues, dirigé vers la mer du Nord.

ÉCLAIRAGE DU SYNDICAT DE L'EAU DU DUNKERQUOIS SUR LA RESSOURCE EN EAU

Ces informations proviennent du Rapport 2022 sur le prix et la qualité du service public de l'eau potable du Syndicat de l'eau du Dunkerquois¹³⁹. Le Syndicat de l'eau du Dunkerquois rassemble 29 communes. Il définit la politique de l'eau sur le territoire et détermine les enjeux et orientations du service de l'eau potable et de l'eau industrielle. Précurseur dans ses actions au profit de la préservation de la ressource, le syndicat s'engage dans l'économie circulaire et la gestion inclusive de l'eau. Le Syndicat de l'eau du Dunkerquois assure le service public de l'eau industrielle alimentant en eau de surface les industries du

site industrialo-portuaire, ce qui ainsi permet de préserver la ressource en eau potable. L'eau est prélevée dans le canal de Bourbourg et alimente les entreprises du site du GPMD. La capacité de production maximale autorisée de l'unité de distribution est de 30,7 millions de m³/an. En 2023, quatorze industriels sont abonnés à ce service, pour un volume d'eau consommé de 20 millions de m³. Les besoins à venir en eau industrielle, tenant compte des projets d'implantations industrielles en cours (Verkor, SNF, H2V, Prologium, etc.), évolueront mais devront respecter la capacité du milieu.

Afin de pérenniser la ressource, le territoire développe différents projets d'usage d'eaux non conventionnelles, en particulier :

- > la réutilisation des eaux usées traitées par les stations d'épuration ;
- > l'usage de l'eau de mer pour le refroidissement des procédés ;
- > le développement de l'économie circulaire de l'eau par les synergies entre les industriels.

139 - Ce rapport est la dernière édition disponible en ligne sur le site internet du Syndicat de l'eau du Dunkerquois : <https://leaududunkerquois.fr/documents-reglementaires/>

5.2.2 Une démarche foncière réfléchie avec les parties prenantes locales

Le projet EPR2 de Gravelines occupe 174 hectares, répartis en deux implantations :

> 154 hectares sur le port ouest, sur la commune de Gravelines. Il s'agit d'un foncier largement artificialisé, qui accueillerait la zone d'implantation des réacteurs EPR2 et la zone de travaux. Il est prévu que cette dernière soit restituée au GPMD à la fin des opérations ;

> 20 hectares plus au sud, au niveau de Craywick (en violet sur le plan ci-dessous). Ce foncier appartenant au GPMD est actuellement exploité, par baux précaires, par des agriculteurs. Ce terrain accueillerait le parking-relais () pour les intervenants du chantier.

Tous ces terrains sont propriété du GPMD, à l'exception de 15 hectares appartenant à la CUD sur le port ouest (en jaune sur le plan ci-dessous).

Figure 74. Cartographie des emprises du projet EPR2 de Gravelines

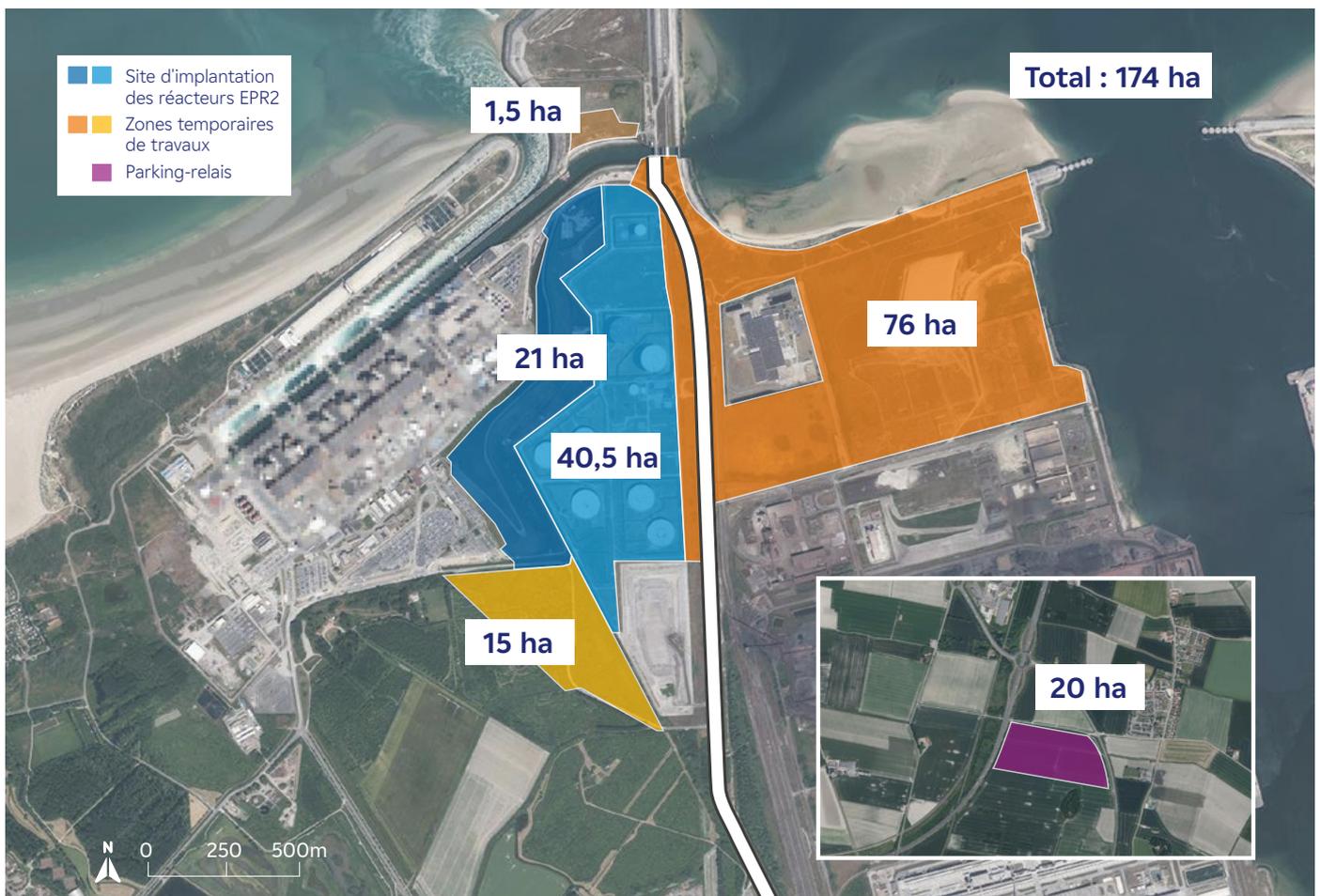


Figure 75. Zone d'étude du projet EPR2 de Gravelines



© EDF Gravelines

L'impact direct du projet EPR2 sur les terres agricoles est donc limité au parking-relais. Cependant, les terres agricoles peuvent être indirectement affectées par la compensation environnementale du projet. En effet, bien que les terrains visés soient très largement artificialisés, ils ne sont pas dénués de toute valeur environnementale. Dans une approche prudente, EDF estime que 114 à 119 hectares du site d'implantation pourraient présenter un

enjeu environnemental justifiant un besoin de compensation. À ce stade du projet, en attendant la définition des implantations précises des installations et les résultats de l'état initial du milieu naturel, il n'est pas possible d'identifier les mesures d'évitement et de réduction, et donc d'évaluer précisément le besoin de compensation.

COHABITATION DES ACTIVITÉS AGRICOLES ET DE LA COMPENSATION ENVIRONNEMENTALE : DES OPTIONS À L'ÉTUDE

Dans le cadre d'un projet, les agriculteurs sont généralement affectés à deux titres : par l'emprise des ouvrages construits puis par le foncier mobilisé pour la mise en œuvre des mesures compensatoires (mises en œuvre quand les mesures d'évitement et de réduction ne suffisent pas). Pour réduire l'impact sur le milieu agricole, il est d'abord possible de viser d'autres types de terrains pour réaliser la compensation environnementale, comme des friches, voire des sites naturels qui pourraient être valorisés davantage. La loi du 23 octobre 2023 relative à l'industrie verte a par ailleurs introduit de nouvelles dispositions relatives à la compensation, qui pourraient être mises en œuvre dans le cadre du projet EPR2 de Gravelines. Dorénavant, « les mesures de compensation sont mises en œuvre en priorité sur le site endommagé ou, en tout état de cause, en

proximité fonctionnelle avec celui-ci afin de garantir ses fonctionnalités de manière pérenne ». Par exemple, la compensation pour une population d'oiseaux, relativement mobile, pourrait très bien intervenir sur un site éloigné. A contrario, la compensation pour une population de batraciens, plus sédentaire, resterait à proximité du projet. Des échanges ont d'ores et déjà été entrepris avec des parties prenantes à l'échelle du PMCO pour identifier des sites pertinents.

Par ailleurs, il est possible de concilier l'activité agricole et la compensation environnementale, par exemple avec la mise en place de pratiques adaptées. À cette fin, un dialogue étroit sera mené avec le monde agricole.

5.3 Des bénéfices socio-économiques pendant les différentes phases du projet

5.3.1 Des travaux qui mobiliseront de nombreux emplois et compétences

Pendant les travaux préparatoires, le nombre d'intervenants sur site augmente progressivement, avec en particulier les métiers des travaux publics pour les terrassements et les travaux de renforcement du sol. Ce sont des travaux très mécanisés, faisant plutôt appel à des conducteurs d'engins ().

Lors du démarrage des travaux de construction des réacteurs EPR2, les métiers du génie civil seront dominants, pour la construction des bâtiments (ferrailleurs, coffreurs, bancheurs, grutiers, etc.).

EDF prévoit une montée progressive de l'effectif sur sept ans à partir de 2026, jusqu'à un pic d'au moins 8 000 intervenants en 2033. À cette date, seront présents sur la zone à la fois des génie-civilistes et des électromécaniciens, qui interviennent tout particulièrement pendant la deuxième moitié des travaux. Les électromécaniciens intègrent les équipements (charpentes métalliques, supportages, etc.) dans les bâtiments créés, et les raccordent mécaniquement (soudage, chaudronnerie, contrôles non destructifs, etc.) et électriquement (tirage de câbles, raccordement dans les armoires électriques, etc.), tandis que d'autres corps d'état interviennent pour les travaux de second œuvre (finitions, peintures, calfeutrements, etc.) ou de procédé (épreuves hydrauliques, essais élémentaires, essais d'ensemble, etc.).

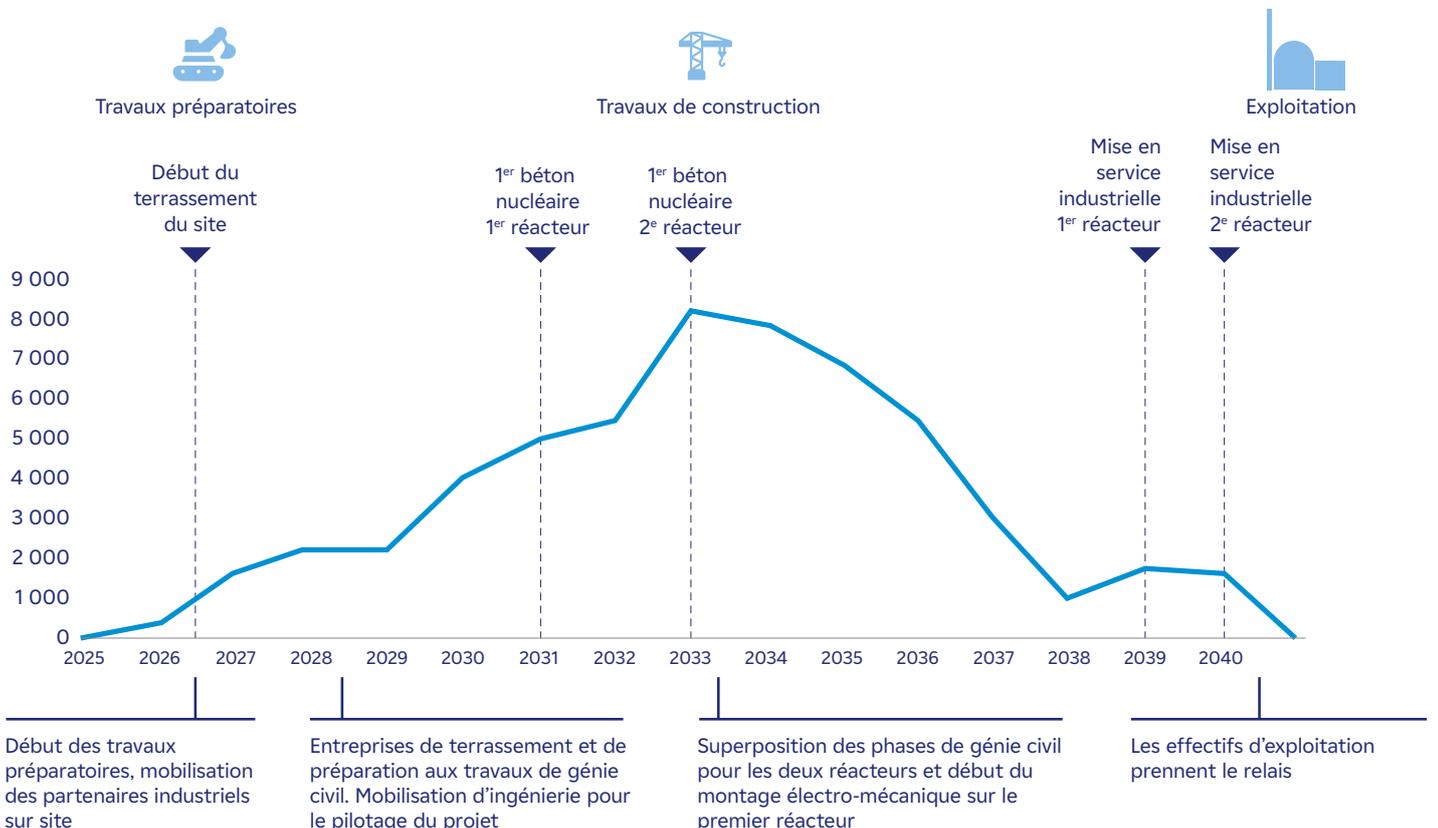


Note au lecteur

Première estimation des effectifs du chantier :

Les effectifs présentés doivent être pris comme une première estimation, basée sur le retour d'expérience des autres chantiers et sur les premiers échanges avec les fournisseurs. Elle sera affinée au fur et à mesure de l'avancement des contrats, puis du chantier. Les effectifs et la typologie d'emplois à affecter aux travaux sont, en effet, de la responsabilité des titulaires de contrat et de leurs sous-traitants, et peuvent évoluer au fur et à mesure des échanges entre EDF et ses fournisseurs.

Figure 76. Estimation des effectifs sur le site pendant les travaux (hors exploitation)





Au-delà des effectifs du chantier, d'autres emplois sont générés par le projet :

- > d'une part, au niveau de la filière industrielle et de ses fournisseurs, pour les études d'ingénierie, la production des matières et équipements, etc. ;
- > d'autre part, indirectement, du fait de l'accroissement de la population pendant la phase de chantier (par exemple, les emplois liés à la restauration, à l'hébergement, à la santé, etc.)¹⁴⁰.

Un des enjeux est de **mettre à profit l'ancrage territorial du CNPE de Gravelines, afin que la réalisation du projet EPR2 bénéficie autant que possible aux tissus économiques locaux et régionaux.**

> FOCUS SUR LES DISPOSITIONS SOCIALES ET LES CONDITIONS DE TRAVAIL

Extrait des réponses d'EDF aux recommandations de la CPDP suite au débat public de 2022-2023¹⁴¹

Pour les prestations de services et de travaux réalisées actuellement sur les centrales nucléaires de production d'électricité existantes, un cahier des charges social¹⁴² couvre l'ensemble des conditions de recours aux entreprises prestataires, avec des dispositions importantes dans le domaine social.

Pour le projet EPR2, des dispositions sociales sont intégrées explicitement dans les contrats, avec notamment :

- > des dispositions pour promouvoir l'emploi et combattre l'exclusion sociale, en invitant le titulaire à la mise en œuvre d'actions d'insertion qui permettent l'accès ou le retour à l'emploi de personnes rencontrant des difficultés sociales ou professionnelles particulières, avec un engagement de réserver aux personnes précitées 5 % minimum du temps total de travail nécessaire à l'exécution du marché ;
- > des dispositions pour encourager le développement de l'activité économique locale et à travers elle l'emploi local, au titre de l'importance attachée par EDF à l'accompagnement économique local, qui est une condition de réussite de ses projets industriels. À ce titre, l'ensemble des fournisseurs du projet peut contribuer à la réussite du programme d'ancrage au territoire.

Plus précisément, EDF incite le titulaire à consulter, pour chaque prestation qu'il envisage de sous-traiter ou de sous-commander auprès d'un fournisseur, et dès lors que le tissu économique local le permet, une ou plusieurs entreprises disposant d'une implantation à proximité du ou des futurs chantiers du projet ;

- > le rappel des obligations du code du travail, notamment les dispositions prévues par l'article R. 1263-12 relatives aux sous-traitants dont le siège social serait établi hors de France et qui détacheraient des salariés sur le territoire français, dont le non-respect des obligations stipulées au présent article pourra entraîner la résiliation du marché.

Concernant les conditions de travail, le retour d'expérience des chantiers de Flamanville et de Hinkley Point C permet d'alimenter les réflexions et orientations sur la préparation des infrastructures et de la logistique sur site afin d'améliorer la vie des salariés intervenant sur le chantier au quotidien. Cela concerne : les transports et les conditions d'accès au chantier, les questions liées aux logements, l'organisation d'activités hors temps de travail, l'accueil des salariés.

Enfin, plusieurs dispositifs de signalement sont à disposition des salariés et collaborateurs extérieurs (personnel intérimaire, salarié d'un prestataire de services...) ou occasionnels (CDD, apprentis, stagiaires...) du Groupe, ainsi qu'aux tiers.

140 - En moyenne, un emploi industriel permet de créer 1,5 emploi indirect et 3 emplois induits dans le reste de l'économie selon l'INSEE. Sources : EDF, chiffres clés de l'industrie française INSEE 2015

141 - Note accompagnant la décision post-débat public, intégrant notamment les réponses aux recommandations de la CPDP : https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2023-07/EPR2-Penly_Note-accompagnement-EDF_Vdef%2028-06-2023.pdf

142 - Les politiques d'EDF <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/fournisseurs/devenir-fournisseur/devenir-fournisseur-pour-le-nucleaire/nos-politiques>

5.3.2 En exploitation, des retombées pérennes

Durant les 60 ans d'exploitation de chaque réacteur, la paire d'EPR2 à Gravelines mobiliserait en moyenne environ 1 000 emplois EDF par an, et autant d'emplois chez les partenaires industriels. À titre de comparaison, près de 2 000 salariés EDF et environ 1 800 salariés permanents d'entreprises prestataires sont en moyenne mobilisés chaque année par le CNPE de Gravelines.

Au-delà des créations d'emplois, et à l'instar du CNPE de Gravelines, les réacteurs EPR2 soutiendront durablement l'activité économique, au travers d'un programme industriel sur le long terme, et contribueront à la fiscalité locale. En effet, l'exploitation d'une centrale nucléaire génère une fiscalité importante par le paiement de contributions et taxes diverses, parmi lesquelles la taxe applicable aux Installations nucléaires de base (INB), la Contribution économique territoriale (CET) et la taxe foncière.

Figure 77. Stand EDF, CNPE de Gravelines, à la Fabuleuse Factory 2023



© EDF Gravelines

> FOCUS SUR L'IMPACT DU CNPE DE GRAVELINES - CHIFFRES 2023

La centrale nucléaire de Gravelines contribue au développement économique de son territoire et apporte un soutien actif à travers sa politique d'achats, le choix de ses partenaires industriels, ainsi que la mise en place de partenariats solidaires et le reversement de taxes et impôts. En 2023, 264 millions d'euros de prestations ont été achetées par EDF Nucléaire à des entreprises des Hauts-de-France, dont 122 millions d'euros directement pour la centrale nucléaire de Gravelines.

En 2023, le site de Gravelines a reversé 99,2 millions d'euros d'impôts et taxes dont 44,5 millions d'euros aux collectivités locales, au travers de la taxe foncière, de la Contribution économique territoriale (CET) et de l'Impôt forfaitaire des entreprises de réseaux (IFER)¹⁴³. Le reste des impôts et taxes est dirigé vers le niveau national, essentiellement au travers de la taxe sur les Installations nucléaires de base (INB), et dans une moindre mesure vers l'IRSN et l'Agence de l'eau.

L'emploi du CNPE de Gravelines :

1 879 effectifs à fin 2023,

40 ans - âge moyen des salariés,

14,5 ans - ancienneté moyenne dans les industries électriques et gazières,

31 % de cadres et

67 % d'agents de maîtrise

143 - Centrale nucléaire de Gravelines : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2024-04/Centrale%20Gravelines%20-%20Plaquette%202024%2021x21%20v1g%20Digitale.compressed.pdf>

5.4 Des défis à relever dans le cadre d'un plan d'actions territorial

Le projet EPR2 de Gravelines est porteur d'opportunités majeures pour le territoire. Il présente aussi plusieurs défis tant son ampleur est importante, particulièrement pendant les travaux. Pour relever ces défis qui concernent un territoire étendu, les collectivités locales ont décidé d'engager un plan d'actions territorial sous coordination et animation globale du Pôle Métropolitain de la Côte d'Opale (PMCO). En effet, au regard de l'influence actuelle de la centrale (39 % des salariés vivant dans le Pas-de-Calais), l'impact du projet EPR2 devrait concerner un territoire recouvrant plusieurs intercommunalités du Nord et du Pas-de-Calais.

Cette partie du DMO permet de donner à voir au public les données d'entrée apportées par EDF par son projet et les éléments auxquels EDF contribue volontiers en appui des collectivités. Pour autant, les actions éventuelles relevant du plan d'actions territorial seront sous la responsabilité des acteurs du territoire et ne sont donc pas par nature dans le périmètre du projet sous responsabilité des maîtres d'ouvrage EDF et RTE.

5.4.1 Une dynamique collective engagée au travers d'un plan d'actions, pour préparer l'arrivée du projet sans déstabiliser le territoire

Au-delà des défis évidents liés à l'emploi et la formation, l'ampleur des travaux de construction d'une paire de réacteurs nucléaires nécessite d'anticiper l'aménagement du territoire, en prenant en compte des enjeux temporaires spécifiques au temps des travaux, et des besoins définitifs liés au fonctionnement d'installations de production, sur plusieurs décennies.

Les acteurs du territoire¹⁴⁴ se sont ainsi engagés dans un **plan d'actions territorial, coordonné et animé par le PMCO, et piloté par l'État, la Région Hauts-de-France et la Communauté urbaine de Dunkerque, pour préparer et accompagner le projet EPR2 de Gravelines.** Ce plan a vocation à ouvrir les échanges et la coordination volontaire des acteurs des territoires concernés par le projet sans préjuger de sa réalisation.

Le plan d'actions territorial vise en particulier le recensement des prérequis à la réussite du projet, l'identification des conséquences socio-économiques et la définition d'une stratégie territoriale sur plusieurs sujets, en prenant en compte les effets cumulés entre le projet EPR2 de Gravelines et les autres projets locaux. Les acteurs du plan d'actions s'intéressent ainsi notamment au développement économique, à l'emploi, aux formations et aux compétences, au logement, à la mobilité, à l'attractivité et au cadre de vie.

Figure 78. Les acteurs du plan d'actions territorial, réunis pour la première fois le 10 novembre 2023



© EDF Gravelines

144 - La préfecture de région Hauts-de-France, la région Hauts-de-France, la Communauté urbaine Dunkerque et le Pôle Métropolitain de la Côte d'Opale, en partenariat avec l'Académie de Lille, le Département du Nord, le Grand Port Maritime de Dunkerque, le MEDEF, la CCI Littoral Hauts-de-France et l'UIMM.

Le plan d'actions territorial a été officiellement mis en place le 10 novembre 2023 lors d'un premier Comité stratégique réunissant tous les acteurs de la région, ainsi que la Délégation interministérielle au nouveau nucléaire (DINN). Outre le Comité stratégique, le plan d'actions territorial comprend une instance de coordination et plusieurs groupes de travail thématiques (voir figure 79). EDF participe aux travaux de ces groupes.

Les acteurs du plan d'actions s'intéressent notamment au développement économique ainsi qu'à l'emploi, aux formations et aux compétences, au travers de groupes de travail pilotés respectivement par la Chambre de commerce et d'industrie Littoral Hauts-de-France et par la région Hauts-de-France. Pour deux autres thématiques - le logement et la mobilité, le plan d'actions territorial s'appuie sur les cadres de dialogue existants, à savoir le groupe de travail « mobilité » piloté par la Communauté urbaine de Dunkerque (et associant, outre la collectivité, tous les industriels du secteur) et le groupe de travail « logement et développement industriel » animé par la sous-préfecture de Dunkerque dans le cadre de la feuille de route Dunkerque 2030. Enfin, un dernier groupe de travail dédié à l'attractivité et au cadre de vie pourrait être constitué.

Les parties qui suivent présentent l'état d'avancement des réflexions de ces différents groupes de travail.

ÉCLAIRAGE DE LA SOUS-PRÉFECTURE DE DUNKERQUE SUR LA FEUILLE DE ROUTE DUNKERQUE 2030

« Dans la décennie à venir, Dunkerque va accueillir des projets sans précédent qui feront du Nord et du Pas-de-Calais des modèles dans la transition énergétique. Ce développement économique pose cinq questions fondamentales de compatibilité entre les ambitions de ces projets et leurs conditions de réussite concrètes :

- > Comment répondre aux demandes d'emplois à venir ?
- > Où loger les futurs travailleurs et dans quelles conditions ?
- > Comment assurer leur mobilité jusqu'aux usines ?
- > Comment attirer les travailleurs nouveaux sur le territoire ?
- > Quelle gestion de la ressource en eau pour alimenter les besoins industriels ?

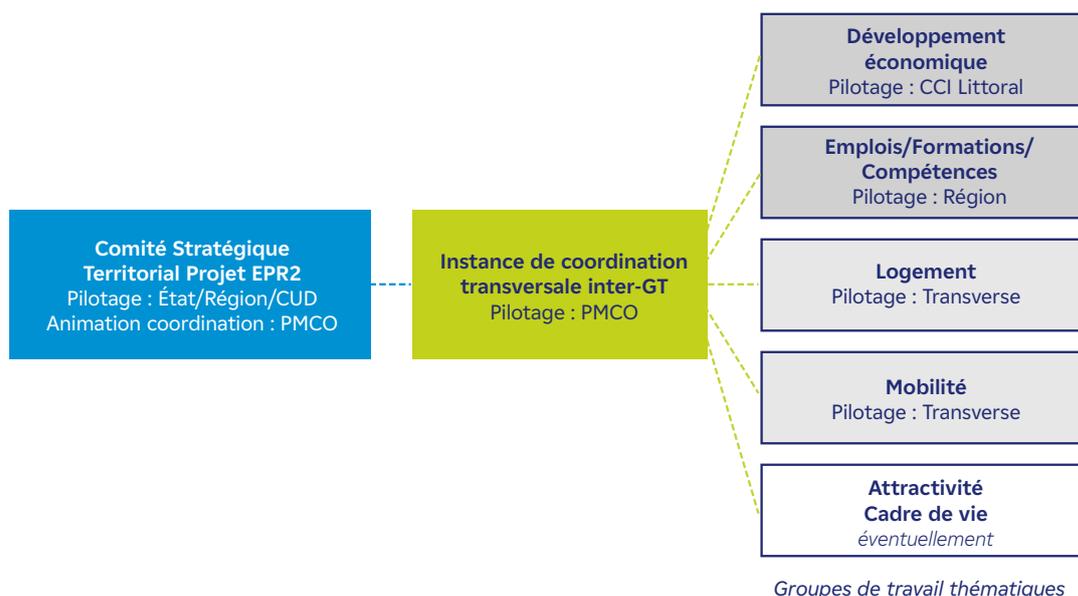
C'est pour répondre à ces cinq questions que l'État a engagé en septembre 2023 la constitution d'une feuille de route qui a été présentée au Gouvernement. C'est à l'échelle de plusieurs intercommunalités - Dunkerque, Calais, Hazebrouck et Saint-Omer - que ce projet est réalisé. »

LE PÔLE MÉTROPOLITAIN DE LA CÔTE D'OPALE

Le PMCO¹⁴⁵ couvre un territoire à la fois urbain et rural de plus de 700 000 habitants sur le littoral de la Côte d'Opale soit 12,5 % de la population des Hauts-de-France (Audomarois, Boulonnais, Calaisis, Dunkerquois, Montreuillois). Il compte parmi ses adhérents 11 établissements publics de coopération intercommunale de la Côte d'Opale, dont 6 communautés de communes, 4 communautés d'agglomération et 1 communauté urbaine, ainsi que les conseils départementaux du Nord et du Pas-de-Calais.

Au regard de la zone géographique d'influence territoriale du projet EPR2 de Gravelines, le PMCO est en charge de l'animation du Plan d'actions territorial, en lien avec les acteurs pilotes du Comité stratégique territorial.

Figure 79. Organisation du Plan d'actions territorial du projet EPR2 de Gravelines



145 - Le Pôle Métropolitain de la Côte d'Opale : <http://www.pm-cote-opale.fr/le-pmco/>

5.4.2 Trouver tous les intervenants nécessaires, avec les bonnes compétences, au bon moment, en mobilisant le tissu économique local

5.4.2.1 Des enjeux majeurs

En matière d'emploi, le défi du projet EPR2 de Gravelines est multiple afin de **développer les retombées positives sans déstabiliser le tissu économique local**.

Outre le nombre d'emplois nécessaires à la construction des réacteurs EPR2 de Gravelines, **les qualifications requises pour le chantier sont un véritable enjeu**. En effet, il apparaît que les métiers appelés par le projet sont parmi les plus demandés sur le marché du travail et présentent plus de difficultés de recrutement que la moyenne¹⁴⁶. Trois métiers en tension ont été identifiés: soudeur, mécanicien pour les machines tournantes et chaudronnier-tuyauteur.

Les défis sont d'autant plus importants au regard du dynamisme du territoire par ailleurs. Avec les grands chantiers annoncés pour la transformation des usines existantes ou l'installation d'activités nouvelles, les mêmes typologies d'emplois seront sollicitées.

La préparation du territoire au chantier du projet EPR2 fait ainsi l'objet d'une attention particulière d'EDF ainsi que des pouvoirs publics, pour développer les retombées locales sans faire concurrence aux autres activités. Ce travail repose notamment sur :

- > la mobilisation des acteurs qui travaillent déjà pour le CNPE de Gravelines ;
- > la présentation du projet à d'autres réseaux d'entreprises régionaux ;
- > l'engagement de nouvelles formations.

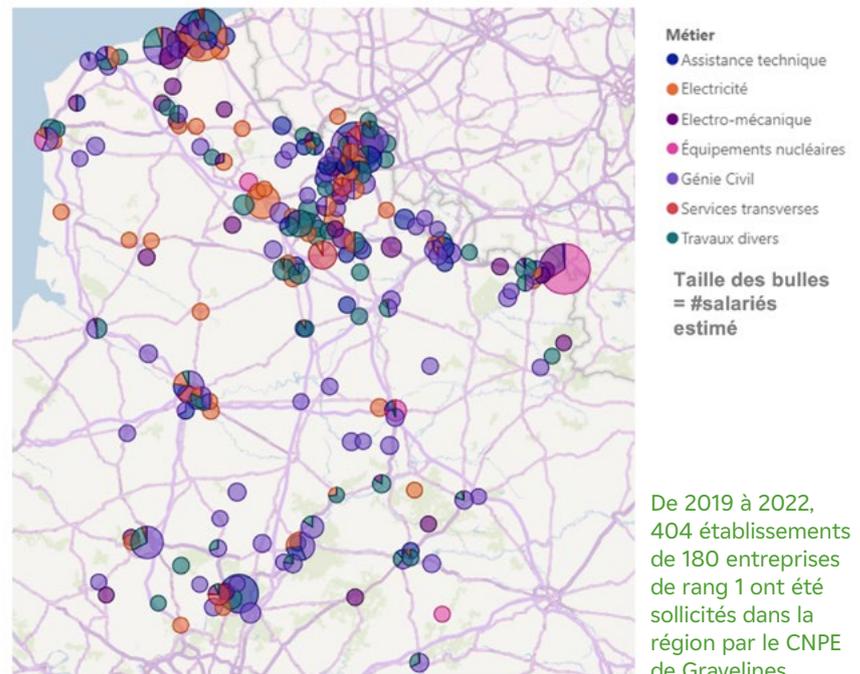
5.4.2.2 Une mise à profit de l'ancrage territorial du CNPE de Gravelines

Le projet EPR2 va profiter de l'ancrage du CNPE dans son territoire, qui mobilise un vaste réseau d'entreprises dans les Hauts-de-France, au travers de NUCLEI (voir encadré page suivante). La centrale nucléaire de Gravelines génère en effet une activité économique très importante, avec

un programme industriel en cours de 4 milliards d'euros d'investissements entre 2014 et 2028, notamment dans le cadre du Grand Carénage () et des quatrièmes visites décennales des six réacteurs, afin d'obtenir les autorisations nécessaires pour poursuivre l'exploitation des réacteurs 900 MWe.

Aujourd'hui, plus de 200 fournisseurs de rang 1 sont situés dans la région, et ce sans compter les fournisseurs de rang 2 et 3¹⁴⁷, couvrant toutes les activités de maintenance, d'électromécanique et de fournitures, au service du CNPE de Gravelines voire de l'ensemble du parc nucléaire français. Ce tissu économique, très structuré par plusieurs associations et fédérations, est d'ores et déjà informé du projet EPR2 : une première réunion s'est tenue à Ouste-Marais en avril 2023 et une seconde en octobre 2023 à Gravelines, tandis qu'une première fiche marché a été communiquée par EDF en février 2024 concernant les travaux de terrassement et de renforcement de sol. Les tissus économiques local et régional disposent ainsi d'une visibilité sur les prochaines années et ont en perspective le projet EPR2.

Figure 80. Cartographie des entreprises régionales sollicitées par le CNPE de Gravelines



146 - Nombre de projets de recrutement en 2024 en Région, Secteur : Industries extractives, énergie & gestion des déchets : <https://statistiques.pole-emploi.org/bmo/bmo?fg=DE&la=0&pp=2023&ss=1>

147 - Un établissement de rang 1 travaille directement pour les « constructeurs ». Un établissement de rang 2 travaille pour un ou plusieurs établissements qui, eux-mêmes, travaillent directement avec un ou plusieurs constructeurs. Un établissement de rang 3 travaille pour un établissement de rang 2.

➤ LES PRINCIPAUX ACTEURS DE L'ÉCOSYSTÈME



NUCLEI Hauts-de-France

NUCLEI Hauts-de-France est le programme de développement économique des entreprises régionales de la filière du nucléaire. Il est piloté par la CCI Hauts-de-France et EDF. Ses objectifs sont de :

- > permettre aux entreprises régionales de saisir les opportunités des marchés du nucléaire porteurs d'activité et d'emplois ;
- > fédérer la filière nucléaire des Hauts-de-France et accompagner les entreprises régionales qui souhaitent se positionner dans ce secteur.

Avec le programme NUCLEI, créé dans les années 2000, EDF et la Chambre de commerce et d'industrie des Hauts-de-France ont constitué un vaste réseau d'entreprises qui sont accompagnées dans leur intégration à la filière (obtention des normes et qualifications par exemple) et qui voient l'accès aux marchés nucléaires facilité (publication de fiches marchés sur la plateforme CCI business par exemple).

Pour en savoir plus : <https://nuclei.fr/>

Le GIPNO

Le Groupement des industriels prestataires Nord-Ouest (GIPNO) associe entreprises prestataires (maintenance, logistique, prestation intellectuelle...), organismes de formation et agences d'emploi. Son objectif est d'accompagner les intervenants prestataires sur les CNPE sur les champs qualité, sécurité, radioprotection, environnement ainsi que sur l'emploi, les compétences et la formation.

Pour en savoir plus : <https://www.gipnordouest.com/>

L'UIMM

L'UIMM est l'Union des industries et métiers de la métallurgie. C'est le représentant historique des entreprises de la métallurgie. Depuis 1901, elle représente et défend les intérêts de la branche métallurgique et de l'industrie. Le niveau opérationnel de l'UIMM est réalisé par des chambres syndicales territoriales dans les Hauts-de-France. L'UIMM mène des actions dans des secteurs variés tels que le développement économique, l'attractivité des métiers, la formation et le développement des compétences.

Pour en savoir plus : <https://www.uimmudimetal.fr/>

5.4.2.3 Des actions engagées pour faire connaître le projet aux entreprises

En dépit de cet ancrage déjà fort sur lequel le projet EPR2 pourra s'appuyer, certains secteurs vont se retrouver en tension, notamment dans les travaux publics et le génie civil, mais aussi dans les métiers de l'électromécanique.

Pour éviter ces tensions, plusieurs actions sont entreprises par EDF :

- > **multiplication des actions d'information** vers les syndicats professionnels et les clubs d'entreprises afin de faire connaître les besoins d'EDF pour le projet ;
- > **information des entreprises locales**, afin de les encourager à candidater pour participer au chantier (en tant que titulaires de contrats ou en sous-traitance), et à recourir à l'emploi local ;
- > **élargissement du réseau d'entreprises**, en ciblant d'autres territoires des

Hauts-de-France, dans le sud du Pas-de-Calais et du Nord, ainsi que dans l'Aisne par exemple, afin de solliciter de nouveaux tissus économiques ;

- > **création de ponts avec la région Normandie** : d'ores et déjà, des liens existent entre la région Hauts-de-France et ses voisines, en particulier, avec la Normandie. Le GIPNO (voir encadré ci-dessus) est étroitement associé aux projets EPR2 de Penly et de Gravelines dans l'idée qu'à terme, la proximité des deux chantiers d'EDF pourrait générer des synergies d'emploi des ressources. Les Chambres de commerce et d'industrie (CCI) sont également en lien. Enfin, le retour d'expérience du projet EPR2 de Penly est d'ores et déjà mis à profit, notamment au travers du Plan d'action territorial normand¹⁴⁸ et de son équivalent dans les Hauts-de-France.

Ces actions viennent s'appuyer ou compléter celles mises en œuvre dans le Dunkerquois par les parties prenantes.

148 - Le site internet du projet EPR2 de Penly : <https://projet-penly.edf.fr/>

5.4.2.4 De nouvelles formations pour promouvoir les métiers de la filière avec le rôle clé de l'université des métiers du nucléaire pour les Hauts-de-France

Les plans engagés à l'échelle nationale pour s'assurer que les compétences soient au rendez-vous pour la mise en œuvre du nouveau nucléaire () se traduisent localement par de multiples actions, notamment **impulsées par le CNPE de Gravelines et par l'Université des métiers du nucléaire (UMN) pour la région Hauts de France.**

Ces actions s'inscrivent dans la continuité de **l'appel à projets Nucléofil**, qui avait pour objectif de développer les compétences de la filière nucléaire dans les Hauts-de-France en :

- > renforçant les liens entre les jeunes et les entreprises, par une plateforme digitale ([monavenirdanslenucleaire.fr](https://www.monavenirdanslenucleaire.fr), avec sa page régionale) ;
- > amenant les étudiants au niveau d'expertise requis par les entreprises de la filière, en adaptant les formations. Par exemple, une formation d'ingénieur nucléaire a été créée à l'IMT Nord Europe à Dunkerque et sa première session commencera en septembre 2025 ;
- > créant des outils pédagogiques innovants comme des *serious games*.

La dynamique engagée par Nucléofil s'est amplifiée avec la constitution de l'Université des Métiers du Nucléaire et ses actions (dont les principales sont décrites ci-après) au niveau de la région des Hauts-de-France.

Des bourses et parrainages d'entreprises ont permis de créer des liens entre les jeunes, leurs établissements et les entreprises, notamment des Petites et moyennes entreprises (PME) et des Petites et moyennes industries (PMI). Le dispositif est passé de 5 bourses régionales pour le Lycée de l'Europe à Dunkerque à 29 (avec des partenariats avec des lycées de Longuenesse, de Saint-Omer, de Hénin-Beaumont et de Maubeuge), et il doit encore s'étendre à la rentrée en 2024.

Les formations ont aussi été adaptées aux besoins des entreprises : alors que certaines formations ne faisaient pas le plein, établissements, entreprises et France Travail ont collaboré pour revoir les programmes. Ainsi, en réponse aux difficultés identifiées par les fournisseurs, EDF a soutenu en novembre 2023, et en partenariat avec l'académie de Lille et France Travail, la création d'une nouvelle formation en alternance menant au titre professionnel

« soudeur TIG électrode enrobée » au lycée de l'Europe à Dunkerque. Cette formation, qui vise tous les publics (dont des personnes en reconversion) va se développer dans les années à venir.

Un « **passport nucléaire** » a par ailleurs été développé dans les formations du CAP jusqu'au BTS : des formations initiales couplées à des stages dans les entreprises de la filière alors même qu'il est souvent difficile de trouver des stages dans les formations « classiques » ont été mises en place. Le volontariat des étudiants est récompensé de la remise d'un « **passport nucléaire** », valorisable dans les CV ou encore sur Parcoursup. Cette démarche concerne aussi les établissements de l'enseignement supérieur : des intervenants de la filière (ingénieurs de centrales, personnels du CEA et de l'IRSN) animent des « **modules nucléaires** » dans les formations.

Parmi les autres actions figurent la **promotion de l'apprentissage** (avec pas moins de 90 apprentis prévus au CNPE de Gravelines à la rentrée 2024) ou encore la création de simulateurs dans les lycées pour développer les compétences des jeunes et demandeurs d'emplois.

En synthèse, c'est tout un écosystème de formation qui s'est développé dans les Hauts-de-France et sur lequel le projet EPR2 de Gravelines pourra s'appuyer, d'abord pour les métiers du génie civil et demain pour les métiers de l'électromécanique. Ces actions engagées par la filière nucléaire viennent enfin compléter les nombreuses actions entreprises par les acteurs locaux en faveur des métiers de l'industrie¹⁴⁹.

Figure 81. Formation Soudure, EDF



149 - Université des métiers du nucléaire : <https://www.monavenirdanslenucleaire.fr/>

ÉCLAIRAGE DU RECTORAT DE LILLE : LE PACTE ÉDUCATIF DUNKERQUOIS

Sur le territoire Dunkerquois, dans un contexte de mutation profonde de l'économie locale, L'Éducation nationale est investie notamment par le biais de son dispositif de Pacte éducatif dunkerquois, signé le 6 septembre 2022 par le préfet de région, la rectrice de région académique, les représentants des collectivités locales (Communauté urbaine de Dunkerque, Région Hauts-de-France, Département du Nord), l'Université littoral Côte d'Opale (ULCO), la CCI ainsi que de grands acteurs économiques (EDF et ArcelorMittal).

Pour faire face au défi majeur du territoire que représente l'accès aux compétences, l'une des finalités de ce pacte est de lutter contre le

déterminisme social, source d'inégalités et de pauvreté. Il pèse sur les choix d'orientation et donc de formation des jeunes, mais aussi des salariés. Agir sur l'orientation tout au long de la vie, dès la petite enfance est le levier qui permettra d'équilibrer les projets individuels, le besoin d'émancipation et de réalisation personnelle de chaque individu au sein de la société, et les besoins en compétences des entreprises, nécessaires au maintien de leur compétitivité.

Le Pacte éducatif pour le Dunkerquois se développe en trois axes :

- > innover en matière d'orientation scolaire et professionnelle notamment pour mieux faire connaître l'entreprise et les formations professionnelles et

technologiques aux apprenants, mettre en place un hub de communication collectivité/établissements/entreprises et proposer un outil d'orientation innovant pour les jeunes et les familles ;

- > développer une offre de formation diversifiée et adaptée conduisant à des métiers porteurs, tant pour les publics en formation initiale que les salariés en reconversion, et à ce à tous les niveaux, de Bac+1 à Bac+5 ;
- > conforter le niveau éducatif du territoire depuis le plus jeune âge en créant également les conditions de l'épanouissement personnel et professionnel.

5.4.2.5 État d'avancement des travaux du plan d'actions territorial

Dans le cadre du plan d'actions territorial, les enjeux socio-économiques sont traités par deux groupes de travail.

Le groupe de travail « Développement économique » s'est réuni tous les deux mois depuis fin novembre 2023. Deux enjeux ont été identifiés : organiser l'information et l'accompagnement des entreprises sur le projet et mobiliser le tissu économique local. À cette occasion, deux appels d'offres à venir ont été présentés par EDF : un marché de terrassement et de renforcement des sols ainsi qu'un marché d'immobilier tertiaire. Les parties prenantes se sont aussi interrogées sur la faisabilité de livrer des pièces et équipements par le Port de Dunkerque, une option qu'EDF va examiner ().

Le groupe de travail « Emploi et compétences » a commencé ses travaux, notamment en s'appuyant sur le retour d'expérience du projet EPR2 de Penly. Une réunion des entreprises adhérentes de la Fédération régionale des travaux publics (FRTP), a permis de constituer un premier groupe « miroir » important (plus de 30 représentants d'entreprises), pour échanger sur l'attractivité, l'emploi et la formation. Une enquête de besoins sur cinq ans lancée auprès des industriels et des entreprises est en cours de finalisation par la Direction régionale de

Figure 82. Synthèse des besoins en emplois du Dunkerquois



l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités (DREETS) et la CCI Hauts-de-France. Les éléments remontés permettront de dimensionner les besoins et de faire évoluer l'appareil de formation de la région en conséquence. Parmi les principaux sujets de travail à venir figure l'articulation des travaux du Groupe de travail avec la démarche emplois-compétences lancée dans le cadre de « Dunkerque 2030 ».



5.4.3 Proposer des logements répondant aux besoins des intervenants des différentes phases du projet EPR2

5.4.3.1 Les enjeux

Au regard du nombre de futurs salariés mobilisés, l'accès au logement sera un véritable enjeu pour le territoire, notamment pendant la phase de construction. Les conséquences de l'accroissement de la population, temporaire comme définitif, vont concerner un territoire bien plus large que celui de la commune de Gravelines. On peut estimer qu'une large partie du Pôle Métropolitain de la Côte d'Opale va être concernée - et particulièrement la Communauté urbaine de Dunkerque, la communauté de communes des Hauts-de-Flandres, la communauté de communes de la région d'Audruicq, la communauté d'agglomération Grand Calais Terres et Mers, la Communauté d'agglomération du Pays de Saint Omer - mais aussi Cœur de Flandre Agglo, voire d'autres territoires régionaux.

Les hypothèses d'EDF à date pour Gravelines sont les suivantes :

- > **entre 40 et 55 % des salariés seront des salariés dits « locaux »** (qui habitent dans la zone d'influence du projet - dans un rayon d'1h15 de route) ;
- > **entre 40 et 50 % des salariés seront des « grands déplacés »** (ils sont en dehors de la zone d'influence du projet et vont devoir trouver un hébergement temporaire) ;
- > **entre 5 et 10 % des salariés seront des « nouveaux salariés locaux »** (ils vont s'installer sur le territoire, pour certains avec leur famille, à l'occasion de la construction des EPR2 et auront besoin d'un hébergement longue durée (location ou achat).

L'enjeu résiderait ainsi principalement dans l'accès au logement des « grands déplacés » (entre 3 000 et 4 000 pendant la période 2026-2035), qui, pour la majorité, ne resteront que pendant la phase de construction du projet EPR2 de Gravelines. L'arrivée de ces salariés va ainsi nécessiter la mise à disposition d'hébergements temporaires (de quelques mois à plusieurs années) pendant la durée du chantier, en fonction des différentes phases et des durées de séjour des intervenants.

Les hébergements touristiques dans la zone d'influence du projet EPR2 pourraient théoriquement accueillir une partie de ces « grands

déplacés » mais les parties prenantes locales ont exprimé le souhait que ces hébergements conservent prioritairement leur vocation touristique pour l'attractivité du territoire. C'est pourquoi EDF ne se repose pas, dans ses hypothèses de travail, sur cette typologie d'hébergements.

Il apparaît donc nécessaire de **consolider la vision des besoins en logements pérennes et temporaires pour assurer l'accueil des travailleurs et de leurs familles, sans déstabiliser le marché actuel.**

Dans un contexte tendu, il faudra privilégier la mobilisation du parc existant via l'identification et l'analyse de la vacance de l'habitat et des réhabilitations de logements, mais également engager la construction de logements pérennes pour la population qui s'installera de manière définitive sur le territoire.

En parallèle, la construction de structures temporaires pour les besoins du chantier apparaît nécessaire (structures modulaires collectives, bungalows de camping, logements individuels ou partagés...). Dans ce cadre, une réflexion sur l'utilisation « après-chantier » est à identifier en amont : reconversion pour d'autres usages (résidence de tourisme, appart-hôtel, logement étudiant, logements privés ou sociaux...) ou démontage pour réutilisation sur un autre emplacement, un autre usage ou un autre chantier.

5.4.3.2 État d'avancement des travaux du plan d'actions territorial

Le plan d'actions territorial s'appuie sur le groupe de travail « logement et développement industriel » qui n'est pas dédié au seul projet EPR2 de Gravelines (voir encadré page ci-contre).

Dans le cadre de ce groupe de travail animé par la sous-préfecture de Dunkerque, EDF a présenté le retour d'expérience de Flamanville 3, avec notamment la création d'une Association interentreprises (AIE). Les services de l'État ont également présenté la trajectoire de production de logements dans le périmètre territorial compris entre Dunkerque Hazebrouck Calais et St Omer¹⁵⁰ de 2024 à 2034. Cible : produire 15 300 logements par an pendant 10 ans (sur la CUD, le rythme moyen visé est de 1 200 logements par an, pour un rythme actuel de 525 par an).

Le groupe de travail a d'ores et déjà choisi d'approfondir le sujet des logements temporaires (permettant de loger les salariés détachés pendant la phase « chantier » du projet).

150 - Aussi appelé le « carré magique »

➤ ÉCLAIRAGE DE LA SOUS-PRÉFECTURE DE DUNKERQUE : LES ENJEUX DU LOGEMENT SUR LE TERRITOIRE

La sous-préfecture de Dunkerque a mis en œuvre dès avril 2023 un groupe de travail « logement et développement industriel », visant à mettre en place sur le territoire dunkerquois un protocole Trajectoire Logement 2024/2034. Cette démarche doit permettre d'accompagner les créations d'emplois par une production de logements adaptée. L'action de l'État concerne notamment l'identification du foncier disponible et nécessaire pour la construction de nouveaux

logements, la programmation des outils budgétaires permettant de construire, et la définition de l'horizon de construction sur dix ans.

L'hypothèse médiane des besoins en construction au sein de la CUD est de 1 200 logements nouveaux à construire par an, pendant 10 ans. Il faudra ajouter à ce besoin des logements appelés par les emplois de chantiers notamment du projet EPR2 de Gravelines.

Outre les services de l'État, ce groupe de travail associe les Établissements publics de coopération intercommunale concernés (trois de l'arrondissement de Dunkerque et trois du Pas-de-Calais), les SCoT, les conseils départementaux du Nord et du Pas-de-Calais, le conseil régional des Hauts-de-France, tous les bailleurs sociaux et les financeurs.

➤ ÉCLAIRAGE DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE DUNKERQUE : L'ACTION DES PARTIES PRENANTES EN MATIÈRE DE LOGEMENT

Réussir le pari du logement adapté et écologique pour tous est une priorité du territoire pour réussir la réindustrialisation du dunkerquois.

Trois objectifs stratégiques structurent la politique de la CUD

- > contribuer au développement des entreprises en facilitant l'accès au logement pour les salariés ;
- > permettre aux salariés qui arrivent sur les emplois de se loger sur le territoire, et de s'y sentir accueillis ;
- > améliorer la capacité du territoire à toujours mieux répondre aux besoins des habitants déjà présents sur le territoire (jeunes, familles monoparentales etc.).

L'adoption du nouveau PLUIHD de la CUD en décembre 2022 a d'ores et déjà permis d'engager d'importantes opérations. En complément s'est engagée dès 2023 une estimation des besoins complémentaires aux objectifs de production repris au PLH pour atteindre **12 000 nouveaux logements sur 10 ans**, sur des produits diversifiés (social, accession, libre). À cela s'ajoute un besoin estimé de 4 300 logements pour l'habitat temporaire de salariés des chantiers, notamment des EPR2 (une part des salariés de chantier sera logée dans du logement classique).

Cette hausse des besoins s'inscrit pleinement dans les objectifs ambitieux posés par le PLUIHD, à savoir : limitation de l'extension urbaine, et aucun nouveau logement

à plus de 500 mètres d'un arrêt de transport en commun, et à proximité d'une offre de services de proximité. De plus, ces objectifs de production conséquents et rapides ne doivent pas se faire au détriment de la qualité d'habiter, et se formalise dans une charte que la CUD valorise auprès des opérateurs privés et bailleurs.

Un plan d'action a été engagé pour répondre à cette demande diversifiée

- > **Axe 1 : Améliorer l'efficacité du système de production du logement ;**
- > **Axe 2 : Créer un choc de production de logements.**

Un important travail de repérage des opportunités foncières à 10 ans a été engagé. À ce jour, des fonciers de court et moyen termes ont été repérés pour 9 000 logements, à 90 % en centre d'agglomération ou dans les communes d'accueil des nouvelles implantations, en cohérence avec les objectifs du PLH. La CUD travaille également à la remise sur le marché de logements vacants et continue son travail de repérage de foncier ou d'opérations dans le diffus.

- > **Axe 3 : Programmer, produire et diversifier l'offre en logement et hébergement temporaire, qualitatif et reconvertible ;**
- > **Axe 4 : Offrir les services habitat adéquats aux entreprises et aux salariés.**

Pour répondre à cette multitude d'enjeux, la CUD innove.

L'adoption du contrat territorial pour la production et la rénovation des logements sociaux 2024-2026 s'inscrit dans cette droite ligne, en donnant au territoire des leviers pour expérimenter de nouveaux dispositifs sur la production de logements et la réalisation de résidences pour salariés en mobilité, pour déroger et accélérer certaines procédures. La CUD est également, depuis février 2024, l'un des territoires lauréats de l'appel à projets « Territoires engagés pour le logement », visant le même objectif d'accélération de la production.

Par ailleurs, si l'enjeu d'une offre complète et diversifiée au plus près des lieux de travail ou des centres urbains de l'agglomération desservis en transport en commun constitue une priorité afin de limiter les déplacements domicile-travail en voiture individuelle et l'impact foncier des opérations, les territoires voisins de la CUD devront eux aussi augmenter leur production, d'environ 3 300 logements supplémentaires par rapport aux programmations existantes. La gouvernance de ces objectifs inter-EPCI est en cours d'organisation, en parallèle d'une réflexion sur l'adaptation du réseau de transport en commun pour favoriser leur utilisation.

5.4.4 Adapter le dimensionnement des services aux publics

De même, des services et infrastructures du département du Nord et la région Hauts-de-France vont être directement impactés par cet accroissement. Le territoire va devoir **adapter les services publics nécessaires pour répondre aux besoins des travailleurs et de leurs familles, qu'ils soient nouveaux arrivants ou déjà présents sur le territoire.**

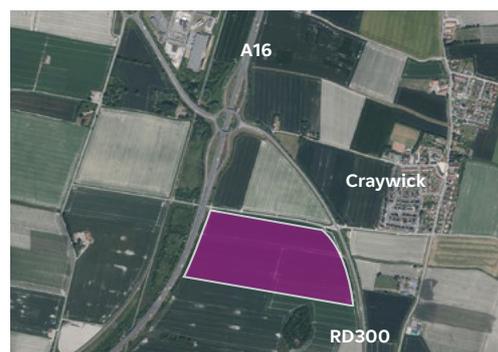
Plus globalement, et en fonction de l'implantation des travailleurs et de l'analyse des possibilités et capacités déjà existantes, des aménagements de certaines communes et collectivités devront être engagés pour accueillir les intervenants du chantier : réseaux divers, assainissement et eau potable, écoles et équipements petite enfance, hôpitaux et centres de santé, équipements sportifs, équipements touristiques et culturels...

Les moyens de la sécurité civile devront être accrus, pour tenir compte des nouvelles installations nucléaires créées.

Ces évolutions seront à prendre en compte dans les documents stratégiques et d'urbanisme du dunkerquois et des EPCI voisins. À la CUD, le PLUIHD approuvé en 2022 est le document stratégique de référence pour l'aménagement du territoire. La CUD planifie l'aménagement de l'agglomération de manière intégrée, pour relever le défi climatique et répondre à ses objectifs ambitieux de neutralité climatique sur son bassin industriel et son bassin de vie. Cette politique de planification intègre les volets Habitat (programme local de l'habitat) et Déplacements (plan de mobilité). Le développement industriel du territoire s'inscrit pleinement dans les objectifs posés dans le PLUIHD en termes de limitation de l'extension urbaine, de densification des opérations, de proximité des nouveaux logements de l'offre de transport, de développement de l'offre de transports collectifs, et vient en renforcer les enjeux pour un développement équilibré du territoire.

Dans ce cadre, la question de l'artificialisation des sols pour des usages urbains et économiques sera également à travailler.

Figure 83. Parking-relais à Craywick



Fond de carte : BD ORTHO® IGN

5.4.5 Développer des alternatives à la voiture pour se rendre sur le site EPR2 pour ne pas saturer le territoire

5.4.5.1 Les enjeux

Pendant les travaux préparatoires et de construction des réacteurs EPR2, la logistique du chantier constituera un défi pour acheminer les équipements et matériaux nécessaires : le recours au transport ferroviaire et au transport maritime apparaît pour EDF particulièrement pertinent au regard de la localisation du projet, mais il reste à en confirmer la faisabilité, notamment avec les entreprises en charge des travaux ().

La mobilité des intervenants du chantier constituera un autre défi pour ne pas saturer les routes du territoire, limiter les émissions de gaz à effet de serre et assurer l'efficacité du chantier.

Situé à l'extrémité du port ouest, le site d'implantation du projet EPR2 de Gravelines n'est en effet accessible que par la route du Grand Colombier. L'enjeu est donc de ne pas saturer cet axe pour assurer l'efficacité des flux logistiques et des mobilités, tant pour le projet que pour les activités des industriels voisins. Plus largement, aujourd'hui déjà, la circulation sur l'A 16 et la RD 601 est dense aux heures de pointe, avec des temps d'attente pouvant être élevés aux intersections, d'où l'enjeu d'un système renforcé de transports collectifs pour limiter le trafic sur les infrastructures.

5.4.5.2 Mettre à profit le retour d'expérience des chantiers des EPR

Un schéma de transport global doit être ainsi défini, pour le fret et pour le personnel, en prenant en compte différentes possibilités. Pour limiter les impacts des flux de travailleurs et les congestions aux abords du chantier et sur les axes routiers, **une réflexion sur les transports individuels et collectifs est nécessaire.**

Les retours d'expérience du chantier de construction des réacteurs EPR de Hinkley Point C, au Royaume-Uni, et de la préparation des travaux du projet EPR2 de Penly, seront pris en compte pour le projet EPR2 de Gravelines, avec en particulier la construction d'un parking-relais à Craywick (voir figure 83) et la mise en place de navettes dédiées pour acheminer

les salariés sur le site. Ce dispositif permet à la fois de limiter les flux de véhicules individuels sur les voies du port, et de délocaliser le contrôle d'accès au chantier.

Des adaptations de certaines voies routières seront peut-être également à engager, en lien avec les gestionnaires d'infrastructures, notamment aux abords des parkings et de l'accès au chantier (ronds-points, carrefours...).

Ces solutions relevant d'EDF seront autant que possible construites en synergie avec les solutions mutualisées développées par les parties prenantes locales, décrites dans les encadrés qui suivent (voir encadré ci-dessous).

5.4.5.3 État d'avancement des travaux du plan d'actions territorial

Le plan d'actions territorial du projet EPR2 de Gravelines s'appuie sur le groupe de travail « Mobilité » piloté par la Communauté urbaine de Dunkerque.

EDF y a présenté son schéma de transport prévisionnel, centré sur un parking éloigné desservi par des navettes dédiées, permettant le contrôle d'accès à bord des bus, pour limiter le temps d'accès au site. Dorénavant, l'articulation entre le schéma de transport du projet EPR2 de Gravelines et les démarches engagées par les parties prenantes locales doit être travaillée, notamment au regard d'une estimation plus fine des flux nécessaires aux travaux.

ÉCLAIRAGE DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE DUNKERQUE : DES ACTIONS ENGAGÉES POUR LA MOBILITÉ SUR LE TERRITOIRE

Le système de transport proposé par la CUD dit « **usines sans parking pour les salariés** » s'inscrit pleinement dans la politique globale d'aménagement du territoire, formalisé dans le **PLUIHD**, approuvé en décembre 2022, qui fait la part belle aux transports alternatifs à la voiture individuelle, et prône le développement du logement le long des axes de transports collectifs. Il repose sur le recours à des modes de transports alternatifs dans la continuité du développement du réseau de bus, en libre accès, en place sur le territoire depuis 2018. Avec cette politique de desserte des zones industrielles, c'est une nouvelle dimension que la CUD donne à sa politique de mobilité : la massification des emplois sur des zones concentrées constitue une opportunité pour proposer un système collectif partagé par plusieurs entreprises ; avec des fréquences adaptées aux cycles de travail des industries.

Ce système répond à plusieurs enjeux :

- > **sociaux** : en favorisant le pouvoir d'achat des salariés, en faisant en sorte que la mobilité ne soit pas un obstacle à l'accès à l'emploi ;
- > **environnementaux** : en limitant les émissions liées au trafic routier, en réduisant l'emprise foncière des infrastructures de transport et des zones de stationnement ;
- > **la qualité de vie sur le territoire** : en limitant la congestion sur les infrastructures routières dans le port et à leurs abords, afin d'optimiser les flux de circulation et de garantir des dessertes

efficaces et de qualité pour tous les usages, jusqu'aux portes des entreprises.

Pour cela, l'objectif posé par la CUD est que 50 % des mobilités vers et dans la zone industrialo-portuaire devront se faire totalement via le réseau de transports en commun communautaire, en complémentarité avec le transport régional et en y facilitant la pratique des modes actifs. Pour les 50 % restants, l'enjeu est que les salariés n'utilisent leur voiture que sur une partie de leurs trajets et puissent, dans une logique d'intermodalité, se connecter rapidement à un transport collectif fréquent et efficace desservant la zone industrialo-portuaire via des zones de rabattement multimodales en proximité des grands axes routiers. Cette répartition est cohérente avec les résultats des enquêtes menées auprès des sites industriels en place (50 % des salariés habitent l'agglomération dunkerquoise et 50 % les EPCI voisins).

Les objectifs posés permettront de dimensionner les aménagements et le bon niveau de service de transport. La montée en charge en lien avec l'ouverture progressive des nouvelles usines permet d'envisager une réalisation par phase. Par ailleurs, le mode « bus » permet une agilité contrairement à d'autres modes de transport nécessitant des aménagements lourds et non réversibles en fonction des besoins et des usages observés.

Si la CUD est autorité organisatrice des mobilités sur son territoire et a déjà engagé de nombreux travaux d'aménagements, à l'image des pôles multimodaux des gares ferroviaires de Gravelines et de Bourbourg, elle ne peut mener à bien ce travail qu'avec le concours :

- > **des entreprises** (coordination des horaires des prises de poste pour limiter les besoins en stationnement à un instant T, travaux sur les plans mobilité employeur) ;
- > **de la Région** (pour faire évoluer les dessertes en car inter-EPCI et développer le ferroviaire dans le cadre du futur schéma express régional métropolitain - SERM) et du Département (récupération de voiries départementales pour permettre le développement du nouveau réseau de transports collectifs d'agglomération) ;
- > **du Grand Port Maritime de Dunkerque**, afin d'aménager les infrastructures notamment les voies piétonnes et cyclables sécurisées, mais aussi dans le cadre de sa démarche prospective sur les flux de circulation indispensable pour adapter au plus proche des besoins le service.

C'est pourquoi la CUD a pris l'initiative de mettre en place un comité de coordination dit « **comité des industriels** », mettant autour de la table tous les acteurs concernés pour réussir cet objectif d'organisation des mobilités alternatives à la voiture individuelle.



5.4.6 Vers une procédure « grand chantier »

Les phases de chantier puis d'exploitation induisent des besoins qu'il faut anticiper pour favoriser la meilleure insertion du projet dans le tissu économique et social régional.

La construction de Flamanville 3 a été réalisée dans le cadre d'une procédure de « Grand Chantier d'aménagement du territoire » tandis qu'une démarche similaire a été initiée pour le projet EPR2 de Penly. Celle-ci est demandée par le maître d'ouvrage et décidée par l'État, impliquant une coordination par la désignation d'un sous-préfet coordonnateur. Elle offre un espace de concertation entre les parties prenantes (collectivités locales, services publics, entreprises et leurs représentants, organisations représentatives du personnel, associations...).

La procédure doit ainsi permettre que le chantier accompagne un véritable projet de territoire.

Quatre axes de travail sont poursuivis :

- > **adapter les services et infrastructures**, en tenant compte de l'existant et des besoins directs ou indirects générés par le chantier (routes, équipements publics...);
- > **accueillir les salariés déplacés amenés à travailler sur le chantier** (en particulier logements, transports vers le site, restauration méridienne);
- > **favoriser l'intervention d'entreprises locales et le recours à la main-d'œuvre locale** par la mise en relation des entreprises donneuses d'ordre et des sous-traitants, ainsi que par la construction d'offres de formation;
- > **organiser l'après-chantier**, en particulier les redéploiements en fin de mission.

Si le projet EPR2 de Gravelines est confirmé, **EDF demandera aux pouvoirs publics la mise en œuvre d'une procédure Grand Chantier qui permettrait, dans la continuité du plan d'actions territorial, de répondre aux défis précédemment présentés.**

> RETOUR SUR LA PROCÉDURE GRAND CHANTIER DE FLAMANVILLE 3

Le dispositif Grand chantier de l'EPR de Flamanville 3 a permis de réaliser un important programme d'infrastructures et a développé l'économie et l'emploi local. Les nouvelles infrastructures, créées ou modernisées, profitent au personnel du chantier mais aussi à l'ensemble de la population (routes, pôle de santé, écoles, pôle enfance, centre culturel...). Une quarantaine d'entreprises locales a travaillé sur le chantier, certaines d'entre elles se sont fortement développées (BST, Efinor, NSB Probert). Des agences locales d'entreprises nationales se sont installées (Ardatem, Fives-Nordon, Ponticelli). L'offre de formation s'est également développée avec l'installation locale de nouveaux organismes (Ceforas Formation, UFPI, Institut de Soudure).

Le bilan de la procédure a été présenté à l'occasion de sa cérémonie de clôture à Cherbourg-en-Cotentin le 7 juillet 2022, et a donné lieu à plusieurs publications¹⁵¹ et vidéos.

Grâce au développement de l'emploi local et à la modernisation des équipements, c'est l'ensemble du territoire qui bénéficie de la construction de l'EPR à Flamanville :

- > 58 projets d'aménagement validés par l'État et réalisés¹⁵² ;
- > 5 086 offres d'emploi satisfaites localement à 92 % grâce à une antenne de **Pôle Emploi** et une équipe emploi formation dédiées¹⁵³ ;
- > + 1 300 demandeurs d'emploi locaux formés et recrutés par les entreprises du chantier ;

- > + 940 000 heures de formation dispensées localement ;
- > 123 millions d'euros investis (dont 30 millions d'euros apportés par EDF, le reste par les collectivités et investisseurs).

151 - Voir : <https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2022-07/Supplément%20presse%20de%20la%20Manche.pdf>

152 - Vidéo sur le développement des infrastructures : <https://www.youtube.com/watch?v=BSOZYwczqzw>

153 - Vidéo sur les emplois et la formation : <https://www.youtube.com/watch?v=JM7r4orRNOO>

Figure 84. Le territoire d'accueil du projet EPR2 de Gravelines



© EDF Gravelines



| 6 Annexes



Annexe 1 - Décision d'EDF et de RTE suite au débat public de 2022-2023



DÉCISION DES MAÎTRES D'OUVRAGES SUITE AU DÉBAT PUBLIC

Projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France



DÉCISION DES MAÎTRES D'OUVRAGES SUITE AU DÉBAT PUBLIC

- Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 121-1 et suivants relatifs à l'organisation d'un débat public et les articles L. 125-17 et suivants qui régissent l'information et la concertation en matière nucléaire par les Commissions locales d'information ;
- Vu le code de l'énergie, notamment ses articles L. 100-1 A et suivants relatifs aux objectifs et priorités d'action de politique énergétique à travers la loi de programmation ainsi que la programmation pluriannuelle de l'énergie, et son article L. 121-4 I relatif aux obligations de service public assignées aux entreprises du secteur de l'électricité ;
- Vu le décret n° 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie ;
- Vu le projet de loi n°762 relatif à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes, notamment les articles 1^{er} A, 1^{er} D, 1^{er} E et 1^{er} F ;
- Vu la concertation nationale « Notre avenir énergétique se décide maintenant » s'étant tenue du 20 octobre 2022 au 18 janvier 2023 ;
- Vu la publication du rapport final du comité de garantie de la concertation nationale du 10 mars 2023 ;
- Vu la décision de la Commission nationale du débat public n° 2022/32 du 2 mars 2022 d'organiser un débat public sur « le projet de réalisation d'une paire de réacteurs EPR2 à Penly dans le cadre d'un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France » ;
- Vu la décision de la Commission nationale du débat public n°2022/57 du 6 avril 2022 désignant le président de la Commission particulière du débat public ;
- Vu l'avis de la Commission nationale du débat public n°2022/53 du 6 avril 2022 relatif à la coordination de la concertation sur le système énergétique de demain et du débat public sur le projet de construction de deux réacteurs à Penly ;
- Vu la décision de la Commission nationale du débat public n° 2022/61 du 4 mai 2022 désignant les membres de la Commission particulière du débat public ;
- Vu la décision de la Commission nationale du débat public n° 2022/96 du 7 septembre 2022 arrêtant les modalités du débat public et son calendrier ;
- Vu la décision de la Commission nationale du débat public n° 2023/10 du 7 février 2023 modifiant les modalités du débat public ;
- Vu le bilan du débat de la présidente de la Commission nationale du débat public, le compte rendu du débat et ses recommandations et demandes de clarification aux maîtres d'ouvrage établis par le président de la Commission particulière du débat public, publiés le 26 avril 2023 ;

DÉCISION DES MAÎTRES D'OUVRAGES SUITE AU DÉBAT PUBLIC

Les considérants

Considérant que,

Sur le « projet de création d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France », **le débat public s'est tenu du 27 octobre 2022 au 27 février 2023 et a permis :**

- D'entendre une large expression et participation des publics y compris les plus jeunes, sous des modalités très variées ;
- De débattre de l'opportunité de réaliser le projet ou non et de ses alternatives, des enjeux socio-économiques qui s'y attachent et de ses impacts sur l'environnement et l'aménagement du territoire ;
- De répondre aux questions des publics lors des réunions physiques et distancielles et sur la plateforme internet du débat, ainsi que de participer aux échanges préalables sur les controverses techniques et présenter les arguments de la maîtrise d'ouvrage ;
- De mettre en discussion les thématiques et enjeux, tant de niveau national pour le programme, que de niveau local pour le projet à Penly ;
- D'apporter les éléments permettant de prendre la présente décision, tout en prenant en compte les recommandations et demandes de clarification de la Commission particulière du débat.

Sur le contexte et l'opportunité d'un nouveau programme nucléaire :

- **Engager sans délai la construction d'une série de 3 paires de nouveaux réacteurs EPR2 en France** répond à plusieurs impératifs :
 - Contribuer à atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050, via la sortie des énergies fossiles, la réduction de la consommation d'énergie finale et une hausse sensible de la consommation électrique ;
 - Garder le choix dans les prochaines décennies d'un mix électrique bas carbone résilient, quelles que soient les projections de besoin en électricité à moyen et long terme ;
 - Participer à la réindustrialisation et au soutien de l'économie nationale en amplifiant la mobilisation de la filière nucléaire française, source d'emplois et de développement économique, de formations, d'exportations et de revenus pour les territoires ;
 - Renforcer la souveraineté de la production énergétique, et préserver un coût du système électrique maîtrisé pour les consommateurs.
- **Le débat public a mis en évidence :**
 - L'importance des enjeux et de l'opportunité du programme, en lien avec la concertation plus large sur le système énergétique menée par le Gouvernement ;
 - Une prise de conscience, y compris au sein des jeunes générations, de l'urgence climatique et de l'importance d'actionner tous les leviers disponibles en matière de décarbonation ;
 - Un consensus sur la nécessité de mobiliser les leviers de sobriété et d'efficacité énergétique à déployer ;
 - L'urgence d'agir et de décider au vu des délais pour faire évoluer le mix électrique et les usages.

DÉCISION DES MAÎTRES D'OUVRAGES SUITE AU DÉBAT PUBLIC

Sur le programme industriel de 3 paires de réacteurs EPR2 :

- **Le retour d'expérience de l'EPR de Flamanville 3 est au cœur du programme EPR2**, avec en particulier la prise en compte des recommandations du rapport Folz et de la Cour des Comptes par une déclinaison concrète, en termes de gouvernance de projet, de développement des compétences, de relation avec les fournisseurs, de standardisation et de réplication maximale grâce à la construction par paire et en série, pour renforcer la qualité et *in fine* maîtriser les plannings et les coûts ;
- **Le débat a mis en évidence que :**
 - L'essentiel des difficultés de Flamanville étaient d'ordre organisationnelles et non pas liées à la technologie EPR ;
 - Le programme EPR2 s'inscrit dans le défi des compétences que la filière nucléaire française doit relever pour la décennie à venir ;
 - Les scénarios de mix électrique comprenant la construction de nouveaux réacteurs nucléaires sont les plus pertinents du point de vue économique au regard des coûts globaux du système électrique.

Sur le choix de la technologie du réacteur :

- **Le modèle de réacteur EPR2 :**
 - Est une version optimisée et industrialisée du premier réacteur EPR construit à Flamanville, en reconduisant l'essentiel des caractéristiques tout en tirant le retour d'expérience pour en faciliter la construction ;
 - Répond à un niveau d'exigences au moins équivalent aux autres réacteurs de 3^e génération soit parmi les plus élevés au monde, en termes de sûreté et sécurité face aux agressions d'origine naturelle ou humaine, et de performances environnementales ;
 - Présente des performances de production, permettant à une paire de réacteurs EPR2 de produire de l'électricité bas-carbone pour l'équivalent de la région Normandie sur une surface réduite, tout en étant manœuvrable pour adapter sa puissance en particulier dans un mix électrique décarboné avec une part importante d'énergies renouvelables non pilotables ;
 - Est conçu pour être exploité au moins 60 ans et intègre dès sa conception les effets du changement climatique en prenant en compte les scénarios du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat ;
 - S'inscrit dans la politique française de gestion du combustible, tant pour les approvisionnements que pour la possibilité de fonctionner avec du combustible MOX¹ ;
 - Produit des déchets et matières radioactifs issus de l'exploitation et de la déconstruction de même nature que ceux du parc nucléaire actuel qui seront gérés en continuité dans les filières existantes.
- **Le débat public a mis en évidence les éléments suivants :**
 - L'absence d'alternatives européennes crédibles au réacteur EPR2, qui soient immédiatement disponibles avec le même niveau de sûreté et de puissance pour un

¹ MOX : Combustible nucléaire constitué d'uranium appauvri et d'une faible quantité de plutonium

DÉCISION DES MAÎTRES D'OUVRAGES SUITE AU DÉBAT PUBLIC

réacteur de troisième génération, conforté par le rapport d'expertise de l'IRSN² produit pour le débat à la demande de la CPDP et CNDP ;

- Le besoin du public d'être encore plus informé sur les risques de toute nature en complément de l'information déjà disponible notamment celle délivrée par les exploitants et les organismes en charge de cette mission d'information du public ;
- Un questionnement du public sur la possibilité d'autres usages complémentaires à la production d'électricité bas-carbone notamment par l'utilisation de sa chaleur ;
- Un questionnement du public sur la prise en compte et l'adaptation aux effets du changement climatique sur l'eau, que ce soit sur la montée du niveau en bord de mer, ou sur la suffisance des débits en bord de rivière ;
- Un intérêt toujours très marqué du public pour la thématique de la gestion des matières et des déchets radioactifs notamment via les évolutions du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR).

Sur les conditions et conséquences du projet Penly sur son territoire et l'environnement,

- **La construction de la première paire de réacteurs EPR2 à Penly :**
 - Bénéficie d'un soutien large et constant d'acteurs clés du territoire, leur volonté d'accueillir des EPR2 sur Penly ayant fait l'objet de nombreuses expressions publiques ;
 - Participe à conforter l'attractivité du territoire de Penly et à établir la région Normandie comme « terre d'énergies » ;
 - Contribue à créer des emplois et développer l'offre de formation localement ;
 - Contribue à développer les infrastructures et les services du territoire ;
 - Concourt à réduire l'empreinte du projet sur l'environnement par la mise en œuvre des meilleures techniques disponibles.
- **Le débat a mis en évidence :**
 - De fortes attentes du territoire de Penly, du Dieppois et des Villes Sœurs en faveur de l'accueil du projet d'une paire de réacteurs EPR2, confortées par les expressions dans les séances publiques et la publication d'une très grande majorité de cahiers d'acteurs favorables émanant d'acteurs du territoire ;
 - L'importance de la contribution de la centrale nucléaire de Penly au dynamisme économique local ;
 - Le besoin de compléter l'information du public dans le cadre de la poursuite des études du projet sur les principaux enjeux, notamment environnementaux ;
 - La nécessité de veiller à ce que les retombées économiques et les emplois profitent aux territoires d'accueil sans les déstabiliser ;
 - L'attente de développement d'une offre de formation pour répondre aux défis du projet ;
 - La nécessité de dialogue social pour répondre aux attentes d'un chantier socialement exemplaire ;
 - Les attentes fortes du public en matière de développement des transports et d'accès aux services publics essentiels (santé, sécurité, éducation...);
 - L'importance de la participation et l'information du public à toutes les étapes de la vie du projet.

² IRSN : Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire



DÉCISION DES MAÎTRES D'OUVRAGES SUITE AU DÉBAT PUBLIC

Les décisions

EDF décide de poursuivre la préparation du programme industriel de 3 paires de réacteurs de technologie EPR2, et dans ce cadre :

- D'engager la procédure de Demande d'autorisation de création (DAC) pour la première paire de réacteurs EPR2 à Penly, ainsi que les autres procédures administratives nécessaires à sa réalisation et à demander son raccordement au réseau de transport d'électricité auprès de RTE ;
- De prendre les engagements précisés ci-après pour la bonne insertion territoriale du projet à Penly, et de tenir toute sa place aux côtés des collectivités et de l'État dans la procédure Grand Chantier mise en œuvre par l'État.

RTE répond, au titre de ses missions de service public, à la demande d'EDF de raccordement au réseau public de transport d'électricité de la première paire de réacteurs EPR2 à Penly. En tant que maître d'ouvrage de ce raccordement, RTE mettra en œuvre les procédures administratives nécessaires et contribuera aux engagements précisés ci-après, dès lors que le raccordement est concerné.

DÉCISION DES MAÎTRES D'OUVRAGES SUITE AU DÉBAT PUBLIC

Les engagements

EDF s'engage, pour répondre aux attentes exprimées lors du débat public, en cohérence avec sa raison d'être et sa responsabilité sociétale d'entreprise, à :

1. Informer le public de manière transparente et continue des suites du débat et du projet EPR2, et de concerter avec les publics du territoire sur la mise en œuvre de ses engagements sur toute la durée du projet en :

- Mettant en place des dispositifs d'information et de concertation pour des projets du territoire relevant de sa responsabilité de maître d'ouvrage**, en s'appuyant autant que possible sur les instances de concertation et les corps intermédiaires du territoire, en particulier les organisations syndicales à travers leurs unions départementales, les associations, les collectivités et les élus ;
- Tenant toute sa place dans la Commission locale d'information sur le nucléaire (CLIN)**, en charge « du suivi, de l'information et de la concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'impact des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement » (article L. 125-17 du code de l'environnement), pour ce qui relève du projet d'une paire de réacteurs EPR2 à Penly ;
- Présentant l'évaluation des effets sur l'ensemble des milieux environnementaux** dans l'étude d'impact environnemental, support aux différentes autorisations administratives requises pour le projet. Cette étude fera l'objet d'une consultation des collectivités territoriales et d'une enquête publique ;
- Prenant une part active dans l'information et les concertations avec le public pour des projets du territoire ne relevant pas directement de la responsabilité d'EDF comme maître d'ouvrage**, en particulier aux côtés des collectivités et de l'État à travers la procédure Grand Chantier qui sera mise en œuvre ;
- Contribuant en tant que de besoin aux actions d'information et de concertation plus larges touchant au domaine de l'énergie ou du nucléaire, et en informant le public des éléments nouveaux sur des thématiques susceptibles d'avoir des effets sur la suite de la préparation du programme industriel de réacteurs EPR2 et du projet à Penly ;**

DÉCISION DES MAÎTRES D'OUVRAGES SUITE AU DÉBAT PUBLIC

2. Mener un projet exemplaire en matière de développement durable, en :

- a) Contribuant à la neutralité carbone**, au-delà de la production d'une énergie abondante et bas carbone, **en diminuant l'empreinte carbone des transports**, en :
- Privilégiant autant que possible la voie ferrée pour l'acheminement des matériaux et équipements vers le chantier ;
 - Étudiant les possibilités d'utiliser au mieux les infrastructures portuaires existantes ;
 - Encourageant le développement des transports collectifs y compris en lien avec les collectivités locales, pour contribuer à la réflexion sur l'offre de transport en commun et le covoiturage.
- b) Préservant les ressources de la planète**, en :
- Cherchant à éviter et réduire les impacts sur la biodiversité, et en dernier ressort à les compenser de façon concertée et coordonnée avec les collectivités et les acteurs locaux y compris le monde agricole ;
 - Limitant autant que possible la consommation de foncier agricole et poursuivant la recherche de solutions de réversibilité ;
 - Limitant la consommation d'eau à toutes les étapes de la vie du projet ;
 - Privilégiant autant que possible une approche d'économie circulaire dans la gestion des flux, permettant le développement de filières locales et cherchant à s'inscrire dans les plans alimentaires locaux.
- c) Contribuant au bien-être et à la solidarité**, en :
- Visant de pourvoir autant que possible des emplois localement, en contribuant au développement de l'offre de formation répartie dans les communes à proximité immédiate du projet et dans toute la Région ;
 - Articulant les démarches nationales menées par la filière nucléaire pour le développement des compétences, avec les démarches locales et régionales pour répondre aux besoins du projet ;
 - Favorisant l'intégration sociale et professionnelle des personnes éloignées de l'emploi ;
 - Encourageant la mixité et la diversité dans l'emploi ;
 - Mettant en place avec les acteurs locaux de l'emploi des dispositions visant à prévenir le débauchage ;
 - Mettant en place après concertation avec les unions départementales, un accord social et un observatoire de l'emploi pour un chantier socialement exemplaire.

- 8 -

DÉCISION DES MAÎTRES D'OUVRAGES SUITE AU DÉBAT PUBLIC

d) Assurant un développement responsable :

- **Des zones riveraines du chantier** : en concertant avec les habitants pour limiter les nuisances, par exemple autour des impacts sur le paysage, le bruit, la luminosité, etc. ;
- **De l'économie agricole locale** : en mettant en œuvre une sélection concertée des projets de développement locaux en faveur du monde agricole par une juste compensation individuelle et collective ;
- **De la filière industrielle locale** : en contribuant à l'installation durable d'activités économiques localement au profit du territoire ;
- **Des territoires d'accueil** : en participant en tant que de besoin dans les projets des territoires pour contribuer à leur attractivité sans les déstabiliser, sur les principales thématiques suivantes :
 - L'amélioration de l'offre médicale locale ;
 - L'adaptation des services de sécurité ;
 - Le développement de l'offre de logements pérennes et temporaires pour accueillir les salariés du chantier sans pénaliser l'offre touristique ;
 - Le maintien de la qualité de vie et des services.

- 9 -



Annexe 2 - Éléments du retour d'expérience de l'EPR de Flamanville

Cette annexe rassemble les principaux éléments relatifs à la prise en compte du retour d'expérience de l'EPR de Flamanville, présentés et débattus dans le cadre du débat public de 2022-2023 :

- > la partie dédiée §2.1 du précédent dossier du maître d'ouvrage¹⁵⁴ ;
- > la démarche de clarification des controverses techniques¹⁵⁵ : « Le programme de réacteurs EPR 2 prend-il en compte le retour d'expérience de la construction des EPR et de l'exploitation des réacteurs de deuxième génération ? » ;
- > une séance spécifique du débat public le 1^{er} décembre 2022 en présence de Jean Martin Folz « Que s'est-il passé à Flamanville et quels enseignements en a-t-on tirés ? »¹⁵⁶ ;
- > les réponses¹⁵⁷ d'EDF à la recommandation 3.1 de la CPDP à l'issue du débat.

La capacité de la filière nucléaire française à disposer des compétences pour réaliser les EPR2 en qualité, dans les coûts et délais prévus dans le programme industriel proposé, est un enjeu majeur.

EDF et la filière assument et intègrent le retour d'expérience de l'EPR de Flamanville 3 et des autres EPR en construction et en exploitation. Les enseignements en ont été tirés, notamment en réponse au rapport de Jean-Martin Folz sur « La construction de l'EPR de Flamanville ». Ils se traduisent par le Plan excell visant, pour EDF comme chef de file d'une filière nucléaire restructurée, à retrouver l'excellence de l'exécution des grands projets nucléaires.

Le programme EPR2 proposé est une déclinaison concrète des enseignements tirés, en termes de gouvernance, de développement des compétences, de relation gagnant-gagnant avec les fournisseurs, de standardisation et de réplication maximale pour renforcer la qualité et la sûreté grâce à la construction en série, et par paire.

154 - Dossier du maître d'ouvrage, Projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-10/PenlyEPR-DMO-EDF-RTE.pdf>

155 - Clarification des controverses techniques, Débat public sur le projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/nouveaux-reacteurs-nucleaires-et-projet-penly/clarification-des-controverses-techniques-3732>

156 - Que s'est-il passé à Flamanville et quels enseignements en a-t-on tirés ?, Débat public public sur le projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/nouveaux-reacteurs-nucleaires-et-projet-penly/que-sest-il-passe-flamanville-et-quels-enseignements>

157 - Réponses aux recommandations de la CNDP et enseignements qu'EDF tire du débat, Projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2023-07/EPR2-Penly_Note-accompagnement-EDF_Vdef%2028-06-2023.pdf

2.1 Des réponses à l'échelle de la filière nucléaire

SUR LE PLAN ORGANISATIONNEL

Distinguer maître d'ouvrage et maître d'œuvre	Depuis leur réorganisation en 2024, les activités nucléaires d'EDF comprennent : > une Direction Stratégie, Technologies, Innovation et Développement, qui assure notamment la maîtrise d'ouvrage des projets de construction nucléaire ; > une Direction Projets et Construction, qui assure la maîtrise d'œuvre des projets EPR2.
Mettre en place un pilotage reposant sur un maître d'œuvre responsable de la conduite	Des revues sur le programme de nouveaux réacteurs nucléaires à partir d'une évaluation indépendante sont réalisées afin de s'assurer de la maturité suffisante du projet à chaque étape avant de passer à la suivante. Une revue de programme s'est ainsi tenue de janvier à octobre 2023.

SUR LE PLAN INDUSTRIEL

Donner de la visibilité à la filière	Un programme de trois paires de réacteurs EPR2 est en préparation, ce qui confère de la visibilité aux entreprises de la filière.
Développer une culture qualité	La Direction Ingénierie et Supply chain, créée lors la réorganisation des activités nucléaires d'EDF en avril 2024, veille à la qualité, aux coûts et aux délais des études, équipements et prestations, en harmonisant les méthodes, outils et référentiels produits/processus des projets neufs et du parc existant. Cette nouvelle direction rassemble les ingénieries nucléaires et les activités en lien avec les fournisseurs, et participe ainsi au développement des projets EPR2 dans ces composantes. La direction de projet EPR2 a été la première entité à être certifiée ISO 19443 ¹⁵⁸ en octobre 2021. Cette norme a été élaborée pour définir des exigences supplémentaires spécifiques à l'industrie nucléaire ¹⁵⁹ . D'autres entreprises de la filière, accompagnées par le GIFEN, ont également reçu cette certification ou y travaillent.

SUR LE PLAN CONTRACTUEL

Améliorer les relations avec les entreprises	EDF a entrepris de transformer ses relations contractuelles avec ses fournisseurs au profit d'une relation partenariale basée sur le principe de favoriser la capacité à produire dans les délais et « bon du premier coup » (avec bonus incitatifs à la performance). L'objectif vise à mettre en place un cadre de départ qui suscite l'engagement, la confiance et la fédération autour d'ambitions communes indispensables à la réussite des projets. Une nouvelle charte des relations fournisseurs et achats responsables a été signée en décembre 2021. Enfin, les appels d'offres sont lancés suffisamment tôt, si nécessaire avant que les décisions sur la poursuite du projet ne soient prises, afin que les études des fournisseurs soient intégrées dans la conception du projet avant de démarrer le chantier et de stabiliser le tissu industriel ¹⁶⁰ . Des clauses de dédit sont alors prévues dans les contrats concernés pour permettre à EDF de se désengager et d'indemniser ses fournisseurs, si la décision était prise de ne pas poursuivre le projet.
Améliorer la gestion des contrats	

SUR LE PLAN DES COMPÉTENCES

Reconstituer et maintenir les compétences nucléaires	Au début du programme industriel, le GIFEN, créé en 2018, avait lancé le programme MATCH, un outil de pilotage dynamique pour s'assurer de l'adéquation entre capacités et besoins de la filière. Les premières conclusions de l'étude MATCH ont été rendues publiques le 20 avril 2023. Le plan d'actions « compétences » de la filière nucléaire a ensuite été remis par l'Université des métiers du nucléaire au Gouvernement en juin 2023. Ce plan est structuré en sept leviers et trente actions qui englobent les sujets de l'attractivité des métiers du nucléaire, de l'orientation, de la formation initiale, de l'alternance, de la formation professionnelle continue et du compagnonnage.
Réaliser un effort particulier sur le soudage	Un « plan soudage » a été défini par EDF. Son objectif est de retrouver la maîtrise des activités de soudage en construction et en exploitation, avec un objectif : « Souder bon du premier coup ». Le plan soudage reprend l'ensemble des axes de travail du Plan excell, et les applique au domaine du soudage. Le plan est focalisé sur deux grandes dimensions : les compétences et la maîtrise des risques tout au long du programme de soudage. Il repose sur les quatre axes principaux, au cœur desquels on trouve l'action emblématique de l'ouverture, à Cherbourg-en-Cotentin, de la Haute École de formation soudage (HEFAIS - https://hefais.fr).
Améliorer les capacités industrielles et les ressources humaines chez Framatome	Framatome a engagé depuis 2020 un plan « excell in quality » en écho au plan « excell » piloté par EDF ¹⁶¹ .

158 - Organisation internationale de normalisation

159 - ISO 19443 - Qualité et Sécurité nucléaire : <https://certification.afnor.org/qualite/iso-19443>

160 - À titre d'exemple, en avril 2024, EDF a signé avec Framatome le contrat pour six chaudières nucléaires dans le cadre du futur programme EPR2.

161 - Le plan « excell in quality » de Framatome : <https://www.annales.org/re/2024/re113/2024-01-06.pdf>



2.2 La mise en œuvre d'un programme industriel

Au-delà des actions entreprises pour mobiliser durablement les compétences nécessaires à la construction de nouvelles installations nucléaires, le programme industriel de nouveaux réacteurs en France s'appuie sur des **principes qui doivent garantir la qualité, la sûreté et l'efficacité**. Il s'agit d'une réappropriation de pratiques qui avaient fait le succès du programme nucléaire historique (construction par paire et effet de série, notamment) et d'une reprise de pratiques de l'industrie en général :

- > **la construction par paire, avec un intervalle approprié** : elle permet de bénéficier de synergies en termes de volume d'activité et de souplesse. Les ressources sont dimensionnées en conséquence, et elles sont allouées sur l'un ou l'autre des réacteurs en fonction des phases du chantier et des aléas. Le second réacteur sert ainsi de réserve de ressources, si besoin, en force de travail ou en équipements ;
- > **la dynamique de l'effet de série** : la série standard permet des synergies entre les projets successifs par paire de réacteurs, aussi bien dans les phases d'étude, de construction que d'exploitation. C'est notamment le cas pour la réplique des études d'ingénierie, de stratégie d'achats, de reconduction des spécifications et de l'expérience en génie civil, fabrication et montage des équipements électriques et mécaniques nécessaires. Il en est de même pour la souplesse d'affectation des ressources entre les projets, en fonction des aléas de réalisation. Par ailleurs, en passant d'un chantier à l'autre, les ouvriers, techniciens et ingénieurs accumulent de l'expertise et gagnent en efficacité. Ils fiabilisent leurs gestes, la sécurité quotidienne est améliorée, les aléas sont réduits, et la pratique leur permet de mieux discerner leur importance ;
- > **la réplique** : le réacteur EPR2 est une évolution et une optimisation de l'EPR pour en limiter le taux de nouveauté sur le plan technique, nouveautés susceptibles de fragiliser l'exécution des projets EPR2. Afin de favoriser un niveau élevé de standardisation, le référentiel industriel défini avant le début de la construction effective du premier réacteur, doit également être stabilisé pour l'ensemble du palier technique de réacteurs identiques.

Cette stabilisation a vocation à réduire les risques et à permettre de réelles économies d'études, de développement et de qualification des solutions techniques utilisées. Il s'agit ainsi, à partir de l'EPR et de son référentiel d'exécution, d'en réduire la complexité, d'en standardiser les composants et de répliquer tout ce qui peut l'être, afin de bénéficier de solutions et de pratiques éprouvées, et de se concentrer sur l'optimisation continue de l'exécution ;

- > **la stabilisation de la conception pour éviter des cycles de modification pénalisants** : la maturité des études détaillées de conception et d'exécution va de pair avec la définition complète (validée par les autorités compétentes) et stable du référentiel d'exigences réglementaires applicables, en particulier dans le domaine de la sûreté nucléaire. À cet égard, il est nécessaire qu'il n'y ait plus de modifications après le début de la construction du premier réacteur ;
- > **la standardisation, sur la durée, de l'installation à construire** : le travail de standardisation industrielle lors de la conception de l'installation débouche sur un référentiel industriel complet : un design, un corpus d'exigences techniques et de sûreté, et un référentiel de qualification. Il est développé en associant au maximum les entreprises expertes de leur domaine, afin de sécuriser les choix de conception sous l'angle de leur faisabilité et de leur robustesse. La standardisation se traduit notamment par une rationalisation des matériels. Une telle standardisation a vocation à réduire les risques et les coûts inhérents au développement de nouveaux matériels, à faciliter la gestion des commandes et des fournisseurs, et évidemment à fiabiliser les matériels retenus sur la base du retour d'expérience. La mise en place des catalogues s'accompagnera d'une action industrielle avec les fournisseurs pour, notamment, prendre en compte la situation de ceux qui seront écartés par la rationalisation, et faire en sorte de préserver toutes les compétences concernées au sein de la filière.

Annexe 3 - Rappel des éléments structurants relatifs au coût et au financement du programme de nouveaux réacteurs nucléaires

Le débat public de 2022-2023 a permis, au travers du dossier du maître d'ouvrage (§2.4 et annexe 2) et de séances dédiées organisées par la CPDP les 17 et 24 janvier 2023¹⁶², d'exposer les éléments de coût et de financement du programme de nouveaux réacteurs nucléaires. Ces éléments, qui restent d'actualité aujourd'hui, sont synthétisés dans cette annexe.

3.1 L'évaluation initiale du coût du programme et ses incidences pour le projet EPR2 de Gravelines

Même si son évaluation initiale est en cours de révision (), l'évaluation disponible à date du coût du programme de nouveaux réacteurs nucléaires est de **51,7 milliards d'euros** (en euros base octobre 2020). Ce coût intègre :

- > **les coûts de construction et d'ingénierie (dits « EPCC », de 40,8 milliards d'euros-2020)** : les coûts comportent une part fixe pour le coût du développement du palier technique de réacteurs EPR2 indépendamment du nombre de réacteurs construits, et une part variable qui a vocation à diminuer d'une paire à l'autre sous l'effet principalement de la réduction des durées de construction grâce à l'effet de série ;
- > **les coûts de maîtrise d'ouvrage (9,2 milliards d'euros-2020)** : ils correspondent aux frais complémentaires engagés en phase de construction par le maître d'ouvrage, au titre du rôle de propriétaire et des responsabilités relevant de l'exploitant nucléaire. C'est à travers eux que l'on voit l'influence des spécificités de chaque site, notamment sur les fonctions pouvant être mutualisées ou non avec la centrale existante et sur l'ampleur des travaux préparatoires ;

- > **les provisions (1,8 milliard d'euros-2020) pour les dépenses de long terme associées à la déconstruction, à la gestion des déchets radioactifs et à la gestion du « dernier cœur »** (dernière charge de combustible nucléaire)¹⁶³. Ces dépenses étant principalement associées au processus de fonctionnement nucléaire, identique à tous les EPR2, elles varient très peu en fonction du site.

3.2 Une décision finale d'investissement qui reste à prendre en fonction des modalités de financement du programme, et de son coût réactualisé

Indépendamment de l'évaluation initiale du coût du programme, le débat public de 2022-2023 a permis de préciser 3 notions - le « **coût overnight** », le « **coût complet de production** » et le « **coût complet du système électrique** » - avec chacune leur corps d'hypothèses, leur imbrication, et in fine leur incidence sur le public qu'il soit consommateur d'électricité ou contribuable.

162 - Les présentations et comptes rendus de ces séances : <https://www.debatpublic.fr/nouveaux-reacteurs-nucleaires-et-projet-penly/premier-webinaire-de-preparation-du-2601-le-cout-et> et <https://www.debatpublic.fr/nouveaux-reacteurs-nucleaires-et-projet-penly/second-webinaire-de-preparation-du-2601-limpact-du>

163 - Conformément à la réglementation française, le coût du démantèlement doit être provisionné à la mise en service de chaque réacteur. Il est donc intégré à l'assiette à financer. Compte tenu de l'effet d'actualisation sur 60 ans d'exploitation, il pèse peu sur le coût complet de production.

3.2.1 Le « coût overnight »

Le « coût overnight » correspond à une situation où il serait possible d'acheter et de construire instantanément sans coût de financement (« en une seule nuit ») l'ensemble du programme des trois paires de réacteurs EPR2. C'est ce « coût overnight » qu'on appelle communément « coût du programme », précédemment décrit, qui est en cours de consolidation et d'optimisation.

3.2.2 Le « coût complet de production »

Le « coût complet de production » ajoute au coût du programme les coûts d'exploitation de maintenance et de combustible sur toute la durée d'exploitation, et surtout le coût du financement de l'investissement initial jusqu'à ce que les premières recettes interviennent à partir de la mise en service. Le coût de financement est prépondérant dans le coût complet :

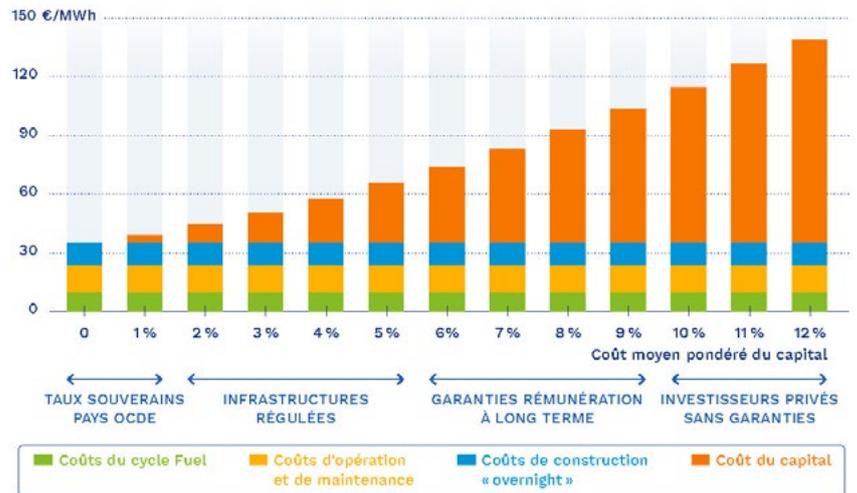
- > le coût moyen pondéré du capital dépend de la part de l'État dans les modalités de financement¹⁶⁴ ;
- > la durée du financement dépend directement de la durée de construction.

Ce sont ces différents paramètres qui permettent de déterminer un coût en euros par MWh, qui ont une incidence sur le consommateur, et qui, selon le modèle de financement retenu, peuvent affecter le contribuable (notamment si des aides publiques sont prévues).

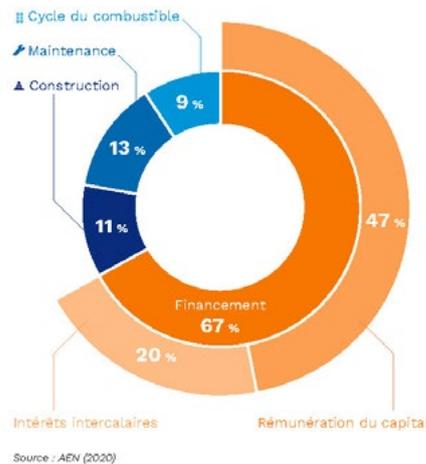
De fait, le temps de construction est court, moins le « coût complet de production » est important et plus le programme de nouveaux réacteurs est compétitif. C'est pourquoi il est essentiel de maîtriser le calendrier des projets, tout en recherchant la stabilisation et l'optimisation du « coût overnight ».

Figure 85. Répartition du coût des réacteurs nucléaires selon l'AEN

COÛT DE PRODUCTION ACTUALISÉ



RÉPARTITION DES COÛTS DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES SELON L'AEN



164 - Plusieurs scénarios ont ainsi été présentés dans le dossier du maître d'ouvrage du projet de Penly (pages 220 à 222) et lors du webinaire du débat public du 17 janvier <https://www.youtube.com/watch?v=IQ9T9LOQQY>

3.2.3 Le « coût complet du système électrique »

Le « coût complet du système électrique », étudié par RTE dans le volet économique de son étude « Futurs énergétiques 2050 »¹⁶⁵ afin d'éclairer le débat et les décisions, propose une méthode d'analyse économique qui appréhende tous les coûts de chaque option de transition pour dépasser les controverses sur le coût de chaque filière : « *les méthodes d'évaluation du coût par filière présentant des limites intrinsèques* ». Tous les coûts du nucléaire y sont compris, dont l'aval du cycle (traitement-recyclage des combustibles usés et gestion long terme des déchets radioactifs) et provisions pour démantèlement. D'autres coûts sont pris en compte dans l'analyse économique de RTE :

- > les coûts du réseau de distribution, y compris ouvrages de raccordement ;
- > les coûts du réseau de transport, y compris ouvrages de raccordement et interconnexions ;
- > les coûts des flexibilités, y compris production renouvelable utilisée pour produire de l'hydrogène ;

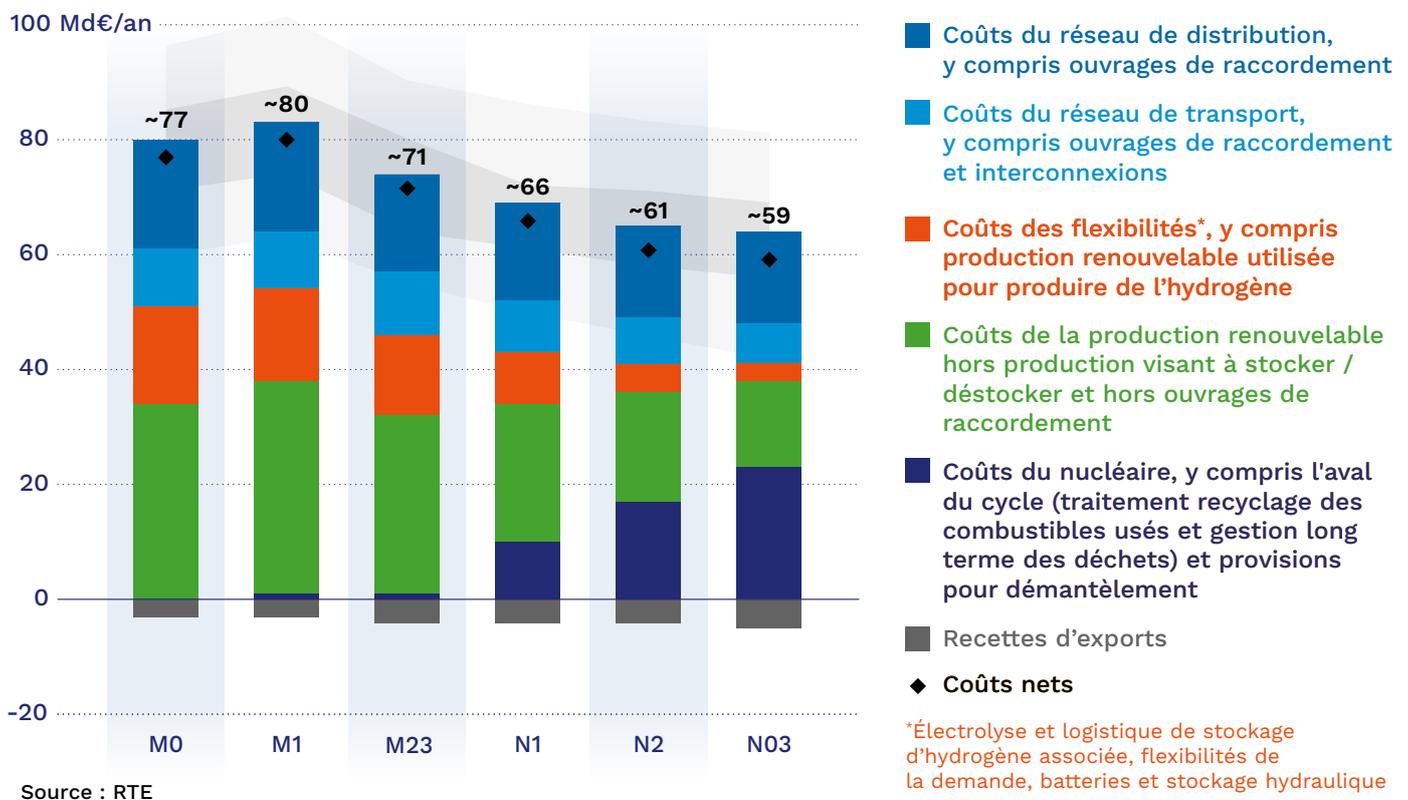
- > les coûts de la production renouvelable hors production visant à stocker/déstocker et hors ouvrages de raccordement ;
- > les recettes d'exports.

Ce sont ces différents paramètres qui ont une incidence au premier ordre sur le contribuable et sur le consommateur en fonction de ses choix.

Le rapport RTE « Futurs énergétiques 2050 », à partir duquel la figure 86 a été préparée, a démontré que les coûts complets du système électrique des scénarios de mix énergétiques comprenant la construction de nouveaux réacteurs nucléaires (scénarios N1, N2 et N03) sont les plus pertinents du point de vue économique.

Ce résultat s'avère robuste quelles que soient les variantes testées par RTE (coût des énergies renouvelables en forte baisse, coût de construction des nouvelles centrales nucléaires significativement plus élevé, taux de retour sur investissement significativement plus important sur les nouveaux actifs...).

Figure 86. Coûts complets annualisés des scénarios à l'horizon 2060

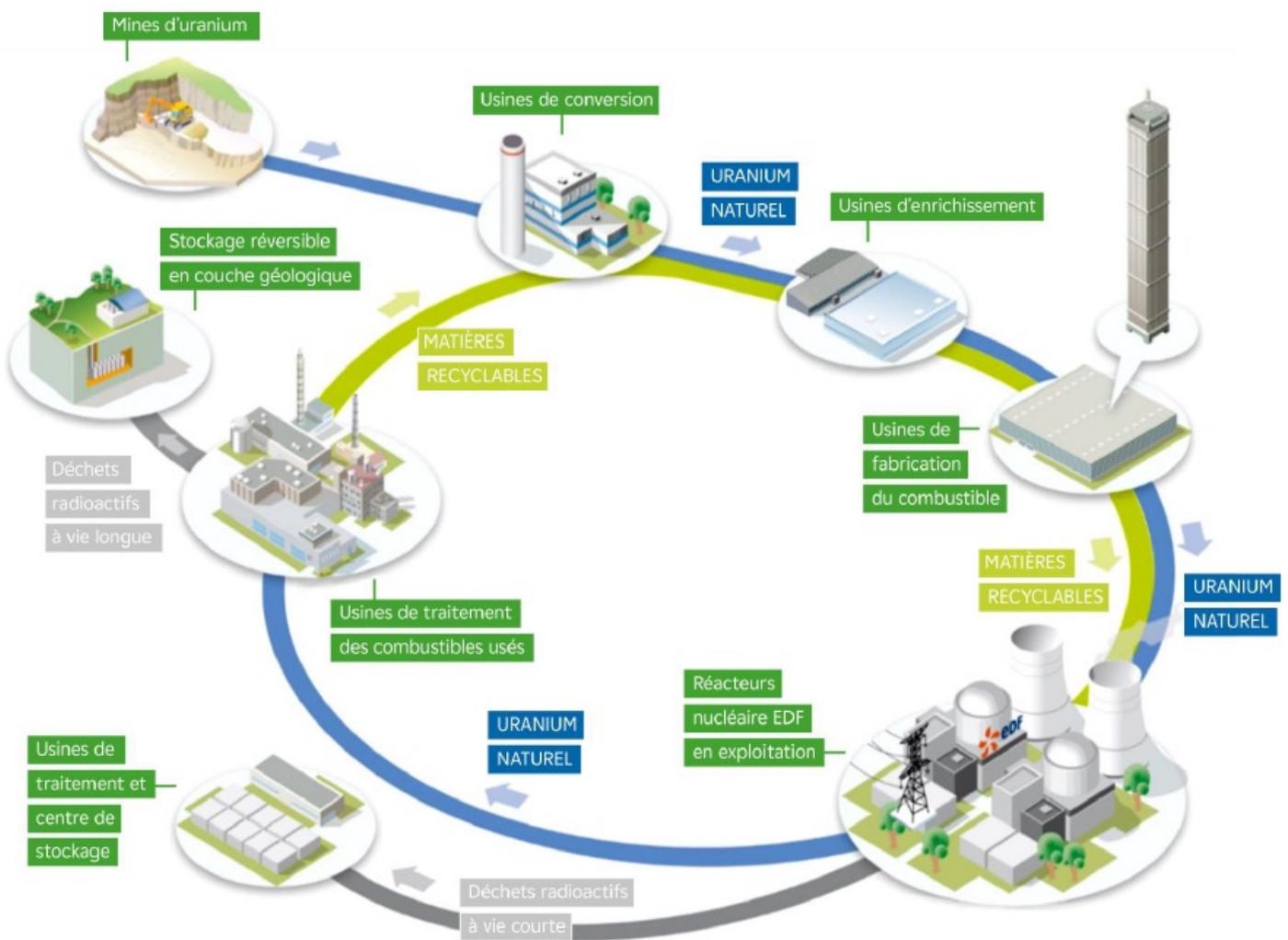


165 - Chapitre 11 « l'analyse économique : un chiffrage des coûts des scénarios pour comparer les différentes options de transition », Futurs énergétiques 2050, RTE : <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>

Annexe 4- L'Analyse cycle de vie (ACV) du kWh nucléaire

Chaque kWh produit par le parc nucléaire d'EDF en France émet l'équivalent de 4 grammes de CO₂, selon l'étude de la R&D d'EDF « Analyse du cycle de vie » (ACV)¹⁶⁶ et ce en considérant toutes les étapes de la filière industrielle de l'amont (dont la préparation du combustible) à l'aval (dont la gestion des matières nucléaires et des déchets radioactifs), et pas seulement de la phase de production d'électricité.

Figure 87. Étapes du cycle nucléaire prises en compte dans l'analyse du cycle de vie du kWh nucléaire (ACV)



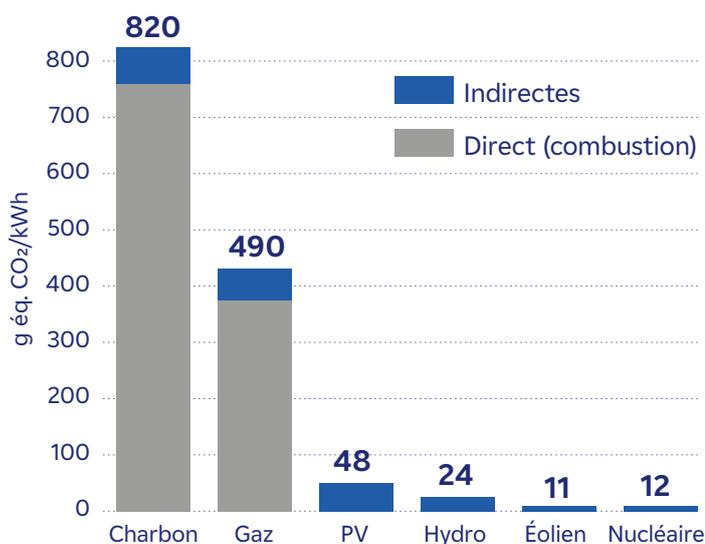
166 - Analyse Cycle de Vie du kWh nucléaire d'EDF : <https://www.edf.fr/groupe-edf/produire-une-energie-respectueuse-du-climat/energie-nucleaire/notre-vision/analyse-cycle-de-vie-du-kwh-nucleaire-dedf>

Cette étude de l'analyse du cycle de vie (ACV) a été réalisée sur un périmètre précis, le parc nucléaire en exploitation, et suivant une méthodologie normée. Elle est intégrée et porte non seulement sur le critère « changement climatique », mais également sur neuf autres critères de l'impact environnemental¹⁶⁷.

La réalisation d'une ACV exige une grande rigueur et la collecte d'un nombre considérable de données pour laquelle les spécialistes d'EDF ont été fortement sollicités. Cette étude a fait l'objet d'une revue critique par un panel d'experts indépendants, dont la complémentarité répondait aux exigences d'ISO 14044¹⁶⁸ et ISO/TS14071¹⁶⁹. Ces experts ont considéré « *que les résultats apportés répondent de façon adéquate et crédible aux objectifs mentionnés et qu'ils ont été établis dans le respect des normes mentionnées* ».

À noter que cette valeur de 4 grammes de CO₂ par kWh nucléaire produit en France est inférieure à la valeur médiane d'ACV des kWh des filières nucléaires mondiales, estimée dans le rapport 2014 du GIEC à 12 grammes de CO₂ par kWh¹⁷⁰. Cette différence s'explique notamment par le fait que l'électricité utilisée en France dans le cycle de vie du kWh nucléaire (construction, exploitation, gestion de l'aval) est déjà très largement décarbonée. Elle est aussi renforcée par le choix du traitement-recyclage du combustible utilisé qui limite la consommation de ressources naturelles.

Figure 88. Résultats de référence des filières de production d'électricité



167 - Les dix critères : changement climatique, appauvrissement ozone, particules, ozone photochimique, acidification, eutrophisation terrestre, eutrophisation aquatique marine, eutrophisation aquatique eau douce, radiations ionisantes, épuisement des ressources

168 - ISO 14044 : 2006, Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Exigences et lignes directrices : <https://www.iso.org/fr/standard/38498.html>

169 - ISO/TS 14071 : 2014, Management environnemental - Analyse cycle de vie - Processus de revue critique et compétences des vérificateurs : Exigences et lignes directrices supplémentaires à l'ISO 14044 :2006 : <https://www.iso.org/fr/standard/61103.html>

170 - Les gaz à effet de serre piègent dans l'atmosphère une partie de la chaleur émise par le soleil. Les différents gaz n'ont pas le même impact sur l'effet de serre. Pour évaluer l'impact, on utilise une unité commune : l'équivalent CO₂, qui se mesure en g, kg ou tonne par kWh.

Annexe 5 - Éléments sur la sûreté du réacteur EPR2

Cette annexe rassemble les éléments relatifs à la sûreté de l'EPR2, présentés et débattus dans le cadre du débat public de 2022-2023 :

- > les parties dédiées §3.1 et §3.2 du dossier du maître d'ouvrage¹⁷¹ ;
- > la démarche de clarification des controverses techniques¹⁷² « Est-ce que l'EPR 2 est le bon choix de réacteur ? » ;
- > la séance spécifique du débat public du 22 novembre 2022¹⁷³ « Qu'est-ce que l'EPR2, et peut-on faire du nucléaire autrement ? » ;
- > le rapport de l'IRSN¹⁷⁴ « Alternatives au réacteur EPR2 » produit à la demande de la CNDP pour éclairer le débat public 2022-2023, particulièrement le §3 « Comparaison des réacteurs EPR et EPR2 ».

5.1 La sûreté nucléaire, la responsabilité et première priorité d'EDF exploitant nucléaire

La sûreté nucléaire désigne l'ensemble des dispositions techniques, humaines et organisationnelles mises en œuvre à toutes les étapes de la vie d'une centrale nucléaire pour protéger, en toutes circonstances, la population et l'environnement contre les conséquences d'un accident nucléaire. Les dispositions de sûreté sont prises en compte dès la conception de l'installation, intégrées lors de sa construction, renforcées et toujours améliorées pendant son exploitation.

La sûreté repose sur le **principe de défense en profondeur**, défini dans les années 1970 comme « une série de niveaux de défense reposant sur les caractéristiques intrinsèques de l'installation, des dispositions matérielles, organisationnelles et humaines ainsi que des procédures destinées à prévenir les accidents puis, en cas d'échec de la prévention, à en

limiter les conséquences » (source : IRSN). La défense en profondeur se concrétise pour des réacteurs nucléaires par la mise en place d'une série de niveaux de défense (voir figure 89 page suivante) reposant sur les caractéristiques intrinsèques de l'installation, des dispositions matérielles, organisationnelles et humaines ainsi que des procédures destinées à prévenir les accidents puis, en cas d'échec de la prévention, à en limiter les conséquences.

Un des accidents nucléaires graves à prendre en compte lors de la conception d'un réacteur nucléaire est la « fusion du cœur » accompagnée d'une défaillance du circuit primaire. En plus de la formation d'un magma de matériaux, le corium, cet accident entraînerait le relâchement de produits radioactifs dans l'environnement. C'est ce qui est arrivé lors des trois accidents nucléaires majeurs de Three Miles Island, Tchernobyl et Fukushima-Daishi. La conception du réacteur doit alors inclure :

- > des dispositions pour diminuer la probabilité de cet accident (niveaux 1, 2 et 3 de la défense en profondeur) ;
- > dans le cas où cet accident n'aurait pas pu être évité, des mesures pour limiter ses conséquences (niveaux 4 et 5 de la défense en profondeur).

« La sûreté vise à prévenir les accidents, tandis que la sécurité vise à empêcher les actes délibérés qui pourraient nuire à une installation ou conduire au vol de matières nucléaires. »

Source AIEA

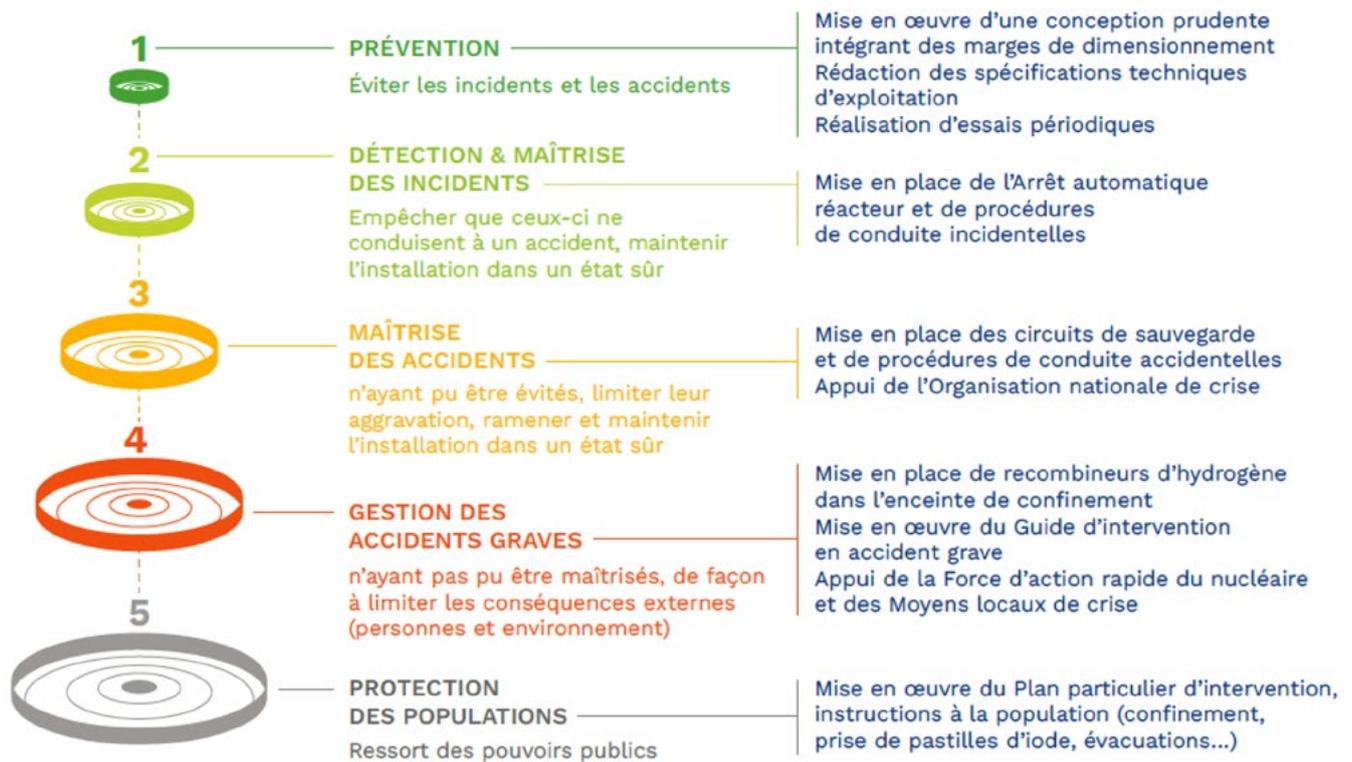
171 - Dossier du maître d'ouvrage, Projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-10/PenlyEPR-DMO-EDF-RTE.pdf>

172 - Clarification des controverses techniques, Débat public sur le projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/nouveaux-reacteurs-nucleaires-et-projet-penly/clarification-des-controverses-techniques-3732>

173 - Qu'est-ce que l'EPR2, et peut-on faire du nucléaire autrement ? Débat public sur le projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/nouveaux-reacteurs-nucleaires-et-projet-penly/quest-ce-que-lepr2-et-peut-faire-du-nucleaire>

174 - Les alternatives au réacteur EPR2, Réponse à la saisine de la CNDP du 12 juillet 2022 : https://www.irsn.fr/sites/default/files/documents/expertise/rapports_expertise/surete/IRSN%202022%20Rapport%20technique%20CNDP%20Alternatives%20au%20r%C3%A9acteur%20EPR2.pdf

Figure 89. Les 5 niveaux de la défense en profondeur



La défense en profondeur est un concept qui s'applique à tous les stades de la vie d'une installation, de la conception au démantèlement. **Le réacteur EPR2 a donc été conçu selon ce principe. Il tire profit du savoir-faire nucléaire français en matière de sûreté et de l'amélioration continue des installations d'EDF. L'EPR2 est aussi un réacteur**

de Génération 3 : il partage les options de sûreté de l'EPR - qui font de ce dernier un des réacteurs présentant le plus haut niveau de sûreté - tout en apportant des évolutions pour en faciliter la mise en œuvre.

LA GOUVERNANCE DE LA SÛRETÉ EN FRANCE

« En France, les acteurs principaux de la sûreté nucléaire sont :

- > les exploitants d'installations nucléaires civiles et de défense, responsables au premier chef de la sûreté de leurs installations ;
- > l'autorité de sûreté, qu'elle soit civile ou de défense, et ses commissions d'experts, comme les groupes permanents d'experts dans le domaine civil ;
- > l'organisme d'expertise IRSN ;
- > les Commissions locales d'information (CLI) ;
- > le Haut comité pour la transparence et l'information sur la sûreté nucléaire (HCTISN). »

(source : IRSN)¹⁷⁵

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est une autorité administrative indépendante, qui assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour les installations et activités nucléaires civiles, et contribue à l'élaboration de la réglementation et à l'information du public. Pour un projet comme le projet EPR2 de Gravelines, l'ASN est responsable de l'instruction de la demande d'autorisation de création, de la délivrance de l'autorisation de mise en service et, au cas par cas, du contrôle des installations.

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) est un appui technique aux autorités de sûreté nucléaire et au ministère chargé de l'Énergie et de la Sûreté nucléaire.

175 - Loi du 21 mai 2024 relative à l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour répondre au défi de la relance de la filière nucléaire : <https://www.vie-publique.fr/loi/292470-projet-de-loi-surete-nucleaire-fusion-asn-et-irsn>. À noter qu'une réorganisation de la gouvernance de sûreté nucléaire est en cours jusqu'en 2025.

5.2 L'EPR2 tire profit de l'amélioration continue de la sûreté

La sûreté nucléaire française repose sur le **principe de l'amélioration continue**, et c'est sur ce principe fondamental que le parc nucléaire français a été construit et exploité. De fait, les réacteurs nucléaires exploités par EDF en France ont bénéficié de cette amélioration continue, en particulier à travers les réexamens périodiques de sûreté (). Ils sont l'occasion de mener les travaux rendus nécessaires pour intégrer l'expérience acquise en matière de sûreté, ainsi que les progrès faits dans la connaissance des risques. C'est au terme de ces visites de contrôle poussées que l'Autorité de sûreté nucléaire valide ou non l'autorisation de poursuivre l'exploitation du réacteur.

L'amélioration continue des réacteurs à eau pressurisée du parc nucléaire français apporte à EDF un **ensemble de retours d'expérience qui ont été intégrés à la conception du réacteur EPR2**.

5.3 L'EPR2 reprend les objectifs initiaux de sûreté de l'EPR, enrichis des derniers standards internationaux et guides de conception apparus depuis

En plus de tirer profit de l'amélioration continue, l'EPR2 est comme l'EPR un réacteur de Génération 3. Au travers des objectifs de sûreté visés dans leur conception¹⁷⁶, ces réacteurs prennent en compte les derniers standards internationaux et les accidents.

Au regard des accidents nucléaires de Three Miles Island (États-Unis, 1971) et de Tchernobyl (ex-URSS, 1986) - deux accidents ayant impliqué une fusion du cœur et le relâchement de produits radioactifs dans l'environnement, ainsi que de l'attentat du 11 septembre 2001, WENRA¹⁷⁷ a défini en 2010 les objectifs de sûreté suivants dans la perspective de la création de nouveaux réacteurs nucléaires¹⁷⁸ :

- > réduction de la probabilité d'accident avec fusion du cœur dit « accident grave », à moins de 1 / 100 000 par an et par réacteur (soit une probabilité 10 fois plus faible que celle associée aux réacteurs de deuxième génération) en tenant compte de tous les types de défaillances et d'agressions ;
- > réduction de l'impact sur la population et l'environnement d'un accident grave par la prise en compte de ces accidents dès la conception et la mise en place de systèmes dédiés pour en limiter les conséquences, notamment les rejets radioactifs possibles vers l'environnement ;
- > renforcement de la protection contre les agressions externes (chutes d'avion, séisme, inondation, malveillance...).

Le réacteur EPR intègre ainsi à la source des dispositions (voir tableau ci-dessous) qui sont progressivement ajoutées aux réacteurs en fonctionnement au fur et à mesure de leurs réexamens périodiques. Il constitue ainsi **l'un des réacteurs dont le niveau de sûreté est parmi les plus élevés au monde**.

Figure 90. Exemple de dispositifs de sûreté du réacteur EPR

Objectifs de sûreté	Exemples de dispositifs du réacteur EPR
Réduction de la probabilité d'accident avec fusion du cœur	Redondance, diversification et séparation physique des systèmes de sauvegarde accrues Réserve d'eau de secours à l'intérieur du bâtiment réacteur
Réduction de l'impact sur la population et l'environnement d'un accident grave	Récupérateur de corium, afin de garantir l'intégrité durable du radier de l'enceinte du réacteur
Renforcement de la protection contre les agressions externes	Protection contre la chute d'avion des bâtiments réacteur, combustible et de sauvegarde (incluant la salle de commande) Radier commun à l'ensemble de l'îlot nucléaire pour une meilleure robustesse à l'égard du séisme

176 - Les options de sûreté désignent les objectifs, concepts et principes retenus afin d'assurer la sûreté de l'installation en exploitation.

177 - WENRA (Western European Nuclear Regulators' Association) rassemble les responsables des Autorités de sûreté nucléaire des 17 pays européens dotés de réacteurs électronucléaires : Allemagne, Belgique, Bulgarie, Espagne, Finlande, France, Hongrie, Italie, Lituanie, Pays-Bas, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

178 - Wenra statement on safety objectives for new nuclear power plants : https://www.wenra.eu/sites/default/files/publications/wenra_statementonsafetyobjectivesfornewnuclearpowerplants_nov2010.pdf

Outre la reprise des objectifs de sûreté de l'EPR, la conception du réacteur EPR2, à partir de 2011, a pris en compte les enjeux suivants :

- > intégrer les derniers standards internationaux dès sa conception, notamment à la suite de l'accident nucléaire de Fukushima en 2011¹⁷⁹ ;
- > tirer les enseignements de la construction des EPR et notamment de l'instruction par l'ASN du dossier de mise en service de l'EPR de Flamanville ;
- > à partir de l'expérience acquise sur les chantiers de Flamanville, d'Olkiluoto et de Taishan, simplifier la conception du réacteur pour, d'une part en améliorer la « constructibilité » et ainsi mieux sécuriser le planning de réalisation, d'autre part améliorer la sûreté en exploitation de l'installation (la simplification n'implique pas la diminution du niveau de sûreté -).

Un dossier a été soumis à l'ASN en 2016 pour faire valider les options de sûreté correspondantes au plus tôt, avant d'engager les études de conception préliminaires.

En parallèle, l'ASN a publié en 2017 le guide ASN n°22 relatif à la conception des réacteurs à eau pressurisée, notamment pour tenir compte du retour d'expérience des instructions techniques déjà menées sur des projets de nouveaux réacteurs, et de l'accident de Fukushima Daiichi. Pour l'EPR2, ont résulté de l'application de ce guide :

- > une prise en compte renforcée, dès la conception, d'événements naturels externes extrêmes (« agressions externes naturelles extrêmes »), tels que séisme, canicule, inondation, grand froid et vent ;
- > une séparation entre les systèmes de prévention et ceux de gestion du risque de fusion du cœur, dans l'hypothèse d'une situation accidentelle ;
- > une évolution dans la conception de systèmes support, tels que les architectures de ventilation, l'utilisation de multigroupes électrogènes diesels pour renforcer la robustesse face à une perte de sources électriques.

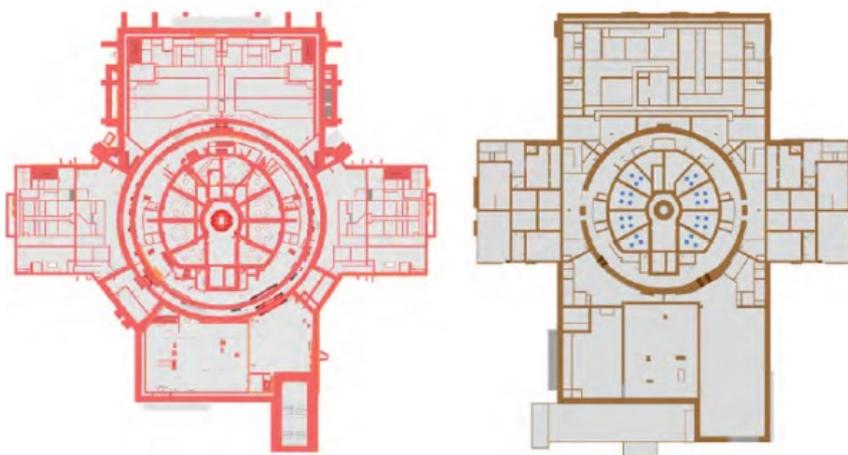
En juillet 2019, l'ASN a publié son avis relatif au dossier d'options de sûreté¹⁸⁰ du réacteur EPR2. Cet avis a confirmé la pertinence, du point de vue de la sûreté nucléaire, des principales options de conception retenues. Ainsi, pour le groupe permanent réacteurs, consulté par l'ASN pour la production de cet avis, « *les options de conception retenues [...] sont de nature à assurer un niveau de sûreté au moins équivalent à celui du réacteur EPR Flamanville 3* », soit l'un des niveaux les plus élevés au monde.

5.4 Les simplifications introduites dans la conception de l'EPR2, tout en garantissant au moins le même niveau de sûreté que l'EPR

La conception de l'EPR2 intègre des simplifications et des optimisations visant à rendre la construction plus efficace, bénéficiant à la maîtrise de la qualité, du coût et de la durée de construction, tout en garantissant le même niveau de sûreté que l'EPR.

Les simplifications et optimisations issues du retour d'expérience de Flamanville 3 proviennent à la fois de la prise en compte de l'instruction par l'ASN de son dossier de mise en service, et des pratiques d'exploitation prévues pour Flamanville 3 largement issues des pratiques d'exploitation des autres réacteurs du parc nucléaire français.

Figure 91. Comparaison de la structure des bâtiments entre un EPR (à gauche) et un EPR2 (à droite)



179 - L'ASN et l'IRSN publient un guide sur la conception des réacteurs à eau sous pression : <https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/guide-de-l-asn-n-22-conception-des-reacteurs-a-eau-sous-pression>

180 - L'ASN considère comme acceptable la démarche d'exclusion de rupture prévue par EDF sur le réacteur EPR2 : <https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/epr-2-demarche-d-exclusion-de-rupture-acceptable>

5.4.1 Évolution de l'architecture des systèmes de sûreté de l'EPR2

Les systèmes qui assurent les fonctions de sûreté (systèmes de protection, de sauvegarde...) et leurs systèmes supports (alimentation électrique, refroidissement...) doivent assurer leur fonction en cas de défaillance de l'un de leurs composants (une pompe, par exemple). Les systèmes de sûreté de l'EPR2 sont donc constitués de plusieurs ensembles de composants redondants et indépendants (un ensemble est appelé « train »), qui accomplissent une même fonction de sûreté (par exemple, l'injection d'eau dans le cœur du réacteur). Chaque train permet, à lui seul, d'accomplir en totalité la fonction de sûreté pour laquelle il est conçu.

L'EPR de Flamanville est conçu avec une quadruple redondance, soit quatre trains de sauvegarde. Ce choix permet de réaliser la maintenance préventive de l'un des trains lorsque le réacteur est en puissance et qu'il produit de l'électricité. Ce train est alors considéré hors service le temps de sa maintenance.

Le retour d'expérience de l'EPR de Flamanville 3 a conduit, pour le projet EPR2, à prévoir la maintenance des systèmes de sauvegarde uniquement lorsque le réacteur est à l'arrêt. Il est alors possible de supprimer un des trains de sauvegarde.

L'architecture des systèmes de sûreté de l'EPR2 est, par conséquent, constituée de trois trains de sûreté, tout en conservant le même objectif de sûreté et de disponibilité de l'installation.

5.4.2 Une compartimentation supprimée à l'intérieur du bâtiment réacteur

Le « two-room-concept » appliqué à l'EPR de Flamanville consiste à ajouter des parois internes à l'intérieur du bâtiment réacteur, pour compartimenter les circuits et les équipements. Il répond au besoin exprimé par les électriciens allemands (qui ont participé à la conception de l'EPR de Flamanville) de faire entrer couramment du personnel dans ce bâtiment pour des activités d'exploitation ou de maintenance, lorsque le réacteur est en puissance. La mise en œuvre de cette disposition s'est avérée un facteur de complexité notable à la construction des premiers EPR. EDF n'utilisant pas cette pratique dans son exploitation en France, **le concept est abandonné sur l'EPR2, au profit d'une simplification de l'aménagement interne du bâtiment réacteur.**

5.4.3 Une enceinte renforcée en béton avec un revêtement métallique interne

La double fonction de confinement et de protection du bâtiment réacteur de l'EPR2 est assurée par une enceinte en béton avec une paroi épaisse précontrainte unique, et un revêtement métallique interne. Le bâtiment combustible et le bâtiment des auxiliaires de sauvegarde abritant la salle de commande sont également protégés par une paroi épaisse unique renforcée pour les murs externes. Cette paroi épaisse protégeant ainsi le bâtiment réacteur, le bâtiment combustible et le bâtiment des auxiliaires de sauvegarde abritant la salle de commande, répond à la prise en compte d'une chute accidentelle d'avion militaire, ou de la chute intentionnelle d'un avion commercial dans la démonstration de sûreté.

Au niveau des activités de génie civil, cette architecture permet de **réduire significativement la complexité de la construction des premiers EPR, tout en conservant le même niveau de performance et de sûreté**, en conformité avec les objectifs de sûreté d'un réacteur de Génération 3.

À la suite de l'instruction du sujet dans le cadre du dossier d'options de sûreté, l'ASN a pris position dans son avis du 16 juillet 2019¹⁸¹ : « Sans préjudice des dispositions du code de la défense relatives à la maîtrise des conséquences des actes de malveillance, l'ASN considère que le principe d'une enceinte à simple paroi épaisse est acceptable, à l'égard des fonctions de confinement et de protection contre les agressions externes d'origine naturelle et humaine. »

5.4.4 Une station de pompage simplifiée pour les sites en bord de mer

La protection de la station de pompage de l'EPR de Flamanville est basée sur un bâtiment « bunkérisé » unique. Pour l'EPR2, la solution mise en œuvre, et répondant aux mêmes exigences de sûreté, repose sur trois bâtiments séparés en deux emplacements distincts et fonctionnant avec des systèmes de refroidissement diversifiés :

- > les stations de pompage de production (permettant d'apporter l'eau au circuit de refroidissement) et de sûreté (assurant le refroidissement des systèmes de sûreté) fonctionnent avec l'eau de mer ;
 - > un bâtiment doté d'un appoint d'eau et d'aéroréfrigérants pour assurer un refroidissement totalement diversifié en cas d'accident.
- Les ouvrages assurant le refroidissement ont ainsi été rationalisés au regard des enjeux de sûreté. La suppression de la bunkérisation facilite la construction.

« Compte tenu des améliorations de sûreté apportées par EDF au réacteur EPR2 par rapport au réacteur EPR, notamment le renforcement de la robustesse des systèmes supports par une meilleure diversification et la recherche d'une meilleure indépendance entre les systèmes mis en œuvre entre les systèmes de sûreté utilisés pour prévenir la fusion du cœur d'une part, pour limiter les conséquences associées d'autre part, constitue une avancée notable en termes de sûreté. Ces choix de conception sont de nature à garantir un niveau de sûreté pour l'EPR2 au moins équivalent à celui de l'EPR. »

(source : rapport IRSN débat public 2022-2023)

181 - Avis n° 2019-AV-0329 de l'ASN du 16 juillet 2019 : <https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/bulletin-officiel-de-l-asn/installations-nucleaires/avis/avis-n-2019-av-0329-de-l-asn-du-16-juillet-2019>

Annexe 6 - EPR2 et prise en compte du changement climatique

Cette annexe rassemble les principaux éléments relatifs à la prise en compte du changement climatique, présentés et débattus dans le cadre du débat public de 2022-2023 :

- > la partie dédiée §3.4 du dossier du maître d'ouvrage constitué en vue du débat public de 2022-2023¹⁸² ;
- > la démarche de clarification des controverses techniques¹⁸³ : « La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux effets du changement climatique est-elle suffisamment réduite ? » ;
- > les réponses d'EDF¹⁸⁴ aux recommandations 2.12 à 2.13 de la CPDP à l'issue du débat.

6.1 La prise en compte du changement climatique dès la conception au titre de la sûreté

Le réacteur EPR2 est conçu pour être résilient au changement climatique sur toute sa durée de fonctionnement d'au moins 60 ans. Les principaux paramètres impactés par le changement climatique sont considérés à la conception du réacteur EPR2, avec des marges.

Plusieurs paramètres impactés par le changement climatique sont pris en compte à la conception et **une période de retour de 10 000 ans (prise en compte des événements susceptibles de se produire une fois tous les 10 000 ans) est systématiquement visée pour les enjeux de sûreté.** Cela concerne notamment la conception et le dimensionnement des moyens de protection contre les agressions, qui font partie intégrante de la démonstration de sûreté relative à la protection contre les agressions. La manière dont le changement climatique est pris en compte dépend de la famille d'agressions.

La logique industrielle retenue pour le projet EPR2 est, dans un souci d'optimisation des études, de définir un design générique adapté à la plupart des sites d'implantation possibles en France. Ce design générique intègre des marges afin de réduire le risque de devoir le modifier dans le futur. Concernant l'implantation d'une centrale nucléaire sur un site particulier, il est vérifié que les caractéristiques de ce dernier sont couvertes par celles du design générique. Si ce n'est pas le cas, des études complémentaires sont réalisées pour déterminer si des évolutions de conception ou de contraintes d'implantation (exemple : modification du niveau de plateforme) sont nécessaires. Ce design générique repose, pour les agressions dont l'évolution est certaine et peut être projetée, sur la prise en compte du scénario de changement climatique pénalisant. Des marges de conception sont également prises en compte afin de couvrir les incertitudes liées à l'évolution des connaissances ou des tendances futures.

Ainsi, la publication par le GIEC en 2023 de nouveaux scénarios a nécessité de réévaluer les températures génériques de dimensionnement des enveloppes des trois sites d'implantation des réacteurs EPR2, désormais établies au titre de la sûreté à 53°C pour l'air et 30°C pour l'eau en bord de mer.

182 - Dossier du maître d'ouvrage, Projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-10/PenlyEPR-DMO-EDF-RTÉ.pdf>

183 - Clarification des controverses techniques, Débat public sur le projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/nouveaux-reacteurs-nucleaires-et-projet-penly/clarification-des-controverses-techniques-3732>

184 - Réponses aux recommandations de la CNDP et enseignements qu'EDF tire du débat, Projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2023-07/EPR2-Penly_Note-accompagnement-EDF_Vdef%2028-06-2023.pdf



Compte-tenu de l'état des connaissances, ces valeurs sont suffisamment robustes pour atteindre l'horizon 2070 des troisièmes visites décennales des réacteurs EPR2 (à mi-chemin des 60 années d'exploitation). Quoi qu'il en soit, tous les 10 ans, s'appuyant sur la veille climatique d'EDF, le réexamen périodique de sûreté des réacteurs permet d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables, d'actualiser l'appréciation des risques que l'installation présente, et le cas échéant, de définir des modifications à apporter à l'installation. Ainsi, ce processus d'amélioration continue, appliqué aux réacteurs nucléaires existants et qui sera reconduit sur l'EPR2, permet de prendre en compte l'évolution des aléas climatiques depuis la conception pour les aspects sûreté.

6.2 La prise en compte du changement climatique à la conception au titre de la disponibilité

Le même type de démarche à la conception est mis en œuvre pour dimensionner les systèmes participant à la production d'électricité, même s'ils n'ont pas d'enjeu de sûreté. Cela conduit à définir sur différents paramètres des limites moindres pour la disponibilité que pour la sûreté, qui pourraient ainsi être atteintes quelques jours dans l'année selon les scénarios considérés.

Néanmoins, la température d'eau de la source froide qui est l'un des facteurs essentiels n'est pas le facteur limitant pour la conception des systèmes. En effet, le facteur limitant pour la disponibilité sera l'arrêt de rejet et les limites définies par l'autorité en termes de température au rejet ou d'échauffement maximal autorisé.

Le changement climatique est pris en compte dans l'étude d'impact environnemental du réacteur EPR2. Ces éléments font partie intégrante de la démonstration de maîtrise des inconvénients, conformément aux exigences réglementaires.

L'étude d'impact environnemental va notamment répondre aux enjeux suivants :

- > évaluation des besoins en prélèvements d'eau et pour la dilution des rejets liquides, en regard de l'évolution prévisible en climat futur, et des incidences sur l'environnement, notamment sur le milieu aquatique ;
- > justification de la robustesse de la démonstration de maîtrise des inconvénients sur la durée de vie du projet.

Ces éléments sont vérifiés par les autorités lors de l'instruction des dossiers réglementaires. Les autorisations demandées pour les projets en termes de rejets thermiques prendront en compte les effets du changement climatique, dans les limites thermiques des autorisations de rejet.

Et tous les 10 ans, s'appuyant sur sa veille climatique, l'étude d'impact est revisitée par EDF dans le cadre du réexamen de sûreté qui intègre un volet environnemental. Ce volet présente un bilan de la surveillance réalisée et des optimisations mises en place au cours du temps, pour répondre aux évolutions environnementales, techniques et réglementaires.

Ainsi, ce processus d'amélioration continue, appliqué aux réacteurs nucléaires existants et qui sera reconduit sur l'EPR2, permet de prendre en compte l'évolution des aléas climatiques depuis la conception pour les phases de production d'électricité et les intégrer dans la révision de l'étude d'impact sur l'environnement.

Annexe 7 - Effets du programme de nouveaux réacteurs nucléaires sur la gestion des matières et déchets radioactifs

Concernant la gestion des matières nucléaires et des déchets radioactifs, le projet EPR2 de Gravelines ne présente pas de particularités par rapport aux éléments présentés et débattus dans le cadre du débat public de 2022-2023.

Les matières et déchets radioactifs produits par l'exploitation et le démantèlement d'un réacteur de type EPR2 sont de même nature que ceux issus de l'exploitation et du démantèlement d'un réacteur à eau sous pression du parc nucléaire actuel.

Pour en savoir plus sur cette thématique, essentielle pour tout projet nucléaire, les ressources suivantes du débat public de 2022-2023 peuvent être consultées :

- > les parties dédiées §3.1.4 et §3.3 du dossier du maître d'ouvrage¹⁸⁵ ;
- > la démarche de clarification des controverses techniques¹⁸⁶ : « l'impact du programme de nouveaux réacteurs sur le « cycle du combustible » et la gestion des déchets » ;
- > la séance dédiée du débat public le 19 janvier 2023¹⁸⁷ relative aux « conséquences du programme EPR2 sur les différentes étapes de la vie du combustible et sur les déchets radioactifs » ;
- > la vidéo produite par l'IRSN pour le débat public de 2022-2023 : https://www.youtube.com/watch?v=t7mxaNPNZ4M&ab_channel=D%C3%A9batpublicPenly
- > les réponses d'EDF¹⁸⁸ aux recommandations 2.7 à 2.10 de la CPDP à l'issue du débat.

185 - Dossier du maître d'ouvrage, Projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-10/PenlyEPR-DMO-EDF-RTE.pdf>

186 - Clarification des controverses techniques, Débat public sur le projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/nouveaux-reacteurs-nucleaires-et-projet-penly/clarification-des-controverses-techniques-3732>

187 - Quelles conséquences du programme EPR2 sur les différentes étapes de la vie du combustible et sur les déchets radioactifs ? Débat public sur le projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : <https://www.debatpublic.fr/nouveaux-reacteurs-nucleaires-et-projet-penly/quelles-consequences-du-programme-epr2-sur-les>

188 - Réponses aux recommandations de la CNDP et enseignements qu'EDF tire du débat, Projet d'une première paire de réacteurs EPR2 sur le site de Penly (Normandie), dans le cadre de la proposition d'EDF pour un programme de nouveaux réacteurs nucléaires en France : https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2023-07/EPR2-Penly_Note-accompagnement-EDF_Vdef%2028-06-2023.pdf

7.1 Le combustible utilisé dans les installations EPR2

Comme pour le parc en exploitation, le combustible utilisé dans le réacteur EPR2 se présente sous la forme de pastilles. Celles-ci sont empilées dans un tube de gainage, appelé « crayon combustible », obturé et soudé de manière étanche pour confiner le combustible. Les crayons combustibles regroupés forment un « assemblage combustible ». Les ordres de grandeur pour un assemblage combustible EPR2 sont d'un peu plus de 700 kilos et de 4 mètres de longueur.

Le cœur complet d'un EPR2 est composé de 241 assemblages de combustible chargés dans la cuve du réacteur. Ce cœur est renouvelé en moyenne tous les 18 mois pour un tiers, à chaque arrêt pour maintenance/rechargement.

Le combustible utilisé dans le réacteur EPR2 sera évolutif et aura vocation à utiliser les meilleures techniques disponibles, en visant des améliorations de sûreté et de performance.

En cohérence avec les évolutions de gestion du combustible sur le parc actuel, le réacteur EPR2 est conçu pour fonctionner avec des chargements de combustibles :

- > soit composés uniquement d'oxyde d'uranium (UO_2) à base d'uranium naturel (UNE) ou de retraitement, enrichi (URE) ;
- > soit composés d'oxydes mixtes, c'est-à-dire un mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de

plutonium appelés MOX, utilisés à hauteur de 30 %. Le MOX est produit par recyclage des combustibles usés.

Ces deux types de gestion du combustible pourront être mis en œuvre sans étude ou modification supplémentaire. À l'image des réacteurs 900 mégawatts du parc nucléaire actuel, qui se sont adaptés à l'utilisation du MOX, les installations EPR2 pourront aussi s'adapter aux évolutions potentielles de la stratégie de traitement-recyclage des combustibles usés, moyennant des études et autorisations complémentaires.

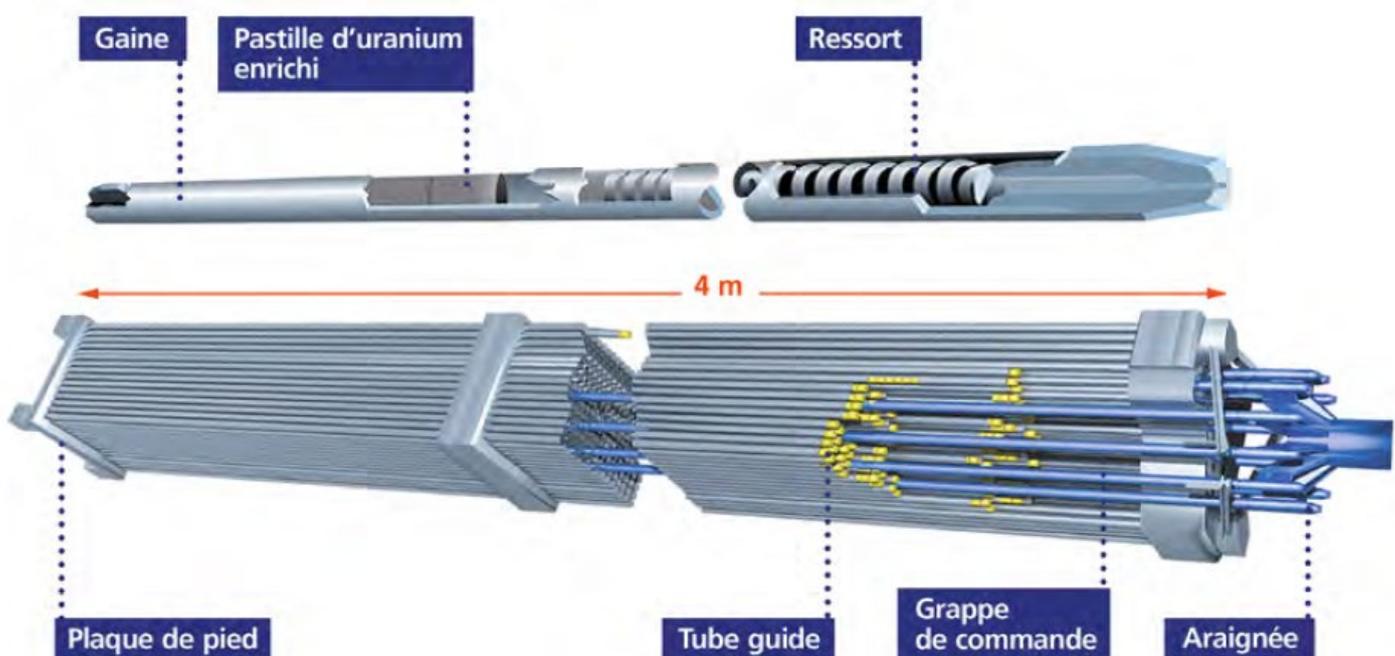
Les assemblages de combustibles usés, retirés lors des arrêts programmés, sont entreposés un à quatre ans dans une piscine de désactivation du bâtiment « combustible » attendant au réacteur. Ils sont ensuite transportés vers les usines de traitement d'Orano, à La Hague, en vue de leur traitement-recyclage, conformément à la stratégie française de traitement et de recyclage du combustible nucléaire usé.

Cette stratégie vise à la fois à :

- > limiter le recours aux ressources naturelles d'uranium dans l'intérêt de l'environnement ;
- > diversifier l'approvisionnement en combustible neuf dans l'intérêt de la sécurité d'approvisionnement du parc ;
- > minimiser les volumes de déchets issus du traitement du combustible usé.

Chaque pastille d'uranium pèse environ 7 g et peut libérer autant d'énergie qu'une tonne de charbon.

Figure 92. Assemblage combustible



7.2 Un réacteur EPR2 qui s'inscrit dans la politique française du cycle combustible et les filières de gestion des déchets radioactifs

En tant qu'exploitant nucléaire, EDF assume la responsabilité technique et financière de la gestion des combustibles usés et des déchets issus de l'exploitation et de la déconstruction de ses installations nucléaires.

Les futurs EPR2 étant des réacteurs à eau pressurisée comme les réacteurs du parc actuel, les combustibles utilisés et les déchets produits seront de même nature que ceux du parc actuel. Ils seront par ailleurs comparables au parc actuel en termes de volume par quantité d'électricité produite. En conséquence, les EPR2 seront appelés à solliciter les mêmes installations (ou types d'installations) que celles nécessaires au parc actuel.

La gestion sûre et durable des matières (dont le combustible usé) et des déchets qui seront générés par de futurs EPR2 est intégrée dès à présent dans les scénarios prospectifs étudiés dans le cadre du PNGMDR, élaboré sous l'égide de l'État.

Le traitement-recyclage des combustibles usés permet de limiter l'inventaire de combustibles usés à entreposer, de réduire la quantité des déchets radioactifs, et de réaliser des économies de ressources naturelles ; l'ensemble au bénéfice de l'environnement et des générations futures.

Aujourd'hui, le combustible usé à base d'uranium naturel est traité dans les usines d'Orano à La Hague. Le plutonium et l'uranium de retraitement issus de ce traitement sont recyclés sous forme de combustible neuf (MOX et URE). Les assemblages MOX et URE usés sont entreposés pour valorisation ultérieure. On parle de monorecyclage.

À l'avenir, l'objectif est de traiter aussi les combustibles MOX et URE usés, c'est-à-dire de faire du multirecyclage. La PPE¹⁸⁹ demande l'étude de ce multirecyclage pour une mise en œuvre potentielle, à l'échelle industrielle, à partir de l'horizon 2050.

Cette orientation a été confirmée et confortée lors du conseil de politique nucléaire du 26 février 2024, notamment pour les nouveaux réacteurs nucléaires et les futurs RNR, visant ainsi à renforcer la souveraineté énergétique de la France, l'économie de ressources naturelles et la réduction du volume de déchets.

L'EPR2 est prévu pour utiliser du combustible issu de l'uranium naturel (UNE) mais aussi du combustible de type MOX ou URE. Il pourra donc s'adapter aux orientations de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) en termes de stratégie future de traitement recyclage du combustible usé.

L'entreposage des combustibles usés qui seront générés par l'EPR2 de Gravelines s'inscrira dans le même schéma industriel que celui de l'entreposage des combustibles usés générés par le parc actuel.

Une fois déchargés des réacteurs, les combustibles usés sont entreposés temporairement dans la piscine de désactivation du bâtiment combustible attenant à chaque réacteur. Ils sont ensuite transportés dans des installations d'entreposage dédiées, dans l'objectif de leur valorisation via leur traitement. Les premiers combustibles usés issus des EPR2 de Gravelines pourront être envoyés dans ces installations dédiées approximativement dix ans après leur chargement en réacteur. Le traitement-recyclage des combustibles usés pourra être pris en charge ultérieurement par Orano à La Hague. Le PNGMDR doit identifier des disponibilités de capacités d'entreposage suffisantes pour répondre aux besoins aux différents horizons de temps, y compris avec un futur parc de réacteurs EPR2.

Les déchets produits par le projet EPR2 de Gravelines seront gérés dans la continuité des filières existantes ou à l'étude pour la gestion des déchets du parc actuel.



> NOTIONS DE MATIÈRE ET DE DÉCHET

Une matière radioactive est une substance radioactive pour laquelle une utilisation ultérieure est prévue ou envisagée, le cas échéant après traitement. Il s'agit principalement de combustibles nucléaires en cours d'utilisation ou usés, ainsi que de l'uranium naturel, enrichi, appauvri ou issu du traitement et du plutonium.

Dans le cas contraire, si aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée pour une substance radioactive, alors elle est qualifiée de déchet radioactif.

Conformément à la réglementation en vigueur, l'ASN a autorité pour décider, sur la base des éléments fournis par les exploitants en termes de capacités et perspectives de valorisation, du classement d'une substance en matière ou en déchet.

Ces déchets proviennent de l'exploitation et de la maintenance des réacteurs, des opérations de gestion des combustibles usés, et de la déconstruction future des réacteurs. Les premiers déchets d'exploitation seront générés au démarrage de l'exploitation des installations, et ceux liés à leur déconstruction à l'horizon 2100. Ils se répartissent en 97 % de déchets radioactifs à vie courte, et 3 % de déchets radioactifs à vie longue (déchets de moyenne activité à vie longue - MA-VL, et déchets de haute activité - HA) :

> **Les déchets à vie courte** issus de l'exploitation et de la déconstruction des centrales nucléaires sont collectés et triés en amont dès leur production. Ils font l'objet d'un premier conditionnement, qui consiste à les placer dans des conteneurs pour éviter toute dissémination de la radioactivité. Ils sont ensuite orientés vers les filières adaptées. En fonction de leur activité, les déchets sont conditionnés et orientés soit vers le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (CIREs), soit vers le Centre de stockage de l'Aube (CSA). Une partie de ces déchets est préalablement traitée pour en réduire le volume. Les besoins d'installations de stockage d'ores et déjà identifiés pour accueillir les déchets du parc existant, que ce soit en termes de volume ou de capacités radiologiques et physico-chimiques, ne sont pas remis en cause par la quantité de déchets qui sera produite par l'exploitation puis la déconstruction de six réacteurs EPR2. Des augmentations de capacités de stockage (par extension ou création) seront nécessaires, indépendamment de la décision de construction de nouveaux réacteurs EPR2. Elles seront dimensionnées pour prendre en compte les déchets des réacteurs alors existants ou en projet. À cet effet, les schémas industriels des centres de stockage sont élaborés et régulièrement mis à jour par l'Andra, en coordination avec les producteurs de déchets, dans le cadre du PNGMDR.

- > **Les déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL)** sont issus pour une part des activités d'exploitation et de déconstruction (composants situés au cœur du réacteur), et pour une autre part des opérations de traitement des assemblages de combustibles usés réalisés à l'usine de La Hague. Pour réaliser le conditionnement des déchets MA-VL issus des réacteurs actuellement en déconstruction et pour assurer leur entreposage en toute sûreté en attendant la mise en service d'un stockage, EDF a construit l'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (ICEDA), mise en service en 2020 sur le site de la Centrale nucléaire du Bugey. Les déchets MA-VL sont destinés, à terme, à être stockés de manière définitive dans le centre de stockage en couche géologique profonde aujourd'hui en développement (Cigéo).
- > **Les déchets de haute activité (HA)** sont issus du traitement des assemblages de combustibles usés et sont constitués des substances non valorisables que sont les produits de fission et les actinides mineurs. Une fois séparées des matières valorisables que sont l'uranium et le plutonium par l'usine de La Hague, ces substances sont incorporées dans du verre en fusion, lui-même coulé dans un conteneur en acier inoxydable. Ces colis sont entreposés en toute sûreté, sous le contrôle de l'ASN, dans des halls d'entreposage ventilés situés à l'usine de La Hague et sont également destinés, à terme, à être stockés de manière définitive à Cigéo.

Par rapport au volume total des déchets radioactifs existants en France, l'exploitation et la déconstruction de six EPR conduiraient à une augmentation des volumes de déchets radioactifs à prendre en charge estimée à 5 % pour les déchets à vie courte, 5 % pour les déchets MA-VL, et 10 % pour les déchets HA (dans un scénario de monorecyclage).

Pour les déchets de moyenne activité à vie longue et de haute activité, dans l'hypothèse d'un programme de six réacteurs EPR2, il n'est pas identifié à ce stade par l'Andra d'éléments rédhibitoires à leur accueil dans le centre Cigéo actuellement en développement. En effet, si le centre de stockage Cigéo devait, le moment venu, accueillir les déchets générés par les six EPR2 (quelle que soit la stratégie de traitement recyclage future), en plus de ceux générés par le parc actuel, l'emprise souterraine des ouvrages serait augmentée, sans que cette augmentation ne présente de sujet rédhibitoire identifié, notamment quant à la capacité de la couche d'argile à accueillir les déchets HA et MA-VL supplémentaires. Les exigences de sûreté en exploitation et à long terme seraient respectées. L'augmentation de l'emprise pourrait générer certaines évolutions ou ajustements ultérieurs de la conception du stockage. De même l'accueil des déchets des EPR2 pourrait avoir un impact sur la durée de fonctionnement de Cigéo. Cette évolutivité et cette adaptabilité sont conformes aux principes de conception de l'installation.

➤ LE CADRE DE LA GESTION DES MATIÈRES NUCLÉAIRES ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS EN FRANCE

La stratégie de gestion des matières et des déchets radioactifs est pilotée par l'État au travers du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR)¹⁹⁰, périodiquement actualisé (le plan en vigueur couvre la période 2022-2026). Le PNGMDR dresse périodiquement le bilan de la gestion des matières et déchets radioactifs, et selon différents scénarios représentatifs du champ des possibles (en termes de futur parc nucléaire (comme les EPR2) et de stratégie de traitement-recyclage), recense les besoins de nouvelles installations de gestion, détermine les objectifs à atteindre et les échéances associées.

Il est régulièrement actualisé avec la contribution des industriels, des associations, du public, des autorités et des représentants de l'État et intègre les dispositions de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), elle-même régulièrement actualisée.

Le PNGMDR et le résultat des travaux associés sont accessibles au public¹⁹¹. Plusieurs acteurs industriels, dont EDF, contribuent activement aux différentes étapes de la prise en charge et de la gestion des déchets radioactifs.

En France, c'est l'Andra (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) qui est chargée de la gestion à long terme des déchets radioactifs produits sur le sol français, c'est-à-dire de leur stockage définitif. L'Andra a aussi en charge d'établir périodiquement un bilan complet des quantités de matières et de déchets radioactifs présents en France (Inventaire national, rendu public) et les quantités estimatives selon différents scénarios.

190 - Démantèlement et gestion des déchets radioactifs : <https://www.ecologie.gouv.fr/demantelement-et-gestion-des-dechets-radioactifs>

191 - Le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs : <https://www.asn.fr/espace-professionnels/installations-nucleaires/le-plan-national-de-gestion-des-matieres-et-dechets-radioactifs>



Annexe 8 - La gestion des projets de RTE

Pour accompagner la transition énergétique, RTE travaille pour raccorder le nouveau mix énergétique.

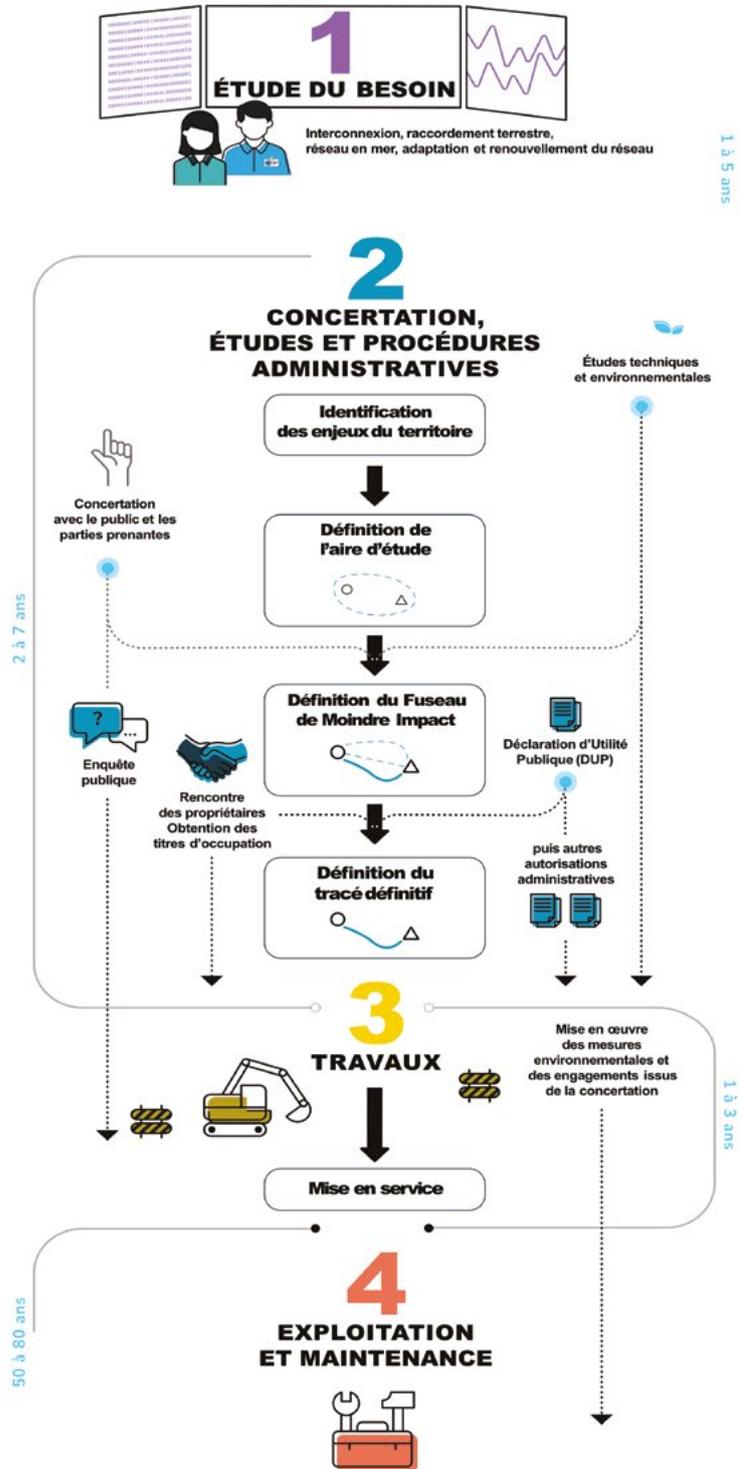
Pour tous les nouveaux ouvrages électriques, RTE lance des projets, encadrés par l'administration. Les procédures nécessitent, en effet, la consultation des administrations territoriales concernées et des administrations d'État : les préfetures, les mairies, les Agences régionales de santé (ARS), les Directions départementales des territoires et de la mer (DDTM), la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), les Directions régionales des affaires culturelles (DRAC), etc.

Au titre du code de l'énergie et du code de l'environnement, RTE associe le public à ses projets.

Les projets du réseau public de transport d'électricité sont encadrés par des procédures administratives qui garantissent la légalité et la pérennité des ouvrages (moindre impact environnemental, notamment). Un projet est jalonné d'étapes successives pour aller de la stratégie envisagée à la solution mise en œuvre. Petit à petit, le projet s'affine, passant de « l'aire d'étude » au « tracé de détail », jusqu'à sa définition. Cette recherche du tracé de moindre impact est guidée par la séquence ERC (Éviter/Réduire/Compenser). En plus des autorisations environnementales nécessaires, la pertinence technico-économique du projet doit être validée par l'administration.

RTE n'est pas propriétaire d'un terrain traversé par les lignes, qu'elles soient aériennes ou souterraines. C'est pour cette raison, qu'avant les travaux, RTE met en place des conventions avec les domaines privé et public. RTE propose aux propriétaires fonciers de signer une convention de servitude permettant l'installation, la maintenance et l'exploitation de ses ouvrages. L'ouverture des droits à indemnisation, à la suite de la mise en place d'un titre d'occupation, est réglementée et le montant des éventuelles indemnisations est encadré.

Avant la phase travaux, l'obtention de la Déclaration d'utilité publique (DUP) permet à l'administration de prononcer le caractère d'intérêt général d'un projet d'ouvrage électrique, afin de mettre en œuvre les procédures de mise en servitude légales, si aucune convention n'a pu être signée à l'amiable.



Glossaire

ACV	Analyse du cycle de vie	IFREMER	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie	INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
AGPPDK	Association pour la gouvernance de la plateforme industrialo-portuaire de Dunkerque	IOTA	Installations, ouvrages, travaux, activités susceptibles d'avoir un impact sur le milieu aquatique et la ressource en eau
AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique	IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
Andra	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs	MEDEF	Mouvement des entreprises de France
APEC	Association pour l'emploi des cadres	MOX	Combustible nucléaire constitué d'uranium appauvri et d'une faible quantité de plutonium
ASN	Autorité de sûreté nucléaire française	MSI	Mise en service industrielle à la suite des essais de démarrage comprenant, entre autres, la montée en puissance jusqu'à 100 % de Puissance nominale (Pn) et les essais de performance
CCI	Chambre de commerce et de l'industrie	mSv	Millisieverts. Mesure de la « dose » de quantité de rayonnement radioactif absorbée par l'organisme.
CIGEO	Centre industriel de stockage géologique	MWe	Mégawatt électrique
CIRES	Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage	NGF	Nivellement général de la France
CLI	Commission Locale d'Information	ORSEC	Organisation des secours de la sécurité civile
CNDP	Commission nationale du débat public	PAT	Plan d'actions territorial (sous l'égide du PMCO)
CNPE	Centre nucléaire de production d'électricité	PLU	Plan local d'urbanisme
CPDP	Commission particulière du débat public	PLUiH	Plan local d'urbanisme intercommunal intégrant le programme local de l'habitat
CUD	Communauté urbaine de Dunkerque	PMCO	Pôle métropolitain de la Côte d'Opale
DAC	Décret d'autorisation de création	PNGMDR	Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs
DINN	Délégation interministérielle au nouveau nucléaire	PPE	Programmation pluriannuelle de l'énergie
DGEC	Direction générale de l'énergie et du climat	PPI	Plan particulier d'intervention
DMO	Dossier du maître d'ouvrage	PUI	Plan d'urgence interne
DOS	Dossier d'options de sûreté	PV	Photovoltaïque
DREETS	Direction régionale de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités	R&D	Recherche et développement
DUP	Déclaration d'utilité publique	REP	Réacteur à eau pressurisée
EDEC	Engagement de développement de l'emploi et des compétences	RP	Réexamen périodique
EDF	Électricité de France	RTE	Réseau de transport d'électricité
EIE	Étude d'impact environnemental	SAGE	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
ENR	Energie renouvelable	SCoT	Schéma de cohérence territoriale
EPCC	Engineering, procurement, construction, commissioning - Études, achats, construction, essais	SDAGE	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
EPCI	Établissement public de coopération intercommunale	SMR	Small modular reactor
EPR	European pressurized reactor	SNBC	Stratégie nationale bas carbone
EPR NM	European pressurized reactor nouveau modèle	SRADDET	Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
ERC	Éviter réduire compenser	STEP	Station de transfert d'énergie par pompage
ETP	Équivalent temps plein	UIMN	Union des industries et métiers de la métallurgie
FARN	Force d'action rapide nucléaire	ULCO	Université du littoral Côte d'Opale
FRTP	Fédération régionale des travaux publics	UMN	Université des métiers du nucléaire
GES	Gaz à effet de serre	ZIBaC	Zone industrielle bas carbone
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat	ZNIEFF	Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique
GIFEN	Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire		ZNIEFF de type 1 Secteurs de très grande richesse patrimoniale (milieux rares ou très représentatifs, espèces protégées...), souvent de superficie limitée.
GIPNO	Groupement des industriels prestataires du nord-ouest		ZNIEFF de type 2 Ensemble naturels homogènes dont la richesse écologique est remarquable
GPMD	Grand port maritime de Dunkerque		
HCTISN	Haut comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire		
HEFAIS	Haute école de formation soudage		
HFDS	Haut fonctionnaire de défense et de sécurité		
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement		



Liste des figures

Figure 1.	Localisation des sites d'implantation du programme EPR2	9	Figure 48.	Montages mécaniques sur le chantier de l'EPR de Flamanville en 2014	65
Figure 2.	Réunion publique sur le retour d'expérience de l'EPR de Flamanville en présence de Jean Martin Folz. Débat public, Caen, le 1 ^{er} décembre 2022	10	Figure 49.	Montages électriques sur le chantier de l'EPR de Flamanville en 2014	65
Figure 3.	Part de l'électricité dans la consommation d'énergie finale en France	12	Figure 50.	Les essais de l'EPR de Flamanville depuis la salle de commande	66
Figure 4.	Répartition des émissions aux différentes étapes du cycle de production d'électricité d'un réacteur nucléaire en France	14	Figure 51.	Fin du premier chargement du combustible du réacteur EPR de Flamanville 3, le 15 mai 2024	66
Figure 5.	Bilan gaz à effet de serre par source de production d'électricité	14	Figure 52.	Vue prévisionnelle du chantier depuis le cheminement piéton de la rue de la Digue Level à Gravelines	68
Figure 6.	Représentation du réacteur EPR2	18	Figure 53.	Vue prévisionnelle du chantier depuis la route de l'Aquaculture à Gravelines	68
Figure 7.	Carte de localisation du site	20	Figure 54.	Vue prévisionnelle en fin de chantier	68
Figure 8.	Le Centre nucléaire de production d'électricité de Gravelines et le Grand port maritime de Dunkerque	21	Figure 55.	De nouvelles dispositions de sûreté introduites avec le quatrième réexamen périodique (en orange sur la figure)	71
Figure 9.	Répartition des consommations d'énergie sur le périmètre de la Communauté urbaine de Dunkerque	23	Figure 56.	La plaquette du Plan particulier d'intervention de la Centrale de Gravelines	72
Figure 10.	Cartographie des projets industriels et énergétiques dans le Dunkerquois et à proximité	24	Figure 57.	Le périmètre du PPI du CNPE de Gravelines	72
Figure 11.	Le site d'implantation en 2022	28	Figure 58.	La FARN s'exerce en permanence sur les sites d'EDF. Ici, une équipe en exercice sur le PArc des Rives de l'Aa à Gravelines en septembre 2022	73
Figure 12.	Principe de fonctionnement d'un réacteur à eau pressurisée, en bord de mer	29	Figure 59.	Principales protections contre les inondations du CNPE avant 2022	74
Figure 13.	Les technologies de réacteurs nucléaires mises en œuvre en France depuis 1971	30	Figure 60.	Les protections actuelles du CNPE de Gravelines contre les inondations	74
Figure 14.	Historique simplifié du développement du réacteur EPR2 et de son instruction	31	Figure 61.	Protection des réacteurs EPR2 en projet contre les inondations	75
Figure 15.	Production horaire du parc nucléaire français en 2021	33	Figure 62.	Dispositif de contrôle d'une centrale nucléaire	76
Figure 16.	Comment EDF s'adapte au changement climatique	34	Figure 63.	Comparatif des niveaux d'exposition à la radioactivité	78
Figure 17.	Explications de l'Andra sur les impacts du nouveau nucléaire sur la gestion des déchets radioactifs	35	Figure 64.	Surveillance des rejets d'une installation nucléaire et contrôles dans l'environnement à proximité	79
Figure 18.	Prévisualisation des ouvrages projetés pour la phase d'exploitation	36	Figure 65.	Le réseau de transport d'électricité à proximité du CNPE	82
Figure 19.	La comparaison des vues des projets EPR2 de Penly et de Gravelines révèle les nombreux points communs entre les deux paires de réacteurs	37	Figure 66.	Le réseau de transport d'électricité RTE actuel et son évolution pour accompagner l'attractivité et la décarbonation des industriels du Dunkerquois	83
Figure 20.	Les ouvrages du système de refroidissement	38	Figure 67.	Zone d'étude du projet de raccordement du projet EPR2	84
Figure 21.	La zone d'étude du raccordement électrique	39	Figure 68.	Schéma d'un pylône électrique de type B1HT B	85
Figure 22.	Le site d'implantation du projet EPR2 de Gravelines	40	Figure 69.	Coupe d'une liaison électrique souterraine	85
Figure 23.	Cibles de durée de construction des trois paires successives présentées dans le dossier du maître d'ouvrage élaboré en vue du débat public de 2022-2023	41	Figure 70.	La concertation « Fontaine » et le débat public (source : RTE)	86
Figure 24.	Rapport de l'IRSN sur les alternatives au réacteur EPR2	43	Figure 71.	Cartographie des risques réalisée par l'AGUR dans le Document d'orientation et d'objectifs du SCOT de la région Flandre-Dunkerque	88
Figure 25.	Répartition du coût d'une série de trois paires d'EPR2 standard, hors coût de financement	45	Figure 72.	L'utilisation prévisionnelle de l'eau en phase exploitation	91
Figure 26.	Principales phases du projet EPR2 de Gravelines	46	Figure 73.	La toile de l'eau industrielle	92
Figure 27.	Synthèse du calendrier prévisionnel des procédures du projet EPR2 de Gravelines	48	Figure 74.	Cartographie des emprises du projet EPR2 de Gravelines	93
Figure 28.	La démarche «E-R-C»	49	Figure 75.	Zone d'étude du projet EPR2 de Gravelines	94
Figure 29.	Cartographie des aménagements préalables	51	Figure 76.	Estimation des effectifs sur le site pendant les travaux (hors exploitation)	95
Figure 30.	Les phases des travaux préparatoires	52	Figure 77.	Stand EDF, CNPE de Gravelines, à la Fabuleuse Factory 2023	97
Figure 31.	Stratigraphie du site d'implantation du projet EPR2 de Gravelines	53	Figure 78.	Les acteurs du plan d'actions territorial, réunis pour la première fois le 10 novembre 2023	98
Figure 32.	Surcharges sous les bâtiments	54	Figure 79.	Organisation du Plan d'actions territorial du projet EPR2 de Gravelines	99
Figure 33.	Exemple de renforcement de sol par <i>soil mixing</i>	54	Figure 80.	Cartographie des entreprises régionales sollicitées par le CNPE de Gravelines	100
Figure 34.	Les solutions de renforcement des sols étudiées	55	Figure 81.	Formation Soudure, EDF	102
Figure 35.	Vue en coupe de la solution « mixte » de renforcement de sol	55	Figure 82.	Synthèse des besoins en emplois du Dunkerquois	103
Figure 36.	Synthèse des solutions de renforcement des sols retenues pour le projet EPR2 de Gravelines	56	Figure 83.	Parking-relais à Craywick	106
Figure 37.	Exemple de campagne géotechnique	57	Figure 84.	Le territoire d'accueil du projet EPR2 de Gravelines	109
Figure 38.	Localisation du canal d'amenée et des canalisations de rejet	58	Figure 85.	Répartition du coût des réacteurs nucléaires selon l'AEN	120
Figure 39.	Carte de situation des zones environnementales	59	Figure 86.	Coûts complets annualisés des scénarios à l'horizon 2060	121
Figure 40.	Phoque en mer du Nord	60	Figure 87.	Étapes du cycle nucléaire prises en compte dans l'analyse du cycle de vie du kWh nucléaire (ACV)	122
Figure 41.	Prélèvement de groseilles de mer au large de Gravelines, par la SNSM missionnée par EDF	60	Figure 88.	Résultats de référence des filières de production d'électricité	123
Figure 42.	Sternes pierregarin, espèce d'oiseaux protégées par le code de l'environnement	61	Figure 89.	Les 5 niveaux de la défense en profondeur	125
Figure 43.	Construction des bâtiments des salles des machines, réacteurs EPRd'Hinkley Point	62	Figure 90.	Exemple de dispositifs de sûreté du réacteur EPR	126
Figure 44.	Les différentes phases des travaux de construction	62	Figure 91.	Comparaison de la structure des bâtiments entre un EPR (à gauche) et un EPR2 (à droite)	127
Figure 45.	Mise en place du liner métallique de l'enceinte de l'EPR de Flamanville tôle par tôle	63	Figure 92.	Assemblage combustible	132
Figure 46.	Élément préfabriqué du liner métallique sur le chantier de l'EPR de Hinkley Point C	63			
Figure 47.	Les différentes phases des travaux de construction	64			



EDF
22-30 avenue de Wagram
75382 Paris Cedex 08 - France
SA au capital de 2 084 365 041 euros
522 081 317 R.C.S. Paris
edf.fr



RTE
Immeuble WINDOW
7C Place du Dôme
92073 PARIS LA DEFENSE CEDEX
rte-france.com

