

GREENPEACE

La centrale nucléaire de Gravelines

UN CHÂTEAU DE SABLE EN BORD DE MER



**RAPPORT GREENPEACE
OCTOBRE 2024**

Greenpeace est une organisation internationale qui agit selon les principes de non-violence pour protéger l'environnement et la biodiversité et promouvoir la paix. Elle est indépendante de tout pouvoir économique et politique et s'appuie sur un mouvement citoyen engagé pour construire un monde durable et équitable.

Rapport publié en octobre 2024

Greenpeace France

13 rue d'Enghien 75010 Paris France

[Greenpeace.fr](https://www.greenpeace.fr)

Illustration de couverture : Fred Péault

Si vous avez des informations relatives à ce sujet, vous pouvez nous contacter à l'adresse investigation@greenpeace.fr. Si vous souhaitez adresser des documents en passant par une plateforme sécurisée, vous pouvez vous connecter sur le site [Greenleaks](https://greenleaks.org/).

Copyright et propriété intellectuelle

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle de tout ou partie des contenus, des résultats et/ou informations issus des documents publiés ou mis à disposition par Greenpeace sans autorisation préalable de Greenpeace est interdite. Notamment, aucune reprise et/ou utilisation et/ou diffusion ne peut être réalisée à des fins d'exploitation commerciale et/ou de promotion et/ou de publicité sans l'accord préalable et écrit de Greenpeace. Toutefois, Greenpeace autorise la reprise et/ou l'utilisation et/ou la diffusion des contenus, des résultats et/ou informations issus des documents publiés ou mis à disposition par Greenpeace sous réserve de la mention exacte de la source et uniquement à des fins universitaires, éducatives ou dans un cadre strictement non lucratif et de défense de l'intérêt général, et ce à condition que lesdites utilisations ne contreviennent pas aux valeurs promues par Greenpeace. Il est à cet égard rappelé que Greenpeace est un réseau international d'organisations indépendantes qui agissent selon les principes de non-violence pour protéger l'environnement, la biodiversité et promouvoir la paix, s'appuyant sur un mouvement de citoyennes et citoyens engagés pour construire un monde durable et équitable.

Toute utilisation de l'image de Greenpeace et/ou de ses contenus et/ou documents diffusés par Greenpeace est interdite, et notamment toute utilisation et/ou tentative d'utilisation de l'image de Greenpeace et/ou de sa dénomination et/ou de ses logos et/ou de ses travaux, contenus et documents visant à ou étant susceptible de laisser penser à un lien, un soutien, un parrainage, une publicité, une approbation, un agrément de Greenpeace (notamment d'un produit, d'une personne, d'une entreprise, d'un parti politique, d'un·e candidat·e à une élection) sans son autorisation préalable expresse est prohibée.

Toutes utilisations à des fins commerciales, ou à des fins autres que celles répondant aux objectifs de Greenpeace, du nom et/ou de la notoriété de Greenpeace constituent en outre des actes fautifs.

Contact : info.fr@greenpeace.org

Sommaire

Résumé	6
Les centrales nucléaires, vulnérables face aux conséquences du dérèglement climatique	6
Anticiper les risques, une faiblesse française quand il s'agit de nucléaire	10
Glossaire	12
Liste des abréviations	16
Table des illustrations	18
Introduction	19
Méthodologie	22
1. La vulnérabilité des centrales nucléaires au dérèglement climatique	23
1.1. Le contexte climatique : alerte rouge des scientifiques	23
A/ De la nécessité de comprendre le dérèglement climatique	23
B/ Le dérèglement climatique ne cesse de s'aggraver	25
1.2. Le niveau des océans va monter inexorablement	29
A/ Le phénomène d'augmentation du niveau de la mer	29
B/ Les conséquences de l'augmentation du niveau de la mer	30
C/ Les projections de la vitesse d'augmentation du niveau de la mer	31
1.3. Le dérèglement climatique affecte déjà les centrales nucléaires	35
A/ Les centrales nucléaires sont déjà vulnérables au dérèglement climatique	35
B/ Le changement climatique pose des problèmes d'exploitation et pourrait impacter la sûreté nucléaire	36
2. Gravelines : un site de relance du nucléaire à contresens de toute logique scientifique	38
2.1. Une zone exposée au risque de submersion	38
A/ La situation géographique de la centrale nucléaire de Gravelines	38
B/ Une projection des risques de submersion de la centrale de Gravelines à l'horizon 2100	43
C/ La centrale de Gravelines peu à peu ceinturée pour devenir « une île » en cas de submersion	45
2.2. Des risques de submersion sous-estimés	52
A/ Des calculs de risques basés sur des référentiels climatiques obsolètes ou non spécifiés	52
B/ Des marges de sécurité déterminées sans explication	54
C/ Une absence de projections du risque de submersion à l'horizon 2130	59
D/ La nécessité d'une analyse multifactorielle	62
E/ La méthodologie d'EDF : un plan pas si ADAPTé pour le futur	68
3. Une défaillance dans l'anticipation des risques par les acteurs et les institutions	73
3.1. Les lois et réglementations en retard sur l'urgence climatique	73
A/ Le processus de création d'installations nucléaires n'inclut pas les données climatiques suffisamment tôt	74

B/ Les insuffisances et omissions du Plan de Prévention des Risques Littoraux de Gravelines (PPRL)	76
3.2. Un manque de transparence autour du projet	81
3.3. L'impératif d'anticipation	83
A/ Le morcellement de l'évaluation des risques génère du danger	83
B/ La responsabilité des différents acteurs de la sûreté nucléaire pointée du doigt	85
C/ La maladaptation et le manque de vision à long terme	86
Conclusions	89
Recommandations	90
Annexes	92
→ Annexe 1 :	92
→ Annexe 2 :	92

Résumé

« Les conséquences du changement climatique vont affecter, et affectent déjà, à des degrés divers mais croissants, les réacteurs du parc actuel », déclarait Annie Podeur, présidente de la deuxième chambre de la Cour des comptes, à la Commission des finances du Sénat lors de la publication en mars 2023 du rapport intitulé *L'Adaptation au changement climatique du parc de réacteurs nucléaires*.

Ce rapport fait résonner la voix des scientifiques qui alertent sur les conséquences du dérèglement climatique, et notamment la montée du niveau de la mer. La filière nucléaire ne semble pas en prendre la mesure. Le projet EDF de construction de deux réacteurs nucléaires (EPR2) à Gravelines, au cœur d'une zone submersible, en est une illustration.

Les centrales nucléaires, vulnérables face aux conséquences du dérèglement climatique

Alors que le niveau de la mer a augmenté en moyenne de 16 cm depuis 1900, les observations montrent que son élévation s'accélère : de 1,4 mm/an au 21^e siècle, elle augmente aujourd'hui d'environ 4 mm/an¹. Cette montée des eaux est inquiétante pour les centrales nucléaires installées à proximité des côtes, représentant environ 41 % du parc mondial².

Gravelines, commune du département du Nord de la région Hauts-de-France, en bordure de la mer du Nord, est située au cœur du Delta de l'Aa, un territoire très plat de 100 000 hectares progressivement conquis sur la mer, entre Calais et Dunkerque.

¹ GIEC, « Ocean, Cryosphere and Sea Level Change » - sixième rapport du GIEC, 2021 www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter09.pdf

² Jordaan et al., « The Climate Vulnerabilities of Global Nuclear Power », *Global Environmental Politics*, 1 novembre 2019 https://doi.org/10.1162/glep_a_00527

Selon le site web Delta de l'Aa 2050 : « Globalement, toute la zone située entre la frontière belge, Saint-Omer, Calais et Dunkerque est située sous le niveau de la mer à marée haute, à l'exception des dunes et de quelques collines. »³

C'est sur cette **zone côtière basse exposée au risque de submersion marine qu'a été construite la centrale nucléaire de Gravelines**, sur ce qu'on appelle un polder, une terre asséchée artificiellement par un réseau très dense de canaux et protégée par un système d'endiguement.

La vulnérabilité particulière des côtes basses au changement climatique n'est pas seulement liée à leur faible altitude^{4,5,6,7}, elle est également associée à la forte anthropisation de ces espaces où les zones tampons de régulation des inondations et de protection naturelle contre l'érosion (marais maritimes, prairies inondables, dunes, etc.) ont bien souvent été détruites^{8,9}.

Le site de la centrale de Gravelines se situe dans un des territoires dits « à risque important d'inondation » (TRI) identifiés dans la cadre de la directive européenne n° 2007/60/CE du 23 octobre 2007 (dite « directive inondations »)¹⁰.

Le Centre d'études sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA), qui dépend du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, a annoncé la probable disparition future d'un certain nombre de

³ Site internet : Delta de l'Aa 2050, Répondre au défi climatique : <https://www.delta-aa-2050.fr/a-propos-1>

⁴ Caroline Rufin-Soler, Arnaud Héquette et Antoine Gardel, « Assessing the Vulnerability of Coastal Lowlands to Marine Flooding Using LiDAR Data, Sangatte Coastal Dunes, Northern France », *Zeitschrift Für Geomorphologie, Supplementary Issues*, 1 novembre 2008, 195-211. <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2008/0052S3-0195>

⁵ Arnaud Héquette, « Les risques naturels littoraux dans le Nord-Pas-de-Calais, France », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, n° Hors-série 8, 1 octobre 2010. <https://doi.org/10.4000/vertigo.10173>

⁶ Arnaud Héquette et al., « Cartographie prospective d'évolution du trait de côte et des risques de submersion dans le contexte du changement climatique : une méthode appliquée au littoral du nord de la France », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, n° Volume 22 Numéro 3, 6 décembre 2022, <https://doi.org/10.4000/vertigo.36442>

⁷ Adrien Crapoulet, *Évolution du trait de côte, bilans sédimentaires et évaluation des zones à risques sur le littoral du Nord-Pas-de-Calais : analyse multi-échelles par LiDAR aéroporté*, 2 septembre 2015. <https://lilloa.univ-lille.fr/handle/20.500.12210/72503>

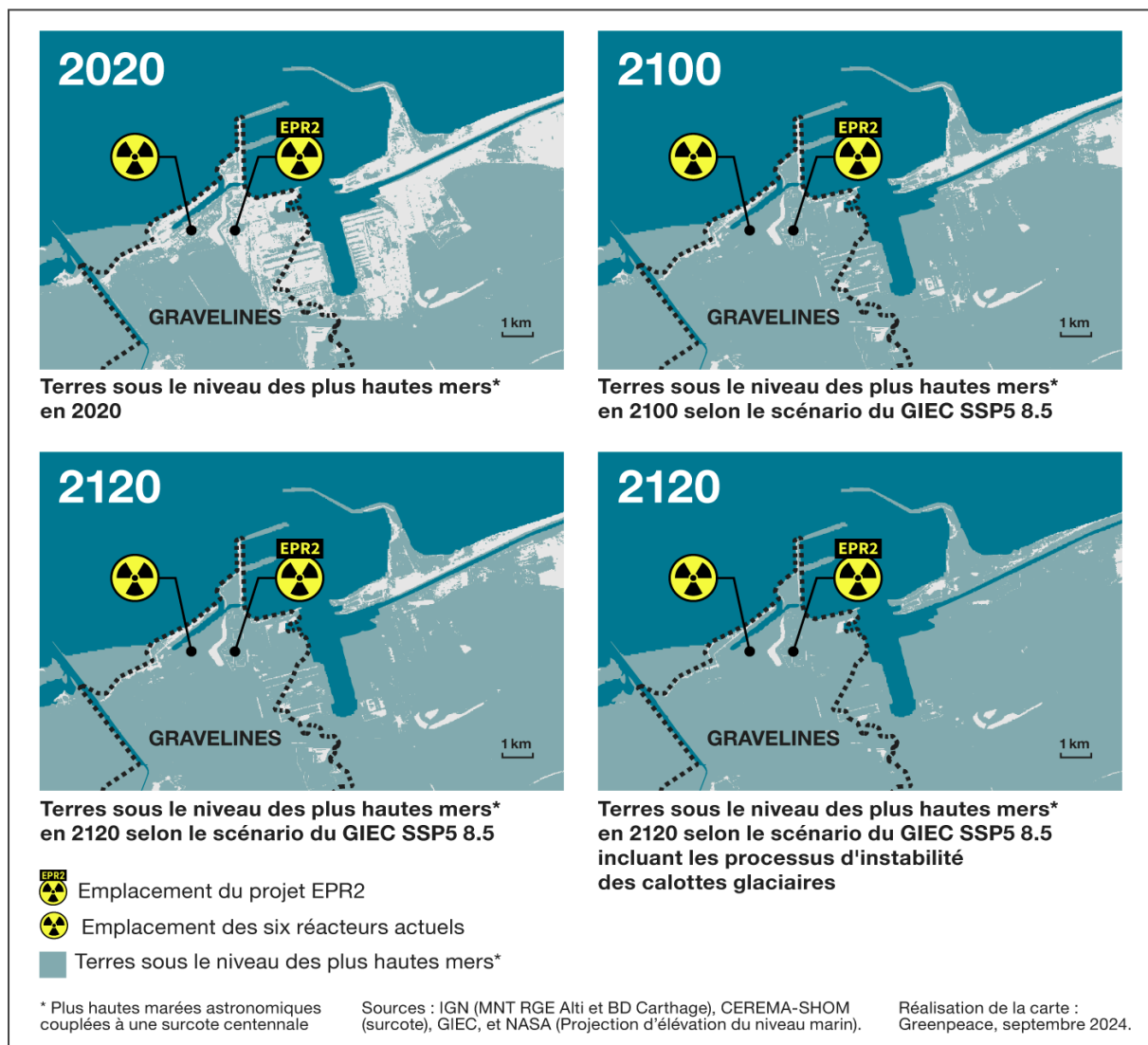
⁸ Susanne C. Moser, S. Jeffress Williams et Donald F. Boesch, « Wicked Challenges at Land's End: Managing Coastal Vulnerability Under Climate Change », *Annual Review of Environment and Resources* 37, n° Volume 37, 21 novembre 2012, : 51-78. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-021611-135158>

⁹ Katie K. Arkema et al., « Coastal Habitats Shield People and Property from Sea-Level Rise and Storms », *Nature Climate Change* 3, n° 10, octobre 2013: 913-18. <https://doi.org/10.1038/nclimate1944>

¹⁰ Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000523817>

terres et de maisons situées en bordure de littoral, sur la côte d'Opale¹¹. Cette étude illustre la teneur des enjeux à la fois pour la centrale nucléaire elle-même mais également pour ses éléments de vulnérabilité externes (alimentation électrique, voies d'accès, logements des employé·es, etc.)¹².

En fonction de différents scénarios du GIEC sur l'évolution de la montée du niveau de la mer, Greenpeace a réalisé plusieurs cartographies avec une projection de l'évolution des zones exposées au risque de submersion marine dans le secteur de la centrale de Gravelines.



↑ **Figure 4 du rapport : La centrale de Gravelines et son exposition au risque de submersion**

¹¹ Cerema, Connaissance du trait de côte. www.cerema.fr

¹² Matthieu Darriet, *Erosion du trait de côte : plus de 99.000 logements voués à disparaître d'ici 2100, dans le Nord-Pas-de-Calais ?*, Ici par France Bleu et France 3, avril 2024. www.francebleu.fr/infos/environnement/erosion-du-trait-de-cote-plus-de-99-000-logements-voues-a-disparaitre-d-ici-2100-dans-le-nord-pas-de-calais-7749027

En 2100, l'ensemble du site de la centrale de Gravelines peut se retrouver temporairement – au moment des marées hautes (PHMA) et dans les conditions d'une surcote centennale – sous le niveau de la mer. Elle sera particulièrement exposée en cas d'événement climatique extrême et de surcote, faisant uniquement peser sa protection sur la robustesse et le bon dimensionnement des murs et des digues qui l'entourent.

En cas de situation extrême, l'objectif vital pour la centrale est de garantir l'évacuation de l'électricité produite et le refroidissement des réacteurs nucléaires pour éviter une fusion des cœurs et le dégagement de matières radioactives dans l'atmosphère et l'eau.

Mais combien de temps la sûreté de la centrale de Gravelines peut-elle être assurée si celle-ci devient une île ? Les dispositifs évoqués plus hauts peuvent-ils suffire ? Qu'en est-il d'une conjonction d'événements météorologiques extrêmes dans une région déjà soumise à un risque d'inondation important aussi bien par submersion marine que par crue fluviale et remontée de nappe phréatique, qui tend à augmenter avec l'aggravation du dérèglement climatique et la hausse du niveau marin ?

Anticiper les risques, une faiblesse française quand il s'agit de nucléaire

En France, si les incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement font partie des éléments devant figurer dans les études d'impact¹³, le dérèglement climatique et ses effets dans le processus d'autorisation de création de centrales nucléaires ont été expressément pris en compte dans la loi d'accélération du nucléaire, soit depuis un peu plus d'un an seulement¹⁴. Pourtant, le processus global d'autorisations de construction de tels projets et le schéma de pensée qui le sous-tend n'a pas évolué à la mesure de la menace croissante que fait peser l'aggravation du dérèglement climatique sur nos sociétés.

¹³ Selon l'article R122-5 du Code de l'environnement

¹⁴ Article L. 593-7 du Code de l'environnement

La demande d'autorisation de création de l'exploitant arrive tardivement dans le processus de déploiement d'un tel projet d'infrastructure. Dès son dépôt, des investissements d'ampleur ont déjà été engagés, et se poursuivent tout au long de l'instruction de la demande (études d'ingénierie pour la conception des réacteurs nucléaires, commandes onéreuses de matériel, travaux de terrassement et de préparation du terrain pouvant être autorisés avant l'autorisation de création de l'installation nucléaire, etc.).

Greenpeace considère que des études de la vulnérabilité aux impacts du dérèglement climatique devraient être exigées et rendues publiques le plus en amont possible du processus, dès que le projet est envisagé, et avant toute mobilisation de ressource et investissement économique. Ces études devraient être un prérequis pour la tenue des consultations citoyennes, des réflexions des industriels et des institutions, pour permettre une décision éclairée sur la concrétisation ou non de ces projets.

Face aux risques pour les populations et l'environnement, Greenpeace exhorte les acteurs de la sûreté nucléaire et de la filière nucléaire à faire preuve de lucidité et à sortir de processus obsolètes au regard de l'avancée de la crise climatique.

Il est encore temps d'arrêter le projet de construction de deux réacteurs EPR2 à Gravelines, pour ne pas ajouter un nouveau risque nucléaire aux risques d'inondations de la zone, déjà exposée à la submersion alors que le niveau de la mer monte inexorablement.

Selon Valérie Masson-Delmotte : « La réponse à la montée du niveau de la mer demande une planification à très long terme. **Les deux seules choses qui empêchent les risques, c'est de ne pas construire dans les zones qui seront soumises aux risques littoraux, et le repli planifié. Le reste ne fait que faire gagner un peu de temps.** »¹⁵

Mots clés :

Vulnérabilité, Gravelines, Risque de submersion, PPRL, Nucléaire, Climat

¹⁵ Valérie Masson-Delmotte, Greenletter club #104, *Un climat qui s'emballe ?* Valérie Masson-Delmotte - GIEC. Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=UXVS9e9le90>

Glossaire

Aa	L'Aa est un fleuve côtier français du nord de la France, dans la région Hauts-de-France, qui se jette dans la mer du Nord.
Accrétion	Avancée de la terre sur la mer sous l'effet d'une accumulation de sédiments.
Banquise	Également appelée glace de mer, la banquise est une couche de glace formée à la surface de la mer par congélation d'eau salée.
BRGM	Bureau de recherche géologiques et minières. Service géologique national, le BRGM est l'établissement public de référence dans les applications des sciences de la Terre pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol.
Calotte glaciaire	Glacier d'eau douce très étendu (jusqu'à 3000 m d'épaisseur) qui recouvre en grande partie le Groenland et le continent Antarctique. Ces calottes se sont formées par accumulation de neige sur de très longues périodes et s'apparentent en quelque sorte à des glaciers géants de glace non salée ¹⁶ .
CMS	La Cote majorée de sécurité définit le niveau d'eau extrême susceptible d'être atteint en bordure du site et en fonction duquel doivent être mises en oeuvre les protections appropriées d'une installation nucléaire ¹⁷ .
Cryosphère	La cryosphère définit tout ce qui est gelé sur la planète, c'est-à-dire toutes les régions de neige et de glace de la Terre. Elle comprend les glaciers, la neige, le permafrost, la banquise sur les océans et les calottes glacières. Certaines parties de la cryosphère réagissant vite au dérèglement climatique, cette caractéristique fait de la cryosphère un baromètre visible du climat.
Delta	Lieu où un fleuve se jette dans la mer. Plus précisément, un delta est un type d'embouchure fluviale caractérisé par un fort alluvionnement. L'effet de pente, devenu très faible, n'est

¹⁶ Météo France, *Quelle est la différence entre la banquise et la calotte glaciaire ?*, mars 2020.

meteofrance.com/magazine/meteo-questions/quelle-est-la-difference-entre-la-banquise-et-la-calotte-glaciaire

¹⁷ IRSN, *L'aléa Inondation - État de l'art préalable à l'élaboration du guide inondation pour les installations nucléaires*, novembre 2013. <https://www.irsn.fr/rapport-dexpertise/lalea-inondation-etat-de-lart-prealable-lelaboration-du-guide-inondation-pour#:~:text=%C3%80%20cette%20fin%2C%20elle%20d%C3%A9finissait,appropri%C3%A9es%20de%20l'installation%20nucl%C3%A9aire>

	plus suffisant pour entraîner au large les apports sédimentaires fluviaux. Il s'agit souvent d'une zone où se déposent des alluvions, ce qui divise le fleuve en plusieurs bras.
Effet falaise	L'« effet falaise » est une altération brutale du fonctionnement normal d'une installation, que suffit à provoquer une légère modification du scénario envisagé pour un accident dont les conséquences sont alors fortement aggravées.
EPR2	Evolutionary Pressurized Reactor 2 L'EPR2 est une nouvelle version modifiée de l'EPR avec une conception de l'installation simplifiée qui vise à tenir compte des retours d'expérience des chantiers existants de l'EPR de Flamanville et de l'accident de la centrale de Fukushima-Daiichi.
Inondation	L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors de l'eau. On distingue différents types d'inondation comme la crue ou débordement de cours d'eau, le ruissellement, la submersion marine, la remontée de nappe phréatique, la rupture d'ouvrage, le débordement de lac, la rupture de poche glaciaire, le débordement de réseaux d'eaux pluviales, etc.
Maladaptation	La maladaptation désigne un changement opéré dans les systèmes naturels ou humains qui font face au changement climatique et qui conduit (de manière non intentionnelle) à augmenter la vulnérabilité au lieu de la réduire ¹⁸ .
Marégraphe	Appareil enregistrant la hauteur des marées.
NGF	Nivellement général de la France. Il constitue un réseau de repères altimétriques répartis sur toute la France métropolitaine.
Niveau zéro	Le niveau zéro ou zéro altimétrique du système de référence est défini à partir d'une mesure du niveau marin moyen. En France continentale, le marégraphe de Marseille sert de référence pour situer le point zéro du système altimétrique IGN69.
Permafrost	Sol gelé dont la température se maintient en dessous de zéro pendant deux années consécutives. Il occupe 23 % des terres

¹⁸ <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/adaptation-france-changement-climatique>

	de l'hémisphère Nord, notamment en Russie, au Canada et en Alaska.
Plaine côtière	Une plaine côtière ou plaine littorale est un espace géographique plat, peu pentu et de basse altitude, situé à proximité du littoral.
PHMA	Plus hautes mers astronomiques : niveau le plus haut théoriquement atteint par les eaux à marée haute et en situation de coefficient de marée 120 (c'est le plus grand coefficient de marée, quand le Soleil, la Terre et la Lune sont alignés à la pleine lune) ou haute mer astronomique extrême, en dehors de perturbations atmosphériques (au-dessus de ce niveau s'ajoutent les surcotes atmosphériques et l'agitation des vagues).
Polder	Étendue de terres située sous le niveau de la mer, asséchée artificiellement par un réseau de canaux et un système d'endiguement.
PPRL	Le Plan de prévention des risques littoraux est un cas particulier du Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN). C'est un outil de gestion des risques naturels qui cartographie les risques de submersion marine et qui réglemente l'urbanisation dans les zones exposées ¹⁹ .
Puits carbone	Désigne le processus qui extrait les gaz à effet de serre de l'atmosphère, soit en les détruisant par des procédés chimiques, soit en les stockant sous une autre forme. Exemple : le dioxyde de carbone est souvent stocké dans l'eau des océans, les végétaux ou les sous-sols.
Satellites altimétriques	Les satellites altimétriques permettent de mesurer l'évolution de la hauteur de la surface des océans.
SEVESO	Une entreprise Seveso a une activité liée à la manipulation, la fabrication, l'emploi ou le stockage de substances dangereuses (par ex. : raffineries, sites (pétro)chimiques, dépôts pétroliers ou encore dépôts d'explosifs). Cette classification répond à des critères spécifiques définis dans la directive Seveso révisée en 2012 ²⁰ .
SHOM	Service hydrographique et océanographique de la Marine. Cet établissement public à caractère administratif français, placé sous la tutelle du ministère des Armées, a pour mission de

¹⁹ <https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/34285/243402/file/Poster-1.pdf>

²⁰ <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/risques-technologiques-directive-seveso-loi-risques>

	connaître et décrire l'environnement physique marin et d'en prévoir l'évolution. À ce titre, il assure la constitution de bases de données maritimes et littorales de référence pour de nombreux thèmes : profondeur des fonds marins, épaves, courants, température de l'eau, salinité, nature des fonds, etc.
Submersion marine	La submersion marine désigne une inondation temporaire de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques extrêmes.
Surcote	Une surcote marine est une élévation des eaux marines liée aux conditions atmosphériques qui dépasse le niveau astronomique théorique (celui déterminé par la marée et donc les astres).
SSP	Les scénarios SSP (Shared Socioeconomic Pathways) illustrent différents développements socio-économiques en lien avec les différentes trajectoires des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Cinq récits décrivant différentes voies de développement de la société ont été conçus et constituent la base des scénarios dits SSP ²¹ .
Trait de côte	Limite entre la terre et la mer.
Wateringues	« Cercles d'eau », nom donné dans le delta de l'Aa au système d'évacuation des eaux douces dans la mer aux Pays-Bas, en Belgique et en France.
Zones exposées au risque de submersion	Zones présentant un risque accru de submersion du fait de la topographie et de leur proximité avec la mer. Leur submersion effective dépend de nombreux facteurs : cordons dunaires, aménagements de protection, érosion, cinétique de la croûte terrestre, etc.

²¹ DRIAS, *Les scénarios SSP*, Site consulté le 4 septembre 2024. www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/339

Liste des abréviations

Ae	Autorité environnementale
AMAP	Arctic Monitoring and Assessment Programme
CEA	Commissariat à l'énergie atomique
CNES	Centre national d'études spatiales
COP	Conference of Parties - Conférence internationale sur le climat
DAC	Demande d'autorisation de création
EDF	Electricité de France
EGMS	European Ground Motion Service
ESA	European Spatial Agency
FARN	Force d'action rapide nucléaire
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
HCC	Haut conseil pour le climat
ICCI	International Cryosphere Climate Initiative
INA	Institut national de l'audiovisuel
INES	Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques
IPSL	Institut Pierre-Simon Laplace (Sciences du climat)
IRD	Institut de recherche pour le développement

MET britannique	Service national britannique de météorologie
NASA	National Aeronautics and Space Administration. L'agence fédérale responsable de la majeure partie du programme spatial civil des États-Unis.
OMM	Organisation météorologique mondiale
PNACC	Plan national d'adaptation au changement climatique
PPINO	Protection périphérique contre l'inondation installée à la centrale de Gravelines
PPRN	Prévention des risques naturels prévisibles
SFEC	Stratégie française énergie climat
TRI	Territoires à risque important d'inondation

Table des illustrations

Figure 1	Températures moyennes mondiales les plus élevées, Copernicus Climate Change Service, juillet 2024	P. 25
Figure 2	Vue d'architecte de la centrale de Gravelines avec une modélisation des deux réacteurs EPR2 en projet, EDF, 2024	P. 40
Figure 3	Zones du delta de l'Aa sous le niveau des plus hautes marées (PHMA) et infrastructures liées au fonctionnement de la centrale nucléaire de Gravelines. Sources : Géolittoral, Open data réseaux énergies, Route 500 des Géoservices de l'IGN, BD Carthage de l'IGN et des Agences de l'eau sources. Réalisation de la carte : Greenpeace, septembre 2024.	P. 41
Figure 4	La centrale de Gravelines et son exposition au risque de submersion. Sources : IGN, CEREMA-SHOM, GIEC, et NASA. Réalisation de la carte : Greenpeace, septembre 2024.	P. 43
Figure 5	La protection périphérique contre l'inondation de la centrale de Gravelines, EDF, date inconnue	P. 45
Figure 6	Bordure de palplanches d'une hauteur de 4 m d'après EDF ²²	P. 46
Figure 7	Photo - Les portes étanches permettant d'isoler les parkings attenants à la centrale nucléaire de Gravelines en cas de submersion marine. @Greenpeace	P. 46
Figure 8	Profil de coupe schématique de la centrale de Gravelines actuelle, ses infrastructures de protection côtières, et différents niveaux d'eau (actuel et en 2120). Sources : données du GIEC, SHOM et NASA). Réalisation de la carte : Greenpeace, septembre 2024.	P. 48

²² EDF, *La protection périphérique contre l'inondation (ppino) de la centrale de gravelines*, document non daté. www.edf.fr/sites/groupe/files/contrib/groupe-edf/producteur-industriel/carte-des-implantations/centrale-gravelines/visitez-la-centrale/PPINO/fiches_presse_-_ope_presse_ppino.pdf

Figure 9	Extrait du sixième rapport du GIEC basé sur des données de 2021 montrant les scénarios d'évolution du niveau de la mer à l'échelle globale par rapport à 1900. Source : GIEC, 2021	P. 52
Figure 10	Événements extrêmes liés au niveau de la mer, graphique SPM-4, GIEC	P. 55
Figure 11	Figure 4.12 (les facteurs de multiplication des événements extrêmes) du rapport du GIEC sur <i>les océans et la cryosphère dans un climat qui change</i> .	P. 56
Figure 12	Aperçu de la cartographie interactive European ground motion service (EGMS) de l'Agence spatiale européenne dans le secteur de Gravelines avec sélection aléatoire d'un point de mesure. Source : EGMS, août 2024.	P. 66
Figure 13	Extrait du dossier des maîtres d'ouvrages, Gravelines - Projet de construction d'une paire de réacteurs EPR2, p. 34	P. 69
Figure 14	Extrait du compte-rendu portant sur les recommandations de la Commission nationale de débat public (CNDP) suite au débat sur le projet de Penly	P. 79

Introduction

« Les conséquences du changement climatique vont affecter, et affectent déjà, à des degrés divers mais croissants, les réacteurs du parc actuel », ²³ déclarait Annie Podeur, présidente de la deuxième chambre de la Cour des comptes, à la Commission des finances du Sénat lors de la publication en mars 2023 du rapport intitulé *L'Adaptation au changement climatique du parc de réacteurs nucléaires* ²⁴.

Alors que le président de la République, Emmanuel Macron, érige la construction de nouveaux réacteurs nucléaires en solution indispensable pour le climat, différentes études illustrent leur vulnérabilité face aux impacts du dérèglement climatique (multiplication d'événements climatiques extrêmes, canicules, sécheresses, augmentation du niveau des mers...). La Cour des comptes pointe également l'absence d'anticipation de l'industrie et des pouvoirs publics dans la prise en compte des risques induits par le dérèglement climatique qui seraient les plus impactants pour les centrales. Le risque de submersion, en particulier, est sous-estimé alors qu'il est accentué par l'intensification des événements climatiques extrêmes pour les centrales situées en bord de mer.

Pour l'heure, ni l'industrie nucléaire ni les institutions publiques n'ont communiqué d'études basées sur les dernières connaissances scientifiques qui analyseraient les risques de submersion pour les nouveaux réacteurs en bord de mer, jusqu'à fin de leur démantèlement à l'horizon 2130 - 2150.

Pourtant, en restant sur la trajectoire actuelle d'émissions de gaz à effet de serre, des scientifiques évoquent une montée globale du niveau de la mer qui pourrait atteindre un mètre avant la fin du siècle. Des scénarios plus graves impliquant l'accélération de la fonte des calottes glaciaires de l'Antarctique et du Groenland sont également mis en avant par le GIEC.

La décision de construire de nouveaux réacteurs génère un risque d'accident nucléaire inhérent à cette technologie. Ce risque pour la population sera d'autant

²³ Perrine Mouterde, « Réchauffement climatique : le nucléaire appelé à s'adapter au manque d'eau », *Le Monde*, 22 mars 2023. https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/03/22/rechauffement-climatique-le-nucleaire-appelle-a-s-adapter-au-manque-d-eau_6166598_3244.html

²⁴ Cour des Comptes, *L'adaptation des parcs nucléaire et hydro-électrique au changement climatique*, mars 2023. https://www.ccomptes.fr/system/files/2023-03/20230321-Adaptation-du-parc-de-reacteurs-nucleaires-au-changement-climatique_0.pdf

plus grand si les risques n'ont pas été évalués correctement, c'est-à-dire en prenant en compte le dérèglement climatique.

Dans le cadre de son étude de la vulnérabilité des nouveaux réacteurs nucléaires au dérèglement climatique, Greenpeace a questionné la direction générale de Prévention des risques qui l'a renvoyée vers l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), laquelle a indiqué que cela relevait du dossier de demande d'autorisation de création d'EDF, qui, pour Penly, devait encore être complété notamment sur les aléas climatiques. À l'heure où le dérèglement climatique s'aggrave de plus en plus vite, Greenpeace s'inquiète du fait que l'étude de la vulnérabilité de l'industrie au dérèglement climatique – et sa communication au public – ne soient pas les conditions préalables sine qua non à l'engagement des réflexions sur le déploiement d'un tel projet d'infrastructure.

Ce rapport explore la question de la vulnérabilité des centrales nucléaires en bord de mer aux risques de submersion dans le contexte actuel d'aggravation du dérèglement climatique. Il se focalise sur le site de Gravelines choisi par EDF pour accueillir une paire de réacteurs nucléaires de modèle EPR2 alors qu'il se trouve d'ores et déjà au cœur d'une zone submersible.

La première partie du rapport dresse un rappel du contexte climatique, avec une explication du phénomène de montée du niveau de la mer, et fait l'état des lieux des projections des scientifiques en la matière.

La deuxième partie étudie la zone géographique de la centrale nucléaire de Gravelines. Située sur un polder dans le delta de l'Aa, elle est exposée au risque de submersion. Les ouvrages de protection mis en place par EDF face à ce risque seront présentés ainsi que leurs limites. L'impréparation de l'entreprise dans ce domaine, à commencer par la prise en compte insuffisante du risque d'isolation de la centrale, sera mise en évidence.

La troisième partie explore le défaut d'anticipation de ces risques par les acteurs de la filière nucléaire et les institutions garantes de la sûreté nucléaire et de la protection de la population et de l'environnement. Enfin, le manque de vision à long terme pouvant entraîner des maladaptations au dérèglement climatique sera analysé.

Méthodologie

Une analyse cartographique des zones exposées au risque de submersion marine dans le secteur de Gravelines et suivant les scénarios d'élévation du niveau marins établis par le GIEC a été réalisée dans le cadre de cette étude. La méthodologie et les données employées pour produire cette analyse sont présentées en annexe 1 du rapport.

Ce rapport a été rédigé à partir des sources suivantes :

- Études et organismes scientifiques : GIEC, DRIAS, Programme d'observation de la Terre de l'Union européenne, Service Copernicus concernant le changement climatique (C3S), International Cyropshere Climate Initiative, Revue Science, The Conversation.
- Rapports d'organisations internationales : Organisation météorologique mondiale, OCDE, Nuclear energy Agency.
- Rapports d'institutions publiques : Autorité environnementale, Haut Conseil pour le climat, ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, Autorité de sûreté nucléaire, Cour des comptes, IRSN, CEA, CLI Gravelines, Site internet du Delta de l'Aa, CNDP, Sénat, Institut de recherche pour le développement, CEREMA.
- Textes de loi.
- Rapports et publications d'organisations non-gouvernementales comme Greenpeace, le Réseau Action Climat, Global Chance.
- Rapports de recherche et études de think tanks ou de médias spécialisés, dont Berkeley Earth, Institut de Relations Internationales et Stratégiques.
- Articles de presse.
- Entreprises : EDF, RTE.
- Interviews de scientifiques enregistrées dans des podcasts : Podcast Limit, Greenletter Club.
- Autres sources : Nuclear Consulting Group.

1. La vulnérabilité des centrales nucléaires au dérèglement climatique

1.1. Le contexte climatique : alerte rouge des scientifiques

A/ De la nécessité de comprendre le dérèglement climatique

L'aggravation du dérèglement climatique entraîne la multiplication et l'intensification des événements climatiques extrêmes comme les vagues de sécheresse, les tempêtes, les canicules, les incendies, les inondations, la fonte des glaces, la montée du niveau de la mer... L'avenir de l'humanité est d'ores et déjà impacté par l'état actuel du réchauffement de la planète.

L'atténuation et l'adaptation au dérèglement climatique sont des objectifs affichés par de nombreux pays, dont la France. L'atténuation est l'ensemble des actions qui s'attaquent aux causes du dérèglement climatique pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et renforcer les puits de carbone. L'adaptation est l'ajustement au dérèglement climatique pour réduire les conséquences des changements climatiques sur les populations et les systèmes naturels.

Dans ce contexte climatique, la question qui devrait être posée avant toute construction de nouvelle infrastructure ayant une durée de vie longue (un siècle pour les réacteurs nucléaires) est la suivante : cette infrastructure permettra-t-elle l'atténuation, c'est-à-dire la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les

prochaines années²⁵, et permettra-t-elle l'adaptation de notre société aux impacts du dérèglement climatique ? Ces réacteurs sont-ils eux-mêmes adaptés pour fonctionner jusqu'à la fin de leur durée de vie dans un tel contexte climatique ?

Le sujet de l'énergie nucléaire comme outil d'atténuation ne sera pas évoqué dans ce rapport, Greenpeace ayant déjà publié un rapport sur le sujet en 2023²⁶. Concernant la question de l'adaptation, qui devrait précéder le choix des sites d'implantation de nouveaux réacteurs, **aucune étude d'impact environnemental incluant une analyse de la vulnérabilité de nouveaux réacteurs nucléaires aux impacts du dérèglement climatique n'a, à ce jour, été communiquée par EDF.**

Dans son avis de novembre 2023 sur l'implantation de deux EPR2 et leurs raccordements électriques sur le site de Penly (76)²⁷, l'Autorité environnementale (Ae) regrette que : « De fait, aucune analyse environnementale n'a présidé au choix du site de Penly et des sites retenus a priori pour les éventuelles futures constructions d'EPR2. L'Ae considère que l'analyse à la fois technique et environnementale du choix du réacteur nucléaire et des sites possibles d'implantation des six premiers réacteurs EPR2, voire des suivants, devrait s'inscrire dans un plan soumis à évaluation environnementale. » L'Ae déplore le fait que « l'analyse des variantes sera effectuée postérieurement à l'éventuelle décision d'autorisation environnementale, ce qui est incohérent et en décalage avec le code de l'environnement ».

Elle recommande « à l'État de faire diligence pour adopter dans le bon ordre les textes législatifs et réglementaires qui, s'appuyant sur des évaluations environnementales, incluant la participation du public à la décision et impliquant le Parlement, fournissent le cadre des grands choix de politique énergétique en général et nucléaire en particulier ».

²⁵ Greenpeace, *Engager la France sur une trajectoire climatique +1,5 °C Quels objectifs climatiques la France doit-elle adopter pour être sur une trajectoire compatible avec un réchauffement climatique limité à +1,5 °C ?*, Juillet 2023. <https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2023/07/Engager-la-France-sur-une-trajectoire-climatique-1.5%C2%B0C-1.pdf>

²⁶ Greenpeace, *Diversions Climatique : le mauvais choix de la relance du nucléaire*, septembre 2023. <https://www.greenpeace.fr/diversion-climatique-le-mauvais-choix-de-la-relance-du-nucleaire/>

²⁷ Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur l'implantation de deux EPR2 et leurs raccordements électriques, Avis délibéré n° 2023- 89 adopté lors de la séance du 9 novembre 2023, p.15. https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/231109_epr2_penly_delibere_cle2fda58.pdf

Alors comment savoir si de telles infrastructures sont adaptées au contexte climatique actuel et futur et permettront de réduire la vulnérabilité des populations et des systèmes naturels face aux changements climatiques ? Le risque d'accident inhérent aux centrales nucléaires va pourtant bien s'ajouter à un contexte climatique qui crée déjà des bouleversements sans précédent.

Pour mener ces études, encore faut-il savoir de quoi on parle : que signifie le dérèglement climatique aujourd'hui ? À quels impacts devront faire face nos sociétés dans les prochaines décennies ?

B/ Le dérèglement climatique ne cesse de s'aggraver

D'un point de vue météorologique, les mois de juin à décembre 2023 ont dépassé les records mensuels précédents. Dans son rapport intitulé *State of the Global Climate 2023*, l'Organisation météorologique mondiale (OMM), s'appuyant sur le travail des plus grands instituts (NASA, le MET britannique, Berkeley Earth²⁸...), a confirmé que : « 2023 est de loin l'année la plus chaude jamais enregistrée²⁹, au sein de la décennie la plus chaude³⁰ ». Elle a été marquée par un cortège d'événements extrêmes, meurtriers, frappant tous les continents³¹. Durant cette année 2023, la moyenne des températures mondiales a dépassé celle de l'ère préindustrielle de 1,45 °C, ce qui est pour l'OMM « tout un symbole car l'accord de Paris vise à contenir l'augmentation à 1,5 °C »³².

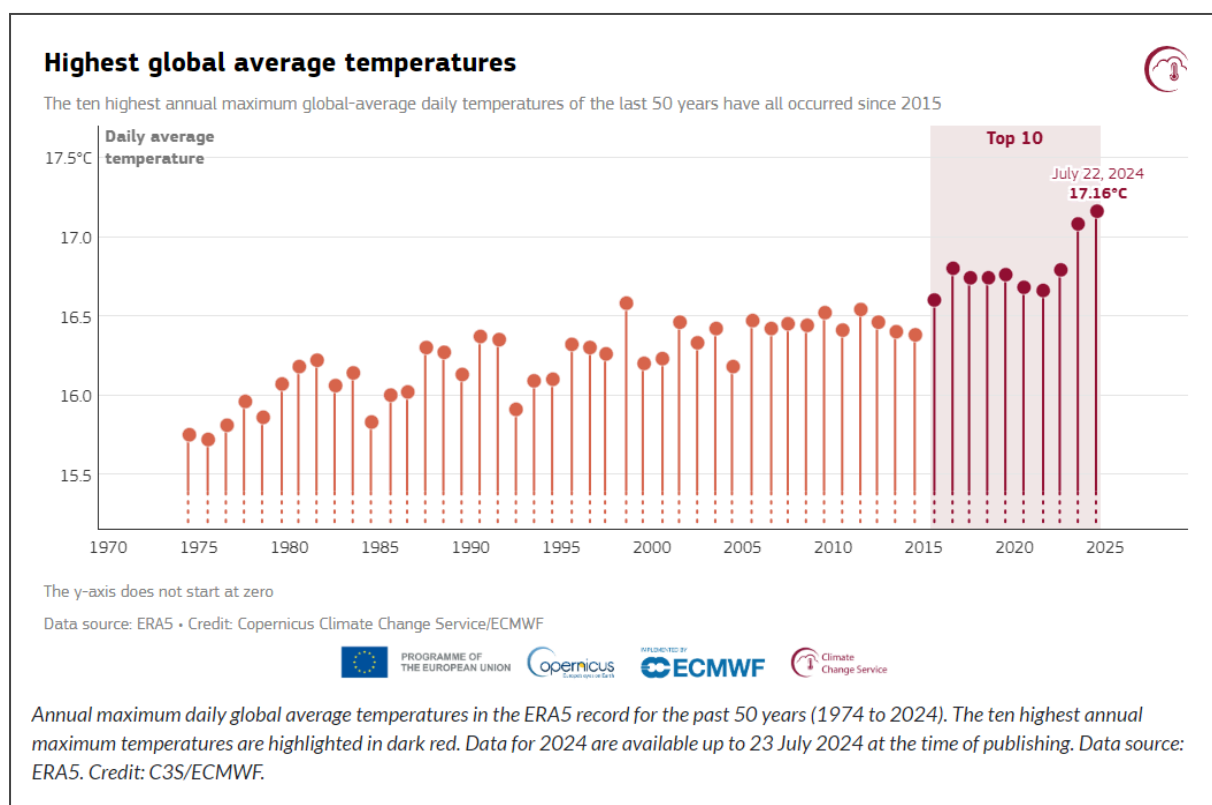
²⁸ Robert Rohde, *Global Temperature Report for 2023*, Berkeley Earth, janvier 2024.
<https://berkeleyearth.org/global-temperature-report-for-2023/>

²⁹ Organisation Météorologique Mondiale, *State of the Global Climate 2023*, mars 2024.
<https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2023>

³⁰ Les décodeurs, « Neuf indicateurs pour mesurer l'urgence climatique », *Le Monde*, consulté en août 2024.
https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2023/04/28/neuf-indicateurs-pour-mesurer-l-urgence-climatique_6148399_4355771.html

³¹ Matthieu Goar, « 2023, année la plus chaude : des températures hors norme qui préfigurent l'avenir », *Le Monde*, 12 janvier 2024 https://www.lemonde.fr/planete/article/2024/01/12/2023-annee-la-plus-chaude-des-temperatures-hors-norme-qui-prefigurent-l-avenir_6210496_3244.html

³² *Id.*



↑ **Figure 1 : Températures moyennes mondiales les plus élevées**

Ce graphique montre que les dix années les plus chaudes de ces cinquante dernières années ont toutes été enregistrées depuis 2015.

Le service européen sur le changement climatique Copernicus a annoncé que l'été 2024 était le plus chaud jamais enregistré dans le monde³³. Zeke Hausfather, climatologue à l'institut Berkeley Earth indique qu'il est de plus en plus probable que 2024 soit l'année la plus chaude jamais enregistrée.

³³ Audrey Garric, « L'été 2024 est le plus chaud jamais enregistré dans le monde », *Le Monde*, septembre 2024. https://www.lemonde.fr/planete/article/2024/09/06/l-ete-2024-est-le-plus-chaud-jamais-enregistre-dans-le-monde_6305244_3244.html#:~:text=Mais%2C%20au%20niveau%20mondial%2C%20la

Cet été, le journal *Le Monde* citait les travaux³⁴ d'une équipe de chercheurs révélant la chute massive des puits de carbone terrestres (forêts et sols) en 2023³⁵ qui n'auraient « que très peu capté de CO₂, sous l'effet de gigantesques incendies et de sécheresses longues et répétées ». Les chercheurs alertent sur le risque « d'une augmentation rapide du CO₂ et du changement climatique au-delà de ce que prévoient les modèles » si le déclin des puits de carbone se poursuivait³⁶. Cette étude résonne avec le rapport annuel 2023 du Haut Conseil pour le Climat (HCC) qui pointe la surestimation de la contribution des puits de carbone dans l'atteinte des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre en France : « Les puits de carbone ont stocké deux fois moins de carbone que ce qui était prévu dans la Stratégie nationale bas carbone (SNBC) sur la période 2019-2021. Il semble désormais peu envisageable que les objectifs 2030 de la SNBC soient atteints. »³⁷

En résumé, les scientifiques constatent que **l'aggravation du dérèglement climatique est pire que dans leurs prévisions, et certains facteurs d'atténuation** comme les puits de carbone sur lesquels on comptait pour absorber des gaz à effet de serre et réduire leur taux dans l'atmosphère **vont être moins efficaces qu'escompté**.

Le climat s'emballe alors que les États du monde entier se sont engagés lors de la COP21 en 2015 à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre pour limiter au maximum l'augmentation de la température de la Terre. Pourtant, aujourd'hui, le compte n'y est pas. Antonio Guterres, secrétaire général de l'Organisation des Nations unies (ONU), enchaîne les avertissements « 2023 n'était qu'un aperçu des catastrophes qui nous attendent si nous n'agissons pas maintenant ». Il a qualifié le dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

³⁴ *Low latency carbon budget analysis reveals a large decline of the land carbon sink in 2023*, v1, Piyu Ke, Philippe Ciais, Stephen Sitch, Wei Li, Ana Bastos, Zhu Liu, Yidi Xu, Xiaofan Gui, Jiang Bian, Daniel S. Goll, Yi Xi, Wanjiang Li, Michael O'Sullivan, Jeffeson Goncalves de Souza, Pierre Friedlingstein, Frédéric Chevallier. <https://arxiv.org/pdf/2407.12447>

³⁵ Audrey Garric, « Les puits de carbone terrestres se sont effondrés en 2023 », *Le Monde*, 30 juillet 2024

Les puits terrestres ont seulement absorbé entre 1,5 milliard et 2,6 milliards de tonnes de CO₂ en 2023, loin derrière les 9,5 milliards de tonnes de CO₂ de 2022, ou les 7,3 milliards de tonnes de CO₂ en moyenne chaque année sur la dernière décennie. https://www.lemonde.fr/planete/article/2024/07/30/les-puits-de-carbone-terrestre-s-se-sont-effondres-en-2023_6261489_3244.html

³⁶ *Id.*

³⁷ Haut Conseil pour le Climat, *Acter l'urgence Engager les moyens, Rapport annuel du HCC - version Grand Public*, juin 2023, p. 13. www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2023/10/HCC_Rapport_GP_2023_VF_cor-1.pdf

(GIEC) d'« alerte rouge pour l'humanité »³⁸. Publié en 2022, avec une synthèse en 2023³⁹, ses résultats sont sans appel : les conséquences du dérèglement climatique seront plus ou moins dévastatrices en fonction des choix socio-économiques faits par les décideurs politiques et économiques du monde entier.

À la sortie de ce rapport du GIEC, le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires actait sur son site web : « Le 6^e rapport d'évaluation du GIEC atteste d'une augmentation des risques (vagues de chaleur, précipitations extrêmes, sécheresses, fonte de la cryosphère, changement du comportement de nombreuses espèces...) pour un même niveau de réchauffement par rapport au 5^e rapport d'évaluation de 2014. »⁴⁰

Sans efforts d'atténuation supplémentaires, la trajectoire mondiale des émissions de gaz à effet de serre mène aujourd'hui à une élévation de la température de la planète de 3,2 °C à la fin du siècle, par rapport à l'ère pré-industrielle⁴¹. Cette projection entraînerait des bouleversements vertigineux dans nos vies quotidiennes avec des conséquences humanitaires tragiques.

³⁸ Nations Unies - Centre régional d'information pour l'Europe Occidentale, António Guterres « Le rapport d'experts du climat est une alerte rouge pour l'humanité. »

<https://unric.org/fr/antonio-guterres-le-rapport-dexperts-du-climat-est-une-alerte-rouge-pour-lhumanite/>

³⁹ GIEC, *sixth assessment report cycle*, 2023. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>

⁴⁰ Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, *Publication du 6e rapport de synthèse du GIEC*, 20 mars 2023. <https://www.ecologie.gouv.fr/actualites/publication-du-6e-rapport-synthese-du-giec#:~:text=L%206e%20rapport%20d,rapport%20d'%C3%A9valuation%20de%202014.>

⁴¹ Réseau Action Climat, *LA COP28, À L'ÈRE DE L'ÉBULLITION CLIMATIQUE*, Dossier de presse, novembre 2023 <https://reseauactionclimat.org/wp-content/uploads/2023/11/dp-cop28-v6-web.pdf>

1.2. Le niveau des océans va monter inexorablement

L'augmentation de la température de la Terre dérègle considérablement les équilibres planétaires.

L'élévation du niveau de la mer tient une place toute particulière dans le premier volet du sixième rapport d'évaluation du GIEC publié en février 2022⁴². Le niveau de la mer (ou niveau des océans) a augmenté en moyenne de 16 cm depuis 1900. Les observations des marégraphes et des satellites altimétriques montrent que l'élévation du niveau la mer s'accélère : de 1,4 mm/an au XX^e siècle, elle augmente aujourd'hui d'environ 4 mm/an⁴³. Cette accélération est notamment due à la fonte des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique qui font l'objet de recherches approfondies.

A/ Le phénomène d'augmentation du niveau de la mer

La montée du niveau de la mer est relative à la vitesse de fonte de la cryosphère et à la vitesse de réchauffement de la température de l'eau.

Le réchauffement de la température de la Terre entraîne :

- **la fonte partielle des calottes glaciaires** du Groenland et de l'Antarctique, qui sont des terres recouvertes de glace, et la **fonte des glaciers** (environ 210 000 actuellement sur Terre) dont l'eau s'écoule jusqu'à la mer via les rivières et les fleuves.
- **la dilatation des océans** : plus l'océan est chaud, plus il prend de la place par le phénomène physique de dilatation des molécules d'eau qui se réchauffent.

La fonte des glaciers et des calottes glaciaires impacte directement l'augmentation du niveau de la mer en augmentant son volume d'eau. La fonte des autres éléments de la cryosphère a un impact indirect sur le réchauffement climatique :

⁴² Sixième rapport du GIEC : *Changement climatique 2022 : impacts, adaptation et vulnérabilité*
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2>

⁴³ GIEC, « Ocean, Cryosphere and Sea Level Change » Chapitre 9 du sixième rapport du GIEC, 2021. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter09.pdf

- **la fonte de la banquise de l'océan glacial Arctique**, ne fait pas augmenter le niveau de la mer en elle-même⁴⁴, mais **elle entraîne la diminution de son effet albédo**⁴⁵ qui participe à la climatisation de la planète. La banquise est remplacée par un océan qui, plus sombre, absorbe davantage de rayonnement solaire et réchauffe l'eau.
- **la fonte du permafrost**, sol gelé qui occupe 23 % des terres de l'hémisphère Nord, est **un catalyseur du réchauffement planétaire**. En dégelant, le permafrost libère des quantités importantes de dioxyde de carbone et de méthane, gaz au pouvoir réchauffant important, tout en entraînant une croissance de la végétation qui, elle, absorbe du CO₂. Pour l'instant, le GIEC estime que ces deux phénomènes sont encore en équilibre mais que celui-ci pourrait basculer dans le futur. Le permafrost deviendrait une source d'émission de dioxyde de carbone (CO₂) et de méthane (CH₄).

B/ Les conséquences de l'augmentation du niveau de la mer

Le dérèglement climatique, engendré par l'accumulation des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, entraîne :

- **une élévation lente et globale du niveau de la mer qui rend plus fréquentes les inondations chroniques à marée haute**, notamment dans les zones où le terrain s'enfonce (zones de subsidence de la croûte terrestre). Les raisons principales en sont les mouvements profonds de l'écorce terrestre ou le poids des sédiments, mais elles peuvent être aggravées par des phénomènes anthropiques (le prélèvement d'eau sous la surface, l'assèchement et l'urbanisation de deltas ou le poids de l'aménagement urbain) comme en Thaïlande ou à la Nouvelle Orléans et en Floride.
- **localement : des variations du niveau de la mer avec des élévations extrêmement brutales**. Ce qui entraîne davantage d'événements de submersion lorsqu'une tempête arrive et crée une surcote, ainsi qu'une augmentation des inondations composites avec, par exemple, une submersion par l'eau de mer et une inondation dues à des pluies intenses.

⁴⁴ La banquise Arctique est comme un glaçon dans l'eau. Comme nous l'enseigne la poussée d'Archimède, tout corps qui flotte occupe un volume égal à son poids. Un glaçon qui fond dans un diabolo menthe ne modifie pas le volume de liquide dans le verre.

⁴⁵ La blancheur de la banquise agit comme un miroir qui réfléchit les rayons du soleil. C'est ce qu'on appelle l'effet Albédo.

D'autres conséquences de la montée du niveau de la mer, sur la faune et la flore existent mais ne sont pas développées dans ce rapport.

C/ Les projections de la vitesse d'augmentation du niveau de la mer

La question de l'augmentation du niveau de la mer est cruciale pour la planification de l'urbanisation et de l'industrialisation de nos littoraux. En France, elle concerne directement les sites en bord de mer comme Gravelines et Penly sur lesquels EDF envisage de construire de nouveaux réacteurs nucléaires. Contrairement à d'autres variables climatiques, le niveau de la mer continuera à s'élever bien après la stabilisation des températures globales. Les glaciers de montagne et les calottes de glace en Antarctique et au Groenland mettront des siècles à s'ajuster aux nouvelles températures. Pour Eric Chaumillon, glaciologue marin, « On a une incertitude sur l'amplitude de l'augmentation du niveau des mers mais ce qui est sûr, c'est que ça va monter. »⁴⁶

Il ne s'agit donc pas de savoir si le niveau de la mer augmentera, mais dans quelles proportions et à quel rythme.

La réponse n'est pas si simple. Elle dépend des différents critères dont l'évaluation comprend des incertitudes telles que le choix des politiques énergétiques que feront les sociétés humaines (l'atteinte de la neutralité carbone ou non, ou à quelle échéance), l'atteinte ou non de points de bascule de boucles de rétroactions climatiques⁴⁷, la préservation de la biodiversité et des moyens de résilience face aux impacts du dérèglement climatique, etc.

Dans son sixième et dernier rapport, le GIEC prévoit que : « Par rapport à 1995–2014, l'élévation probable du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe d'ici à 2100 est de 0,28 à 0,55 m dans le cas du scénario de très basses émissions de GES (SSP1-1.9) ; [...] ; et de 0,63 à 1,01 m dans le cas du scénario d'émissions de GES très élevées (SSP5-8.5). Par rapport à la même période de référence, l'élévation probable d'ici à 2150 est de 0,37 à 0,86 m dans le cas du scénario d'émissions très faibles (SSP1-1.9) ;

⁴⁶ Eric Chaumillon, glaciologue marin - *Élévation du niveau de la mer - quel avenir pour les littoraux*, épisode 2 du podcast *La Green Wave* animé par Margot Arabadjieva, février 2021. Spotify, <https://open.spotify.com/episode/5ItTtKTMuc0GeF4HactMow?si=DHKaRYMiTxeT71sHPoakOA&nd=1&dlsi=70f25535c3f44e05>

⁴⁷ Interaction dans laquelle la perturbation d'une variable climatique provoque, dans une seconde variable, des changements qui influent à leur tour sur la variable initiale. Une rétroaction positive accentue la perturbation initiale, une rétroaction négative l'atténue. La perturbation initiale peut découler d'un forçage externe ou relever de la variabilité interne. (Définition du GIEC dans le résumé pour les décideurs politiques du rapport Réchauffement planétaire de 1,5°C)

[...] ; et de 0,98 à 1,88 m dans le cas du scénario d'émissions très élevées (SSP5-8.5) (degré de confiance moyen). Une élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe supérieure à la fourchette probable – approchant 2 m d'ici à 2100 et 5 m d'ici à 2150 dans le cas d'un scénario d'émissions de GES très élevées (SSP5-8.5) (degré de confiance faible) – ne peut être exclue en raison de l'incertitude profonde liée aux processus des calottes glaciaires »⁴⁸.

Pour Valérie Masson-Delmotte, paléoclimatologue, chercheuse au CEA et à l'IPSL, co-présidente du groupe de travail 1 du GIEC consacré aux bases physiques du changement climatique entre 2015 et 2023 et membre du Haut Conseil pour le Climat (HCC) : « On sait dès aujourd'hui qu'on a acté quasiment un mètre de montée du niveau de la mer, par les émissions à ce jour, le réchauffement à ce jour, l'ajustement des glaciers, de l'océan profond, du Groenland et de l'Antarctique qui va se décliner sur des dizaines et des centaines d'années. Par contre, en fonction du pic de réchauffement (donc de la quantité d'émissions de gaz à effet de serre) à venir dans les prochaines décennies, et en fonction d'éventuelles instabilités, notamment de l'Antarctique, on peut atteindre ce mètre de niveau de la mer avant même la fin de ce siècle. »⁴⁹

De récentes études scientifiques, menées depuis la publication du sixième rapport du GIEC, confirment ce risque :

Un article publié par le CEA analyse les résultats de l'étude intitulée *Le casse-tête de la détection des signes du changement climatique en Antarctique*⁵⁰ : les modèles climatiques sous-estiment non seulement l'amplitude du réchauffement climatique en Antarctique, mais aussi sa variabilité naturelle. « Comme les prédictions par les modèles climatiques de l'élévation du niveau des mers sont très sensibles à de petits changements de température, les résultats de cette étude pourraient conduire à réévaluer la contribution de l'Antarctique, avec des conséquences potentiellement désastreuses⁵¹. »

⁴⁸ GIEC, « Changement climatique 2021 - Les bases scientifiques physiques - Résumé à l'intention des décideurs », p.24. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_French.pdf

⁴⁹ Valérie Masson Delmotte, *UN CLIMAT QUI S'EMBALLE ?* VALÉRIE MASSON DELMOTTE - GIEC, podcast Greenletter club #104, Youtube, octobre 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=UXVS9e9le90>

⁵⁰ Mathieu Casado, Raphaël Hébert, Davide Faranda & Amaelle Landais, « The quandary of detecting the signature of climate change in Antarctica », *Nature Climate Change*, 2023. <https://www.nature.com/articles/s41558-023-01791-5>

⁵¹ CEA, « Le voile se lève sur le réchauffement de l'Antarctique, plus fort que ne le prédisent les modèles », 7 septembre 2023. <https://www.cea.fr/drf/Pages/Actualites/En-direct-des-labos/2023/le-voile-se-leve-sur-le-rechauffement-de-lantarctique.aspx>

Selon une étude publiée par la revue *Science*, la moitié des 210 000 glaciers terrestres pourraient disparaître d'ici à la fin du siècle⁵².

Pour Heïdi Sevestre, docteur en glaciologie, diplômée du centre universitaire du Svalbard (UNIS) et de l'Université d'Oslo, travaillant à l'Arctic monitoring and assessment program (AMAP), le programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique, et dans le groupe de travail du Conseil de l'Arctique : « L'état de santé de la cryosphère est catastrophique, et je le dis sans alarmisme. Sachant que la cryosphère rassemble une bonne poignée de ce que l'on appelle les points de bascule climatique, c'est-à-dire un seuil critique au-delà duquel un système peut changer de manière abrupte et irréversible.⁵³ »

Un des points de bascule concerne le permafrost, explique Heïdi Sevestre : « C'est un catalyseur du réchauffement planétaire qui peut changer la donne en matière climatique. Si on dépasse les +2 °C de réchauffement, le permafrost pourrait émettre autant [de gaz à effet de serre] que l'Union européenne. »⁵⁴

Heïdi Sevestre continue : « Pour l'Antarctique de l'Ouest, on estime que le point de bascule est peut-être déjà franchi, ou en tout cas qu'il est estimé autour de +1,5 °C de réchauffement. Si les glaces de cette région antarctique fondent, il y aura une montée du niveau des mers de quatre à six mètres. En France, ça signifie qu'on pourrait avoir sous les eaux l'aéroport de Nice, le port du Havre, la Camargue, des zones entières des Hauts-de-France. Pour la calotte glaciaire du Groenland, son point de bascule est estimé entre +1,5 °C et +2 °C⁵⁵. » « Si toute la glace du Groenland fondait, le niveau de la mer augmenterait de six à sept mètres. Si l'Antarctique fondait complètement, le niveau des océans augmenterait de 58 mètres.⁵⁶ »

⁵² Science, *Global glacier change in the 21st century: Every increase in temperature matters*.
<https://climatechange.umaine.edu/wp-content/uploads/sites/439/2023/01/science.abo1324.pdf>

⁵³ Mickaël Correia, « Avec la montée des eaux, on risque de perdre une partie de nous-mêmes », *Mediapart*, 6 août 2024. <https://www.mediapart.fr/journal/ecologie/060824/avec-la-montee-des-eaux-risque-de-perdre-une-partie-de-nous-memes>

⁵⁴ *Id.*

⁵⁵ *Id.*

⁵⁶ *Glaciers en effondrement, face à la réalité* - Heidi Sevestre #47 – Podcast LIMIT, Spotify, février 2024.
<https://open.spotify.com/episode/0Igi2vTp1E55p8exFO6fbi?si=JGhk3Y9RcibpWcTPPhZfsQ>

« Si on maintient le business as usual, la mer montera d'un mètre d'ici à 2070, de trois mètres⁵⁷ à la fin du siècle. Avec la montée des eaux, on risque de perdre une partie de nous-mêmes. », ⁵⁸ Heidi Sevestre, glaciologue, en réponse à *Médiapart*.

De nombreux autres points de bascule existent et ne seront pas développés dans ce rapport. L'évolution du dérèglement climatique n'est pas linéaire et beaucoup d'incertitudes entourent les scénarios de projections climatiques. Les scientifiques continuent à mener des études pour réduire les incertitudes concernant la temporalité et le niveau d'augmentation de température qui déclencherait ces points de bascule.

Un consensus scientifique affirme néanmoins que l'atteinte d'un réchauffement de +1,5 °C impliquerait une perte énorme de la cryosphère. Or, les scientifiques prévoient l'atteinte d'un tel réchauffement dans la prochaine décennie si le rythme des émissions de gaz à effet de serre ne diminue pas significativement d'ici là.

Ces projections et l'incertitude qui les entourent doivent impérativement être prises en compte dans les analyses des risques de submersion des centrales nucléaires en projet de construction en bord de mer. Les centrales nucléaires existantes sont déjà impactées par le dérèglement climatique. **Ces impacts seront sans commune mesure pour des réacteurs dont la durée de vie s'étendra au-delà de ce siècle, au cours duquel les bouleversements climatiques vont modifier nos conditions de vie.**

⁵⁷ International Cryosphere Climate Initiative, ICCL, 2023. *State of the Cryosphere 2023 – Two Degrees is Too High*. International Cryosphere Climate Initiative (ICCI), Stockholm, Sweden. 62 pp., novembre 2023 - Le rapport cite « Three meters might be passed early in the 2100s » ce qui signifie que le niveau de 3 mètres peut être atteint au début du siècle prochain. <https://iccinet.org/statecryo23/>

⁵⁸ Mickaël Correia, « Avec la montée des eaux on risque de perdre une partie de nous-mêmes », *Médiapart*, 6 août 2024. www.mediapart.fr/journal/ecologie/060824/avec-la-montee-des-eaux-risque-de-perdre-une-partie-de-nous-memes

1.3. Le dérèglement climatique affecte déjà les centrales nucléaires

A/ Les centrales nucléaires sont déjà vulnérables au dérèglement climatique

Selon un article de la revue *Global environmental politics* : « Environ 64 % de la capacité installée (sous-entendu les centrales nucléaires) a commencé à fonctionner il y a trente à quarante-huit ans, avant que le changement climatique ne soit pris en compte dans la conception ou la construction des centrales. À l'échelle mondiale, 516 millions de personnes résidant dans un rayon de 80 km (50 miles) d'au moins une centrale nucléaire en exploitation, et 20 millions dans un rayon de 16 km (10 miles), pourraient faire face à des risques pour la santé et la sécurité résultant d'un événement climatique extrême lié au changement climatique. »⁵⁹

L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) déclarent dans un rapport de 2021 « La vulnérabilité des centrales nucléaires aux changements climatiques et aux conditions météorologiques extrêmes, telle qu'elle est analysée dans la littérature disponible (et actuellement limitée), représente un défi de plus en plus sérieux. »⁶⁰

Dans ce dernier rapport, on trouve des exemples d'impacts sur le nucléaire, d'événements météorologiques extrêmes et aggravés par le dérèglement climatique : tempêtes de glace, neige, frasil, inondations par submersion, vagues de chaleur, température de l'eau qui sert au refroidissement trop élevée, ouragans⁶¹, etc.

Le rapport de la Commission européenne intitulé *Projection de la consommation d'eau douce du secteur énergétique européen*, publié en 2018, fait le constat que : « En Europe, les régions les plus critiques en matière d'utilisation de l'eau liée à l'énergie sont

⁵⁹ Sarah M. Jordaan et al., « The Climate Vulnerabilities of Global Nuclear Power », *Global Environmental Politics* 19, n° 4 (1 novembre 2019) : 3-13. <https://direct.mit.edu/glep/article-abstract/19/4/3/14955/The-Climate-Vulnerabilities-of-Global-Nuclear?redirectedFrom=fulltext>

⁶⁰ OECD et Nuclear Energy Agency, *Climate Change: Assessment of the Vulnerability of Nuclear Power Plants and Approaches for Their Adaptation*, Nuclear Development (OECD, 2021). https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_61802/climate-change-assessment-of-the-vulnerability-of-nuclear-power-plants-and-approaches-for-their-adaptation?details=true

⁶¹ *Id.*, p. 34

celles qui possèdent des centrales nucléaires ou celles qui abritent à la fois des mines de charbon et des centrales électriques au charbon. »⁶²

Un rapport de l’Institut de Relations Internationales et Stratégiques (IRIS) sur les conséquences du dérèglement climatique pour le ministère de la Défense : « Les risques liés à des conditions météorologiques extrêmes sont bien identifiés : élévation de la température de l’eau des fleuves et baisse du débit des cours d’eau, deux phénomènes pouvant conduire à arrêter les réacteurs ; montée de la température ambiante (surchauffe) ; froids extrêmes (gel des eaux), empêchant le refroidissement des centrales ; inondations (renforcées par la hausse du niveau des mers ; tornades (destructions). Ces événements pourraient provoquer une chute de la production électrique impactant l’activité économique, voire entraîner des accidents graves. »⁶³

B/ Le changement climatique pose des problèmes d’exploitation et pourrait impacter la sûreté nucléaire

Dans un avis de janvier 2020, l’IRSN révélait : « En France, lors des vagues de chaleur de 2003 puis de 2006, les températures de l’air et de l’eau observées ont dépassé celles retenues à la conception des réacteurs électronucléaires »⁶⁴. L’IRSN affirmait que « des températures élevées peuvent aussi avoir des conséquences sur le fonctionnement des ventilations, des matériels de sûreté, et plus globalement sur les capacités de refroidissement des systèmes de sûreté assurant l’évacuation de la puissance du réacteur. »⁶⁵

À l’heure où le niveau des océans et des mers subit une élévation inévitable accroissant les risques inhérents de submersion, « **41% des installations nucléaires**

⁶² Hrvoje Medarac, Davide Magagna, et GONZALEZ Ignacio Hidalgo, « Projected Fresh Water Use from the European Energy Sector », JRC Publications Repository, 14 novembre 2018. <https://doi.org/10.2760/30414>.

⁶³ Institut de relations internationales et stratégiques (IRIS) - *Conséquences du dérèglement climatique pour le ministère de la Défense* – EPS 2013-55, 2013. [https://archives.defense.gouv.fr/content/download/312123/4208410/file/EPS2013-Les%20cons%C3%A9quences%20du%20d%C3%A9r%C3%A8glement%20climatique%20pour%20le%20minist%C3%A8re%20de%20la%20d%C3%A9fense%20\(synth%C3%A8se\).pdf](https://archives.defense.gouv.fr/content/download/312123/4208410/file/EPS2013-Les%20cons%C3%A9quences%20du%20d%C3%A9r%C3%A8glement%20climatique%20pour%20le%20minist%C3%A8re%20de%20la%20d%C3%A9fense%20(synth%C3%A8se).pdf)

⁶⁴ IRSN, « Avis IRSN n°2020-00010 Version Commentée - Réacteurs électronucléaires – EDF – Grand Chaud – Retour d’expérience de la canicule de l’été 2019 », 23 janvier 2020. https://www.irsn.fr/sites/default/files/documents/expertise/avis/2020/Avis-IRSN-2020-00010_version-commentee_04032020.pdf

⁶⁵ IRSN, « Effets de la canicule sur la production et la sûreté des centrales nucléaires », 31 juillet 2020. https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Pages/20200731_Effets-canicule-sur-production-et-surete-des-centrales-nucleaires.aspx#

mondiales sont situées sur une côte maritime⁶⁶ ». En France, sont concernés les sites nucléaires du Blayais⁶⁷ (Nouvelle Aquitaine/Gironde), Flamanville (Normandie/Manche), Paluel (Normandie/Seine Maritime), Penly (Normandie/Seine Maritime) et Gravelines (Hauts-de-France/Nord) situés respectivement sur la côte Atlantique, la Manche et la mer du Nord.

Les centrales nucléaires du parc français actuel ont été construites sans prise en compte des risques liés au dérèglement climatique. Pour l'instant, les impacts des événements climatiques extrêmes sur les centrales nucléaires sont peu visibles en France et ont affecté principalement les capacités de production d'électricité avec le ralentissement, voire la mise à l'arrêt de réacteurs nucléaires pendant des vagues de fortes chaleurs⁶⁸.

La vulnérabilité des centrales nucléaires aux impacts du dérèglement climatique va s'accroître à mesure que celui-ci s'aggrave. Au-delà des problèmes d'exploitation potentiels, cela pourra engendrer des risques pour la sûreté nucléaire.

⁶⁶ Jordaan et al., « The Climate Vulnerabilities of Global Nuclear Power », *Global Environmental Politics*, 1 novembre 2019. https://doi.org/10.1162/glep_a_00527

⁶⁷ Le site du Blayais présente une particularité puisqu'il est situé dans un estuaire.

⁶⁸ Timothée Talbi, « EDF réduit la production de plusieurs réacteurs en raison des fortes chaleurs », *BFM TV*, 14 août 2024. https://www.bfmtv.com/economie/entreprises/energie/edf-reduit-la-production-de-plusieurs-reacteurs-en-raison-des-fortes-chaieurs_AD-202408140140.html

2. Gravelines : un site de relance du nucléaire à contresens de toute logique scientifique

2.1. Une zone exposée au risque de submersion

A/ La situation géographique de la centrale nucléaire de Gravelines

Gravelines est une commune du département du Nord, situé dans la région Hauts-de-France, en bordure de la mer du Nord sur la côte d'Opale. Elle est située au cœur du Delta de l'Aa, un territoire très plat de 100 000 hectares progressivement conquis sur la mer, entre Calais et Dunkerque, doté d'un réseau de canaux, les wateringues, chargés d'évacuer l'eau vers la mer, et de stations de pompage. L'essentiel du trop-plein d'eau est évacué de manière gravitaire. À marée basse, les écluses sont ouvertes et l'eau s'écoule vers la mer du Nord. À marée haute, les portes sont fermées. Et lorsque les canaux risquent de déborder, de grandes stations de pompage évacuent les eaux excédentaires vers la mer. À la suite des crues de janvier 2024 dues à de fortes pluies dans le Pas-de-Calais, Ouest France expliquait que

« Ce réseau de canaux protège en principe le delta de l'Aa mais il peine désormais à remplir sa mission face aux impacts du dérèglement climatique. »⁶⁹

Selon le site web « Delta de l'Aa 2050 » : « Globalement, toute la zone située entre la frontière belge, Saint-Omer, Calais et Dunkerque est située sous le niveau de la mer à marée haute, à l'exception des dunes et de quelques collines. »⁷⁰

C'est sur cette **zone côtière basse exposée au risque de submersion marine qu'a été construite la centrale nucléaire de Gravelines**, sur ce qu'on appelle un polder, une terre asséchée artificiellement par un réseau très dense de canaux et protégée par un système d'endiguement.

Avec ses 450 000 habitants, le delta de l'Aa est le polder le plus grand et le plus habité de France.

Dans l'objectif de l'adaptation du territoire qui doit « composer à la fois avec les risques de submersion marine et d'inondation continentale, mais également avec une diminution de la ressource en eau », un projet appelé « Delta de l'Aa 2050 – Répondre au défi climatique »⁷¹ est porté par l'Institution intercommunale des Wateringues, avec l'appui de l'Agence d'urbanisme et de développement de la région Flandre-Dunkerque. Le site internet du projet indique : « Lorsque l'on habite sur les basses terres du delta de l'Aa, il est important d'avoir conscience de cette exceptionnalité. **Nous vivons sur un espace naturellement inondable où l'eau n'est jamais loin et est toujours prête à retrouver sa place naturelle.** »⁷²

⁶⁹ Pierrick Baudais, « Inondations dans le Pas-de-Calais : pourquoi le delta de l'Aa n'est-il plus suffisamment protégé ? », *Ouest France*, janvier 2024. <https://www.ouest-france.fr/meteo/inondation/inondations-dans-le-pas-de-calais-pourquoi-le-delta-de-laa-nest-il-plus-suffisamment-protége-8dcee4b4-aa33-11ee-a01a-903e3279d34e>

⁷⁰ Site internet Delta de l'Aa 2050 - Répondre au défi climatique. <https://www.delta-aa-2050.fr/a-propos-1>

⁷¹ *Id.*

⁷² <https://www.delta-aa-2050.fr/le-plus-grand-polder-de-france>

La vulnérabilité particulière des côtes basses au changement climatique n'est pas seulement liée à leur faible altitude⁷³⁷⁴⁷⁵⁷⁶, elle est également associée à la forte anthropisation de ces espaces où les zones tampons de régulation des inondations et de protection naturelle contre l'érosion (marais maritimes, prairies inondables, dunes, etc.) ont bien souvent été détruites⁷⁷⁷⁸.

Le site de la centrale de Gravelines se situe dans un des territoires dits « à risque important d'inondation » (TRI)⁷⁹ identifiés dans la cadre de la directive européenne n° 2007/60/CE du 23 octobre 2007 (dite « directive inondations »)⁸⁰. La plateforme *Géorisques* du gouvernement rappelle : « Ces territoires concentrent des enjeux majeurs (population, emplois, bâti, etc.) susceptibles d'être inondés. En France, 124 secteurs ont ainsi fait, depuis 2013, l'objet d'études spécifiques et de cartographies visant à sensibiliser les populations. »⁸¹

Le Centre d'études sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA), qui dépend du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, a annoncé qu'un certain nombre de terres et de maisons situées sur le littoral de la côte d'Opale étaient amenées à disparaître⁸². Cette étude illustre la

⁷³ Caroline Rufin-Soler, Arnaud Héquette, et Antoine Gardel, « Assessing the Vulnerability of Coastal Lowlands to Marine Flooding Using LiDAR Data, Sangatte Coastal Dunes, Northern France », *Zeitschrift Für Geomorphologie, Supplementary Issues*, 1 novembre 2008, 195-211. <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2008/0052S3-0195>.

⁷⁴ Arnaud Héquette, « Les risques naturels littoraux dans le Nord-Pas-de-Calais, France », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, n° Hors-série 8 (1 octobre 2010). <https://doi.org/10.4000/vertigo.10173>.

⁷⁵ Arnaud Héquette et al., « Cartographie prospective d'évolution du trait de côte et des risques de submersion dans le contexte du changement climatique : une méthode appliquée au littoral du nord de la France », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, n° Volume 22 Numéro 3 (6 décembre 2022). <https://doi.org/10.4000/vertigo.36442>.

⁷⁶ Adrien Crapoulet, « Évolution du trait de côte, bilans sédimentaires et évaluation des zones à risques sur le littoral du Nord-Pas-de-Calais : analyse multi-échelles par LiDAR aéroporté », 2 septembre 2015. <https://lilloa.univ-lille.fr/handle/20.500.12210/72503>.

⁷⁷ Susanne C. Moser, S. Jeffress Williams, et Donald F. Boesch, « Wicked Challenges at Land's End: Managing Coastal Vulnerability Under Climate Change », *Annual Review of Environment and Resources* 37, n° Volume 37, 2012 (21 novembre 2012): 51-78. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-021611-135158>.

⁷⁸ Katie K. Arkema et al., « Coastal Habitats Shield People and Property from Sea-Level Rise and Storms », *Nature Climate Change* 3, n° 10 (octobre 2013): 913-18, <https://doi.org/10.1038/nclimate1944>.

⁷⁹ Préfet du Nord et du Pas-de-Calais, « Note de présentation du Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) de Oye-Plage à Gravelines » (Direction départementale des territoires et de la mer du Nord, Direction départementale des territoires et de la mer du Pas-de-Calais, juin 2017), p. 11. https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/46648/313448/file/1_NotePresentation_PPRL_Oye-Plage_Gravelines_Approuve.pdf.

⁸⁰ Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000523817>

⁸¹ « Prévention du risque », *Géorisques*, consulté le 10 octobre 2023. <https://www.georisques.gouv.fr/articles-risques/inondations/prevention-du-risque>.

⁸² Cerema, *Connaissance du trait de côte*. www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/connaissance-du-trait-cote

teneur des enjeux à la fois pour la centrale nucléaire mais également pour ses éléments de vulnérabilité externes (alimentation électrique, voies d'accès, logements des employé·es, etc.). Cette cartographie est accessible sur la plateforme GéoLittoral du gouvernement⁸³. **Les experts du CEREMA tablent sur un scénario catastrophe avec plus de 51 200 logements et plus de 4 300 locaux d'activité rayés de la côte d'ici la fin du siècle dans le Nord-Pas-de-Calais⁸⁴.**

Le complexe de la centrale de Gravelines est situé à une altitude moyenne de 5,5 m sur une zone de remblai. L'altitude naturelle de la zone aux alentours est comprise entre 2 et 4 m. Le site existant est en partie protégé des vagues par un cordon dunaire, et par divers ouvrages de protection tels que des digues.



← **Figure 2 :**
vue d'architecte
du projet EPR2.
(Source : EDF⁸⁵)

Sur cette vue d'architecte du site de Gravelines, la centrale existante se trouve sur le côté droit, avec les six réacteurs nucléaires actuels dont les dômes en enfilade se

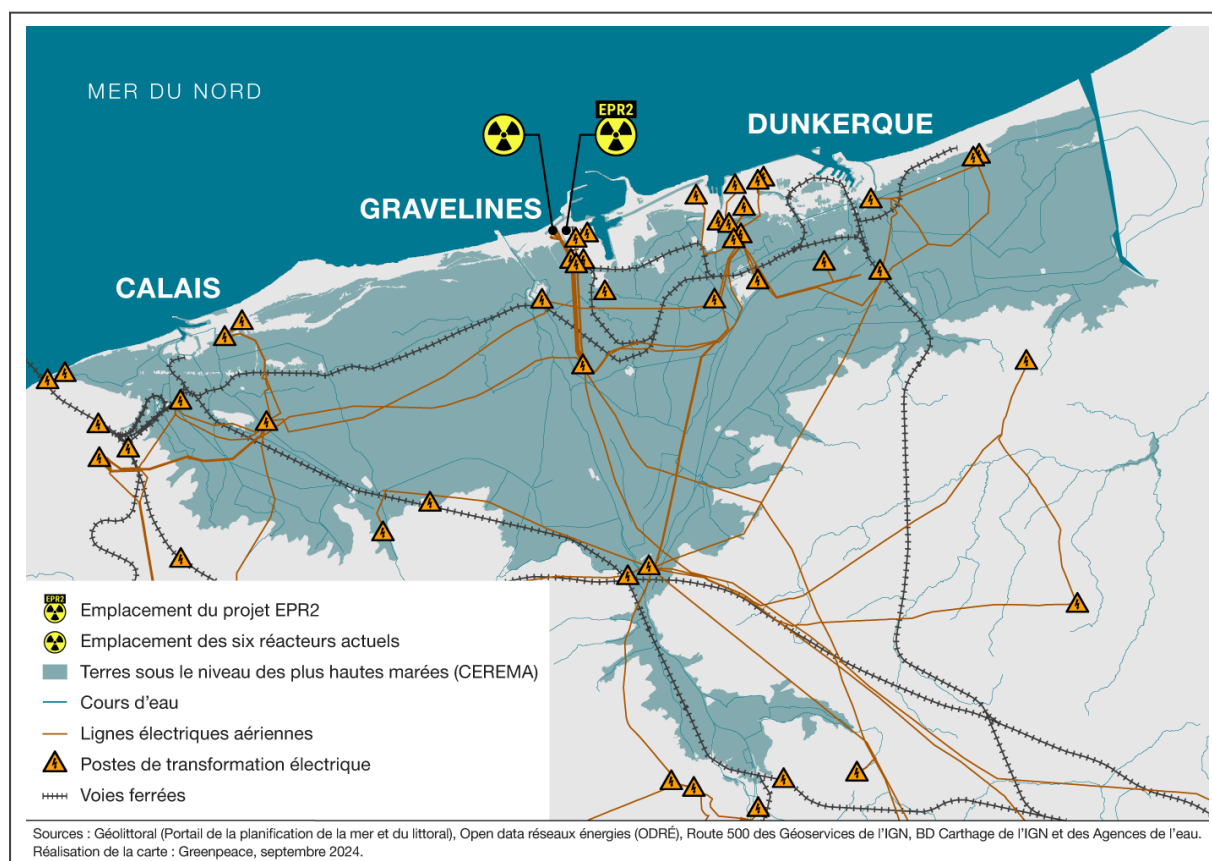
⁸³ GéoLittoral, « Cartographie nationale des zones basses du littoral », *GéoLittoral*, 5 avril 2024.
<https://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/cartographie-nationale-des-zones-basses-du-a1610.html>.

⁸⁴ Matthieu Darriet, « Erosion du trait de côte : plus de 99.000 logements voués à disparaître d'ici 2100, dans le Nord-Pas-de Calais ? », Ici par France Bleu et France 3, avril 2024.
<https://www.francebleu.fr/infos/environnement/erosion-du-trait-de-cote-plus-de-99-000-logements-voues-a-disparaître-d-ici-2100-dans-le-nord-pas-de-calais-7749027>

⁸⁵ Photo de couverture du dossier des maîtres d'ouvrage du projet de construction de deux réacteurs EPR2 à Gravelines.

devinent à l'arrière-plan, à côté des canaux d'amenée et de rejet d'eau pour le refroidissement de la centrale. Sur le côté gauche sont simulés les deux réacteurs nucléaires dont la construction est annoncée par EDF.

La carte ci-dessous montre que le site de la centrale est entouré par la mer du Nord d'un côté et par des terres en zone déjà submersible (sous le niveau de la mer aux plus hautes marées) de l'autre (zone colorée en bleu clair). Elle fait apparaître certaines des infrastructures nécessaires au fonctionnement de la centrale comme les lignes électriques aériennes et les postes de transformation électrique, impératifs pour l'évacuation de l'électricité produite par la centrale et l'alimentation de celle-ci. Ces infrastructures vitales pour la centrale se trouvent dans des zones vulnérables au risque d'inondation.



↑ **Figure 3 : Zones du delta de l'Aa sous le niveau des plus hautes marées (PHMA) et infrastructures liées au fonctionnement de la centrale nucléaire de Gravelines**

B/ Une projection des risques de submersion de la centrale de Gravelines à l'horizon 2100

En fonction de différents scénarios du GIEC sur l'évolution de la montée du niveau de la mer, Greenpeace a réalisé plusieurs cartographies avec une projection de l'évolution des zones exposées au risque de submersion marine dans le secteur de la centrale de Gravelines. La méthodologie utilisée est présentée en annexe 1.

Les quatre cartes ci-dessous représentent les terres qui se trouvent sous le niveau des plus hautes mers⁸⁶ suivant différentes projections temporelles et différents scénarios du GIEC.

Greenpeace a choisi de modéliser les projections de risques de submersion pour le **scénario SSP5-8.5 du sixième rapport du GIEC** qui représente une fourchette d'élévation de la température de la planète incluant +4 °C, trajectoire utilisée par le gouvernement français pour la mise à jour de son Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC)⁸⁷. Plus précisément, ce scénario SSP5-8.5 implique qu'« en moyenne sur la période 2081–2100, la température à la surface du globe sera très probablement supérieure de [...] 3,3 °C à 5,7 °C pour le scénario d'émissions très élevées de GES (SSP5-8.5) »⁸⁸ pour une élévation du niveau de la mer comprise entre 0.98 et 1.88 mètres.

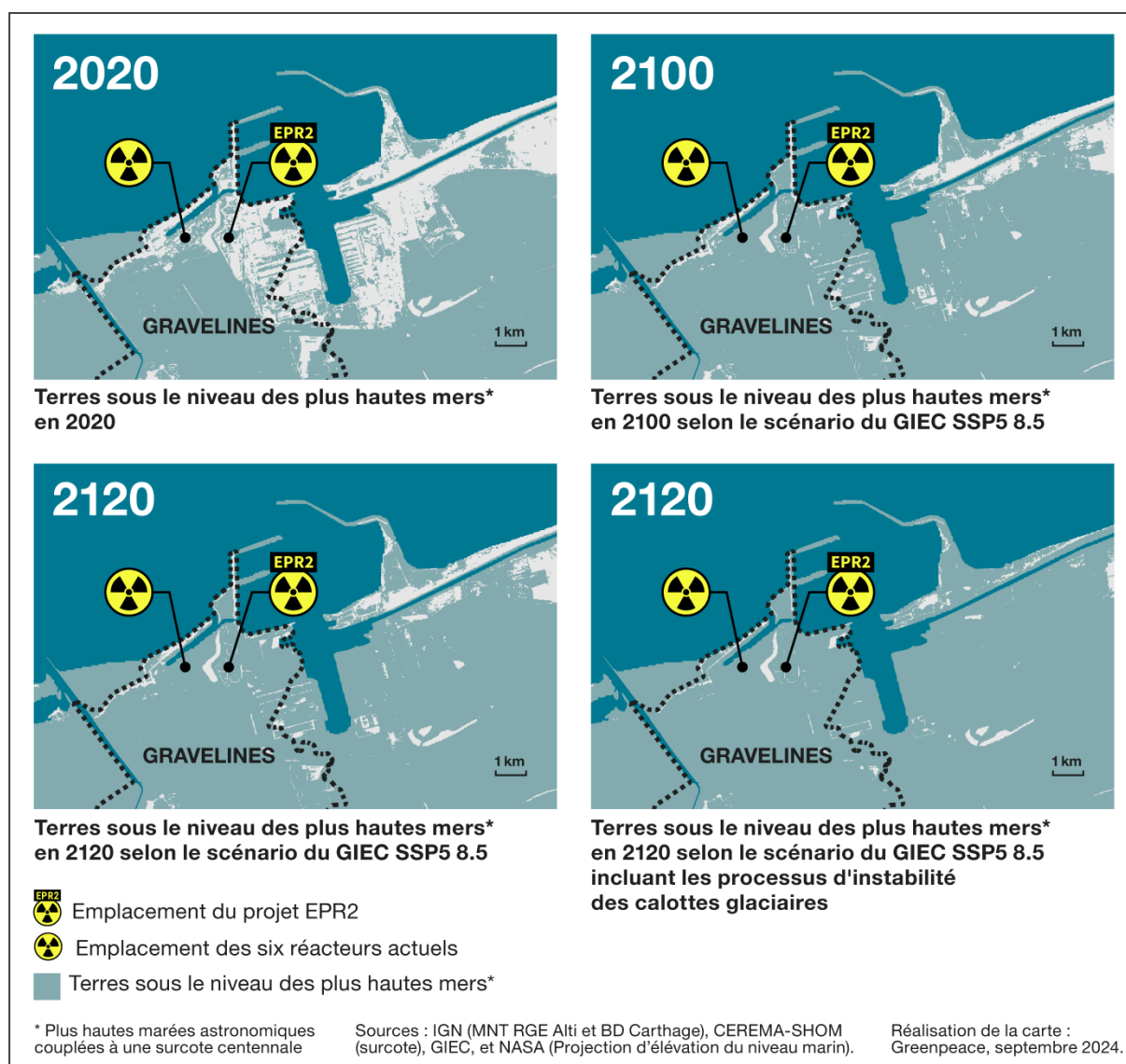
Les zones colorées en bleu clair correspondent, à l'image de la terminologie adoptée par le BRGM⁸⁹, aux surfaces présentant un risque accru de submersion du fait de la topographie du terrain situé en grande partie sous le niveau de la mer (qui correspond ici au niveau des plus hautes mers astronomiques (PHMA) couplé au niveau d'une surcote centennale) et de leur proximité avec la mer. Leur submersion effective dépend de nombreux autres facteurs : cordons dunaires, aménagements de protection, érosion, cinétique de la croûte terrestre, etc.

⁸⁶ Plus hautes marées astronomiques couplées à une surcote centennale

⁸⁷ Anaïs Moran, « Climat S'adapter à une France à +4 degrés : Christophe Béchu annonce la douleur », *Libération*, 23 janvier 2024. https://www.liberation.fr/environnement/sadapter-a-une-france-a-4-degrees-christophe-bechu-annonce-la-douleur-20240123_S5PBVA56IFA73CLO54WXPHE5M/

⁸⁸ GIEC, « Changement climatique 2021 - Les bases scientifiques physiques - Résumé à l'intention des décideurs », p. 15. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_French.pdf

⁸⁹ BRGM, ECLISEA, et INSEAPTION, *Zones exposées à l'élévation du niveau de la mer à marée haute*, s. d., s. d., <https://sealevelrise.brgm.fr/slr/#lng=0.26000;lat=46.60430;zoom=6;level=1.0;layer=0>.



↑ **Figure 4 : La centrale de Gravelines et son exposition au risque de submersion**

Ces cartes montrent qu'en 2020, la quasi intégralité de la plaine littorale située dans la zone d'étude est déjà située sous le niveau des marées hautes (PHMA).

En 2100, l'ensemble du site de la centrale de Gravelines peut se retrouver temporairement – au moment des marées hautes (PHMA) et dans les conditions d'une surcote centennale – sous le niveau de la mer. La centrale sera particulièrement exposée en cas d'événement climatique extrême et de surcote, faisant uniquement reposer sa sûreté sur la robustesse et le bon dimensionnement des dispositifs de protection qui l'entourent.

C/ La centrale de Gravelines peu à peu ceinturée pour devenir « une île » en cas de submersion

Les travaux des six réacteurs de la centrale nucléaire de Gravelines ont débuté en 1974 pour une mise en service du premier réacteur en 1980, et un fonctionnement concomitant des six réacteurs de 900 MW pour la première fois en 1985⁹⁰. La plus grande centrale nucléaire de France a fait l'objet d'un calcul d'une surcote millénale au tournant des années 1970-1980, il y a donc plus de 45 ans, pour dimensionner les protections du site. Une surcote millénale implique la prise en compte d'une marée exceptionnellement forte mais n'inclut pas l'impact du dérèglement climatique sur l'augmentation du niveau des mers.

C'est au fur et à mesure des tempêtes, des incidents nucléaires comme l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais en 1999, et des catastrophes comme Fukushima en 2011 que la réglementation datant de 1984 a évolué avec la réévaluation du niveau de la mer selon les principes du guide n°13 de l'ASN⁹¹ menant à la construction d'ouvrages de protection comme des digues, des portes étanches et un assemblage de palplanches⁹² permettant d'isoler la centrale en cas d'événements naturels extrêmes. Côté terre, une digue composée de remblais et d'enrochements a été construite (une digue de 4 mètres de haut composée d'argile, de roches et de terre relie les murs aux portes étanches) et complète la « protection périphérique contre les inondations ». Côté mer, 1750 palplanches (tôles d'acier) ont été installées sur une longueur de 1500 mètres. La hauteur de la protection contre les inondations, qui était jusqu'à présent de 6,12 m, aurait ainsi été portée à 7,48 m⁹³.

Le ceinturage de la centrale nucléaire de Gravelines par des ouvrages de protection appelé Protection périphérique contre l'inondation (PPINO)⁹⁴ fait partie des quatre améliorations de sûreté majeures faisant suite au retour d'expérience de l'accident

⁹⁰ 1974, la construction de la centrale nucléaire de Gravelines. <https://www.youtube.com/watch?v=TxaRgXIkTtU>

⁹¹ Document ASN en vue de la CLI de Gravelines du 27 novembre 2020

⁹² Les palplanches sont des profilés le plus souvent métalliques que l'on enfonce dans le sol pour la construction de toutes sortes d'ouvrages définitifs comme des digues.

⁹³ IRSN, « modification de la protection périphérique vis-à-vis de l'inondation externe centrale de Gravelines ». https://www.cli-gravelines.fr/wp-content/uploads/2021/06/IRSN_27112020_Publique.pdf

⁹⁴ EDF, document non daté de présentation de la la protection périphérique contre l'inondation (ppino) de la centrale de Gravelines. https://www.edf.fr/sites/groupe/files/contrib/groupe-edf/producteur-industriel/carte-des-implantations/centrale-gravelines/visitez-la-centrale/PPINO/fiches_presse_-_ope_presse_ppino.pdf

nucléaire de Fukushima en 2011⁹⁵. Selon EDF, le coût du projet total s'élèverait à 44 millions d'euros et serait terminé en 2025⁹⁶.



↑ **Figure 5 : La protection périphérique contre l'inondation de la centrale de Gravelines.** (Source : Document EDF de présentation de la protection périphérique contre l'inondation (PPINO) de la centrale de Gravelines)

⁹⁵ Les trois autres améliorations de sûreté sont l'installation de diesels d'ultimes secours (DUS), du centre de crise local (CCL), et du dispositif d'appoint en eau ultime (APU).

⁹⁶ Julie Dumez, « La centrale de Gravelines se protège contre les événements climatiques exceptionnels », *Le Monde*, mars 2024. <https://www.lemoniteur.fr/article/la-centrale-de-gravelines-se-protège-contre-les-evenements-climatiques-exceptionnels.2325406>



↑ **Figure 6 : Bordure de palplanches d'une hauteur de 4 m d'après EDF⁹⁷**
(Photo extraite d'un reportage BFM⁹⁸)



↑ **Figure 7 : Les portes étanches permettant d'isoler les parkings attenants à la centrale nucléaire de Gravelines en cas de submersion marine ou d'inondation par les terres. @Greenpeace, 2024**

⁹⁷ EDF, La protection périphérique contre l'inondation (ppino) de la centrale de gravelines, document non daté. https://www.edf.fr/sites/groupe/files/contrib/groupe-edf/producteur-industriel/carte-des-implantations/centrale-gravelines/visitez-la-centrale/PPINO/fiches_presse_-_ope_presse_ppino.pdf

⁹⁸ Juliette Desmonceaux, Comment la centrale nucléaire de Gravelines cherche à réduire les risques face aux inondations, BFM, février 2022. https://www.bfmtv.com/grand-littoral/comment-la-centrale-nucleaire-de-gravelines-cherche-a-reduire-les-risques-face-aux-inondations_AV-202202140193.html

Le profil de coupe schématique ci-dessous illustre l'importance croissante que prendra le dispositif de protection contre la submersion pour protéger la centrale nucléaire actuelle, la population et l'environnement de Gravelines et des alentours au fur et à mesure de la montée du niveau de la mer. En 2025, les derniers réacteurs nucléaires de Gravelines auront atteint leur durée de vie initiale (40 ans). EDF a demandé une autorisation d'extension de 10 ans de la durée de fonctionnement des réacteurs 1 et 3⁹⁹. Elle va procéder de même pour les quatre autres réacteurs. Tous auront au moins 50 ans en 2035. Greenpeace espère toujours qu'EDF ne s'engagera pas dans une nouvelle demande d'extension de la durée de vie de ces réacteurs pour une durée de fonctionnement jusqu'à 60 ans, c'est à dire jusqu'en 2045, au risque de la sûreté nucléaire. Dans tous les cas, au milieu de ce siècle, EDF devra mettre en place de grands chantiers de démantèlement¹⁰⁰ des 58 réacteurs nucléaires REP¹⁰¹ répartis sur 19 centrales, en plus des réacteurs dont le démantèlement avance laborieusement¹⁰². Outre le travail que représente ce nombre en lui-même, EDF a peu d'expérience dans ce domaine, et il serait précautionneux d'imaginer prioriser les sites à risques de submersion comme les sites en bord de mer pour y concentrer les efforts de démantèlement. EDF devra assurer la protection de la centrale de Gravelines face à ces risques, accrus par le dérèglement climatique, jusqu'à la fin du démantèlement du site qui pourrait se terminer à la fin de ce siècle.

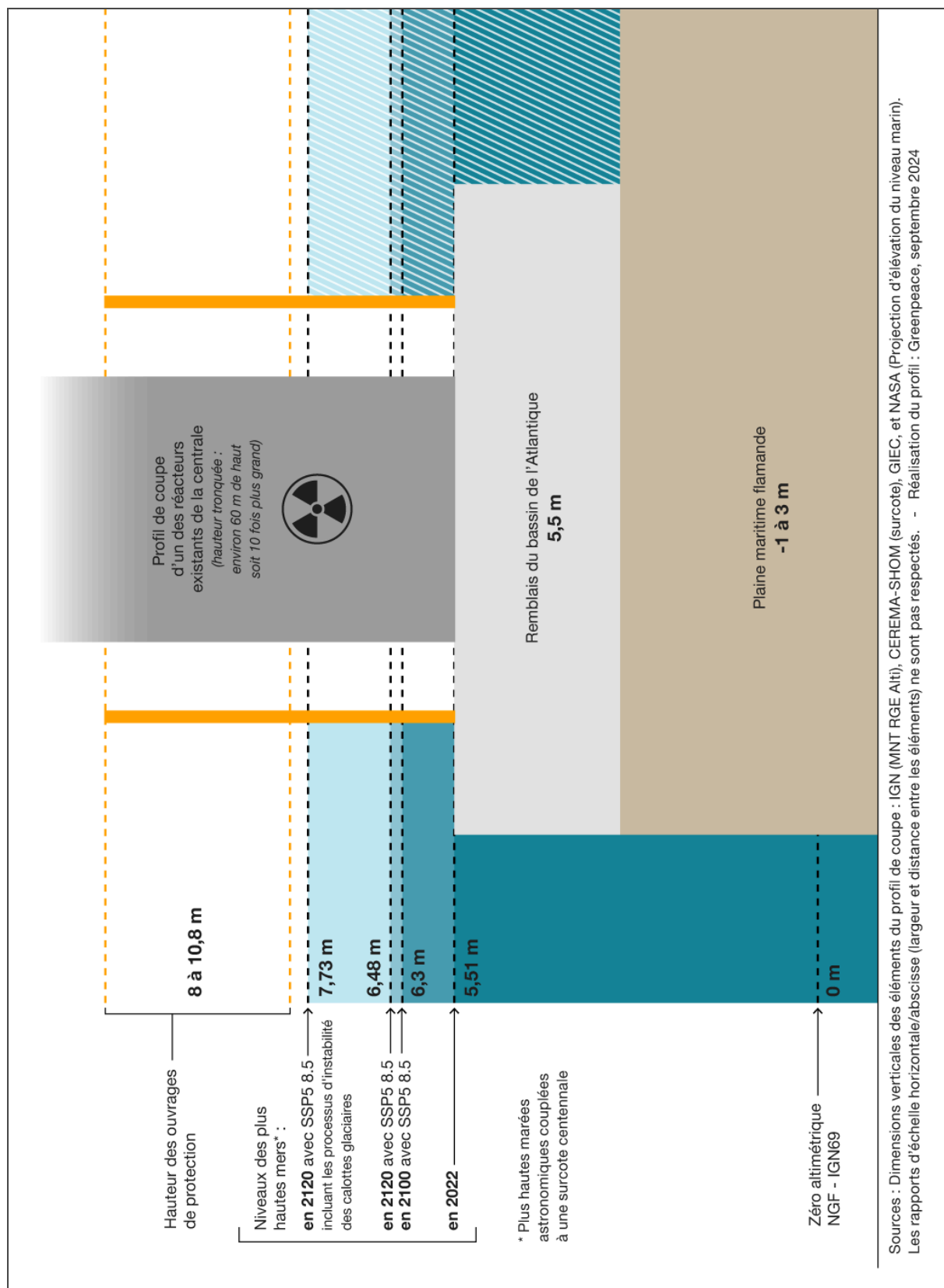
⁹⁹ Enquêtes Publiques sur les dispositions de sûreté nucléaire proposées par EDF lors du 4e réexamen périodique des réacteurs n°1 et n°3 (VD4) le 27 février 2023.

https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2024-02/Doc%20pedago%20V2b%20PaP%20WEB_0.pdf

¹⁰⁰ Le terme de démantèlement couvre l'ensemble des activités, techniques et administratives, réalisées après l'arrêt définitif d'une installation nucléaire, afin d'atteindre un état final prédéfini où la totalité des substances dangereuses et radioactives a été évacuée de l'installation.

¹⁰¹ Réacteur à eau sous pression

¹⁰² Global Chance, « Une "industrialisation" du démantèlement qui tarde », *Les cahiers de GLOBAL CHANCE* - N° 29 - avril 2011. <https://www.global-chance.org/IMG/pdf/GC29p91-97.pdf>



↑ **Figure 8 : Profil de coupe schématique de la centrale de Gravelines actuelle, ses infrastructures de protection côtières et différents niveaux d'eau (actuels et en 2120)**

En cas d'événement de submersion avec remontée d'eau de mer, la protection de la centrale de Gravelines actuelle reposerait donc sur la hauteur et la robustesse des palplanches, des digues et la fermeture des portes étanches.

En cas de situation extrême, l'objectif vital pour la centrale est de garantir l'évacuation de l'électricité produite et le refroidissement des réacteurs nucléaires pour éviter une fusion des cœurs et le dégagement de matières radioactives dans l'atmosphère et l'eau. La force d'action rapide nucléaire¹⁰³ (FARN) opérationnelle depuis 2016 a pour mission d'intervenir en cas d'incident ou d'accident pour assurer la réalimentation en eau, en air et en électricité, des fonctions essentielles pour un site nucléaire.

Mais combien de temps la sûreté de la centrale de Gravelines peut-elle être assurée si celle-ci devient une île ? Les dispositifs évoqués plus hauts peuvent-ils suffire ? Qu'en est-il d'une conjonction d'événements météorologiques extrêmes dans une région soumise à un risque d'inondation déjà important, aussi bien par submersion marine que par crue fluviale et remontée de nappe phréatique, et qui tend à augmenter avec l'aggravation du dérèglement climatique et la hausse du niveau marin ?

Dans le dossier des maîtres d'ouvrage portant sur le projet de construction de deux réacteurs EPR2 sur le site de Gravelines, **EDF annonce vouloir construire ces derniers sur une plateforme de 11 mètres de haut¹⁰⁴, ce qui constituerait la principale mesure de protection des nouveaux réacteurs contre les inondations.**

Outre le fait que le choix de cette hauteur n'est nullement documenté ou justifié dans le dossier, **la construction de deux réacteurs nucléaires « en altitude » au bord d'une mer montante et sur une zone exposée aux risques de submersion augmente le risque de voir la centrale isolée régulièrement en une île**, avec tous les risques que cette situation implique pour le fonctionnement de la centrale, la sûreté nucléaire, la population et l'environnement.

L'isolement de la centrale de Gravelines ceinturée par l'eau affecterait l'ensemble de l'infrastructure. Cette situation engendrerait un fonctionnement de la centrale en

¹⁰³ EDF, « la FARN s'entraîne à la centrale de Nogent », mai 2024. <https://www.edf.fr/la-centrale-nucleaire-de-nogent-sur-seine/les-actualites-de-la-centrale-nucleaire-de-nogent/la-farn-sentraîne-a-la-centrale-de-nogent>

¹⁰⁴ EDF, Dossier des maîtres d'ouvrages, Gravelines - Projet de construction d'une paire de réacteurs EPR2 Débat public sous l'égide de la CNDP du 17 septembre 2024 au 17 janvier 2025, publié par la CNDP en 2024, p. 75. <https://www.debatpublic.fr/projet-nouveaux-reacteurs-nucleaires-gravelines/le-projet-en-bref-6068>

mode dégradé, en posant des défis d'accès au site pour les travailleurs et travailleuses, notamment pour le renouvellement des équipes. Des fonctions vitales seraient mises en péril, comme l'évacuation de l'électricité produite par la centrale, son alimentation électrique, et le fonctionnement des pompes pour le refroidissement des réacteurs. Le raccordement de la centrale nucléaire au réseau électrique externe serait notamment affecté¹⁰⁵. Le réacteur EPR2 dispose certes d'un délai de carence d'environ 100 heures, mais une panne complète de l'alimentation électrique externe et de secours due à l'impossibilité de mettre à disposition du gazole entraînerait une situation d'urgence non maîtrisable pour la centrale nucléaire.

Cette situation d'isolement potentiel de la centrale EPR2 sur une île doit être considérée comme une limite de conception à ne pas franchir.

¹⁰⁵ EDF prévoit l'alimentation électrique des réacteurs EPR-2 comme suit :

- deux lignes aériennes de 400.000 volts vers la sous-station électrique.
- deux lignes souterraines de 400.000 volts pour alimenter les structures auxiliaires des deux EPR-2.
- deux lignes souterraines de 90.000 volts pour alimenter le site.

2.2. Des risques de submersion sous-estimés

Si EDF a bien mis en œuvre les mesures demandées par l'ASN suite à l'accident nucléaire de Fukushima¹⁰⁶ pour améliorer la protection des centrales existantes face à la montée du niveau de la mer, et à d'autres impacts du dérèglement climatique actuel, de nombreuses insuffisances ont été relevées.

A/ Des calculs de risques basés sur des référentiels climatiques obsolètes ou non spécifiés

La Cour des comptes, dans son rapport sur *l'adaptation au changement climatique du parc des réacteurs nucléaires*, indique que « les exploitants ont pris en compte le changement climatique mais doivent encore intensifier leurs actions d'adaptation »¹⁰⁷. La Cour relève que la conception des réacteurs EPR2 en bord de mer exclut le scénario du GIEC SSP5-8.5 incluant les processus d'instabilité des calottes glaciaires qui provoquerait une hausse plus élevée du niveau de la mer. La Cour des comptes précise que la marge prévue par EDF pour ces réacteurs en bord de mer est insuffisante pour faire face aux « effets éventuels d'une accélération de la fonte des calottes glaciaires, événement à faible probabilité mais à fort impact, dont le Haut conseil pour le climat estime qu'il est prudent de tenir compte pour des installations sensibles de long terme. Ce scénario induit dès 2075 une élévation du niveau de la mer de 0,9 à 1,25 mètres, soit plus de deux fois ce qui est projeté à la même date dans le scénario SSP5-8.5.¹⁰⁸ »

Dans son document « Risques climatiques - Comment EDF s'adapte au changement climatique »¹⁰⁹, EDF cite un chiffre pour illustrer la diapositive 22 intitulée *Agir - Élévation du niveau de la mer* : « Au-delà de 2 °C, la vitesse de l'élévation du niveau de la mer pourrait atteindre 1 cm/an en moyenne globale après 2050. » Ce chiffre ne

¹⁰⁶ ASN, Décision n°2012-DC-0286, juin 2012. <https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/bulletin-officiel-de-l-asn/installations-nucleaires/decisions-individuelles/decision-n-2012-dc-0286-de-l-asn-du-26-juin-2012>

¹⁰⁷ Cour des Comptes, *L'adaptation au changement climatique du parc des réacteurs nucléaires*, mars 2023, p. 335. <https://www.ccomptes.fr/fr/documents/68849>

¹⁰⁸ *Id.* p. 347

¹⁰⁹ EDF, *Risques climatiques - Comment EDF s'adapte au changement climatique*, juillet 2024, diapositive 22. www.edf.fr/sites/groupe/files/2024-07/edfgroup_adaptation-au-climat_20240712_fr.pdf

traduit pas la gravité des scénarios aujourd'hui envisagés par des scientifiques sur l'accélération possible de la montée du niveau de la mer.

Dans le dossier des maîtres d'ouvrage pour Gravelines, EDF explique que « Ce design générique [des EPR2] 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. »¹¹⁰

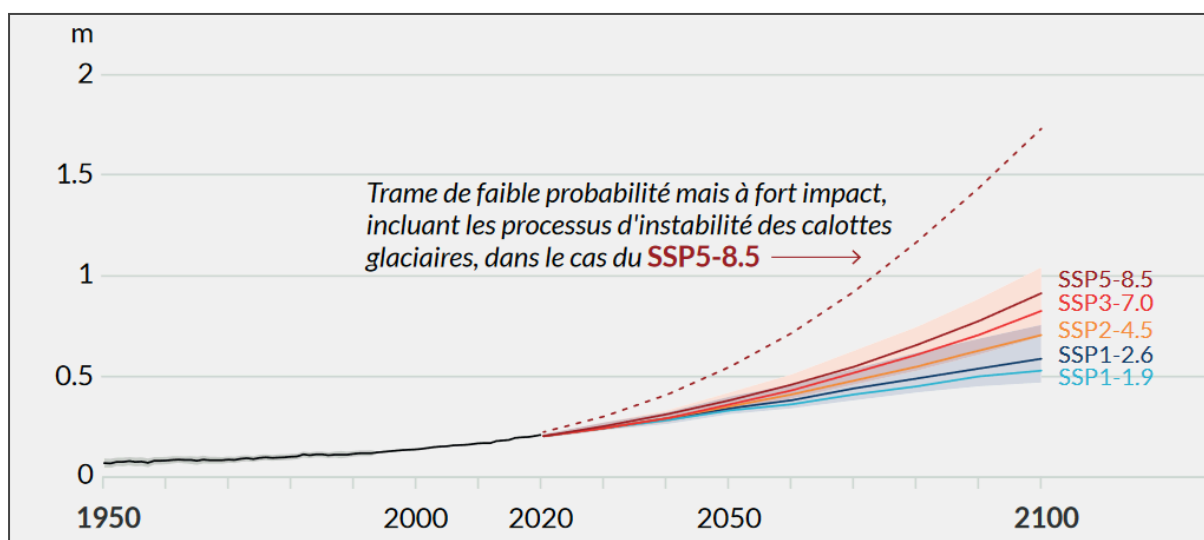
Dans ce document, EDF dit travailler selon les modèles physiques et scénarios socio-économiques du sixième rapport du GIEC mais ne précise pas quel scénario climatique correspond à ce que l'électricien considère comme « scénario de changement climatique pénalisant ». Comme exposé dans le chapitre précédent, au-delà des scénarios conventionnels présentés par le GIEC (de SSP1 à SSP5), le scénario dit « à faible probabilité » SSP5-8.5 avec déstabilisation des calottes glaciaires gagne aujourd'hui en considération. Ce scénario n'est plus seulement envisagé au sein de la sphère scientifique, il est également pris en compte dans le cadre des politiques territoriales de certains pays comme l'Angleterre¹¹¹ (le scénario H++ table sur une élévation de 1,9 m pour 2100¹¹² et est recommandé notamment pour les infrastructures sensibles telles que les centrales nucléaires¹¹³).

¹¹⁰ Dossier des maîtres d'ouvrages, p. 129

¹¹¹ « UKCP18 Marine Report » (Environment Agency ; Department for Environment, food and rural affairs ; Department for business, energy and industrial strategy ; Met office Hadley centre., novembre 2018). <https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/research/ukcp/ukcp18-marine-report-updated.pdf>.

¹¹² « Flood Risk Assessments: Climate Change Allowances », GOV.UK, 27 mai 2022. <https://www.gov.uk/guidance/flood-risk-assessments-climate-change-allowances>.

¹¹³ Jonathan Simm et al., « Effective Coastal Climate Services—An End-User Perspective for Resilient Infrastructure », *Frontiers in Marine Science* 8 (25 août 2021), <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.706048>.



↑ **Figure 9 : extrait du sixième rapport du GIEC basé sur des données de 2021 montrant les scénarios d'évolution du niveau de la mer à l'échelle globale par rapport à 1900 (GIEC, 2021)**¹¹⁴

Le graphique ci-dessus, extrait du sixième rapport du GIEC n'évoque pourtant pas le pire scénario qui est en discussion aujourd'hui dans le milieu scientifique.

L'International Cryosphere Climate Initiative, dans son rapport *Two Degrees is Too High* publié en 2023, évoque en effet un scénario encore pire, avec une possibilité d'augmentation du niveau de la mer d'un mètre d'ici à 2070 et de trois mètres d'ici à 2100 si la trajectoire des émissions à effet de serre continue comme aujourd'hui¹¹⁵.

Au vu du rapport de la Cour de Comptes mentionné précédemment, **il est impératif qu'EDF communique sur des éléments d'une telle importance de manière détaillée dans un dossier rédigé pour tenir un débat public. Ce dossier doit être en mesure de permettre un débat éclairé notamment sur la vulnérabilité du site de Gravelines au dérèglement climatique.**

B/ Des marges de sécurité déterminées sans explication

Dans le chapitre sur *La prise en compte du changement climatique à la conception pour le palier EPR2* du dossier du maître d'ouvrage à propos du projet d'ajouter une paire de

¹¹⁴ GIEC, « Changement climatique 2021 - Les bases scientifiques physiques - Résumé à l'intention des décideurs », p. 24. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_French.pdf

¹¹⁵ International Cryosphere Climate Initiative, *State of Cryosphere 2023 - Two Degrees is too high*, novembre 2023, p. 13. <https://iccinet.org/statecryo23/>

réacteur EPR2 à Penly, EDF explique utiliser des données qui « s'appuient sur les travaux de la veille climatique assurée par EDF sur la base de scénarios du GIEC. Ainsi, certaines des données de base de conception intègrent les évolutions estimées jusqu'à la fin du siècle (températures d'air, niveau marin haut, par exemple) avec des marges qui rendront l'installation résiliente à une aggravation ultérieure. » Un peu plus loin, EDF ajoute : « Pour les sites prévus en bord de mer : une marge de conception d'un mètre est actuellement prise, en plus des conservatismes liés à l'intégration d'un niveau d'aléas extrême pour couvrir les impacts du dérèglement climatique sur la hausse du niveau de la mer. »¹¹⁶

Cette phrase en partie sybilline sur « les conservatismes liés à l'intégration d'un niveau d'aléas extrême » ne donne aucune explication sur les référentiels pris en compte dans ces « conservatismes » ou la manière dont la marge d'un mètre a été déterminée.

Greenpeace émet de sérieux doutes sur la capacité de la « marge » déterminée par EDF à « rendre l'installation résiliente à une aggravation ultérieure ».

De fait, comme mentionné plus haut, la Cour des comptes écrit clairement que la marge prévue par EDF est insuffisante pour faire face aux « effets éventuels d'une accélération de la fonte des calottes glaciaires ». Lorsque EDF parle de la prise en compte d'un « niveau d'aléas extrême », elle ne prend donc pas en compte les pires scénarios actuels envisagés par les scientifiques concernant la vitesse d'augmentation du niveau de la mer.

Dans le dossier des maîtres d'ouvrage sur le projet d'EPR2 à Gravelines, EDF explique prendre une période de retour de 10 000 ans¹¹⁷ pour les enjeux de sûreté. « Pour un site en bord de mer, cela se traduit notamment par une marge climatique de l'ordre d'un mètre. » EDF dit prendre en compte cette marge « dans la conception du projet EPR2 de Gravelines, et notamment dans la définition de la hauteur de la plateforme à 11 mètres NGF ».

Aucun calcul ni analyse détaillée n'est disponible publiquement à ce stade. Aucune explication n'est disponible sur ce que signifie pour EDF la notion de « marge climatique ».

¹¹⁶ EDF, 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, p. 115. www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-10/PenlyEPR-DMO-EDF-RTE.pdf

¹¹⁷ Prise en compte des événements susceptibles de se produire une fois tous les 10 000 ans.

Pour Greenpeace, la prise en compte d'une période de retour de 10 000 ans pour les calculs de sûreté des centrales nucléaires n'a pas de sens au regard des approches d'analyses de risque reconnues scientifiquement et qui ont fait leurs preuves.

Le concept de « période de retour » n'est pas utilisé dans les analyses de risque. Que veut dire EDF par « période de retour » en termes d'analyse de risque ?

Dans les méthodes d'analyse de risque qui ont fait leurs preuves dans tous les secteurs industriels, la règle d'or est de traiter séparément la criticité et la gravité des événements. La criticité prend en compte la probabilité d'occurrence, de détection et la gravité des conséquences d'un événement. La gravité est évaluée indépendamment de la probabilité.

L'inondation d'une centrale nucléaire est un événement dont la gravité intrinsèque est trop grave pour être traitée selon sa probabilité d'occurrence. Sur ce constat, ce risque doit être traité en tant que tel. EDF doit documenter comment elle a évalué la hauteur d'eau maximale possible dans le prochain siècle. **EDF doit démontrer qu'elle peut protéger la centrale contre cette hauteur d'eau maximale pendant toute la durée de vie de l'infrastructure.**

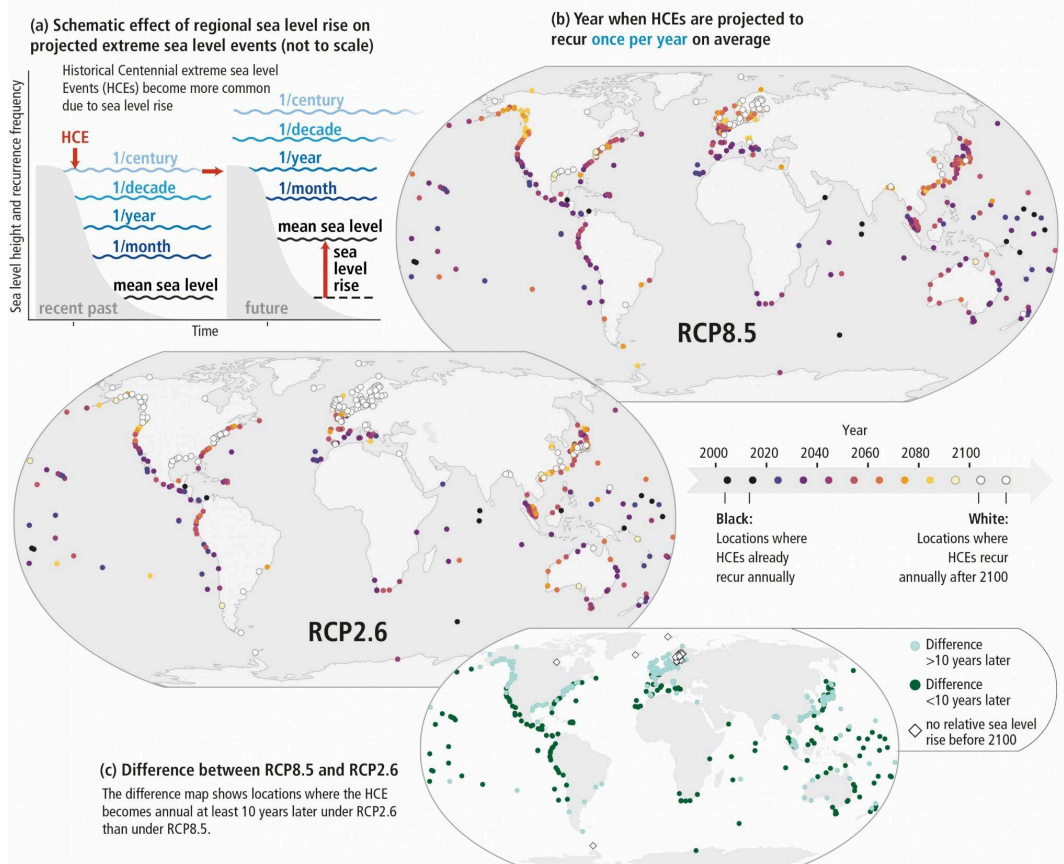
Ne pas prendre en compte la cinétique de détérioration du climat conduit à sous-estimer les risques puisque le dérèglement du climat le rend instable, spécialement dans le cas d'études du risque de submersion. En effet, le GIEC a acté que même dans le scénario 1.5, le niveau de la mer continuera à monter pendant très longtemps et restera un paramètre instable dans la durée.

Le graphique SPM.4 du rapport spécial du GIEC sur les océans et la cryosphère dans un climat qui change¹¹⁸, montre dans la partie (a) comment le niveau de montée de la mer peut transformer une surcote actuellement estimée avec une période de cent ans, en surcote annuelle. La partie (b) illustre que l'occurrence de ce phénomène est prévue sur une grande partie du globe, et notamment en France avant la fin du siècle.

¹¹⁸ GIEC, Special Report: Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, 2019.
www.ipcc.ch/srocc

Extreme sea level events

Due to projected global mean sea level (GMSL) rise, local sea levels that historically occurred once per century (historical centennial events, HCEs) are projected to become at least annual events at most locations during the 21st century. The height of a HCE varies widely, and depending on the level of exposure can already cause severe impacts. Impacts can continue to increase with rising frequency of HCEs.

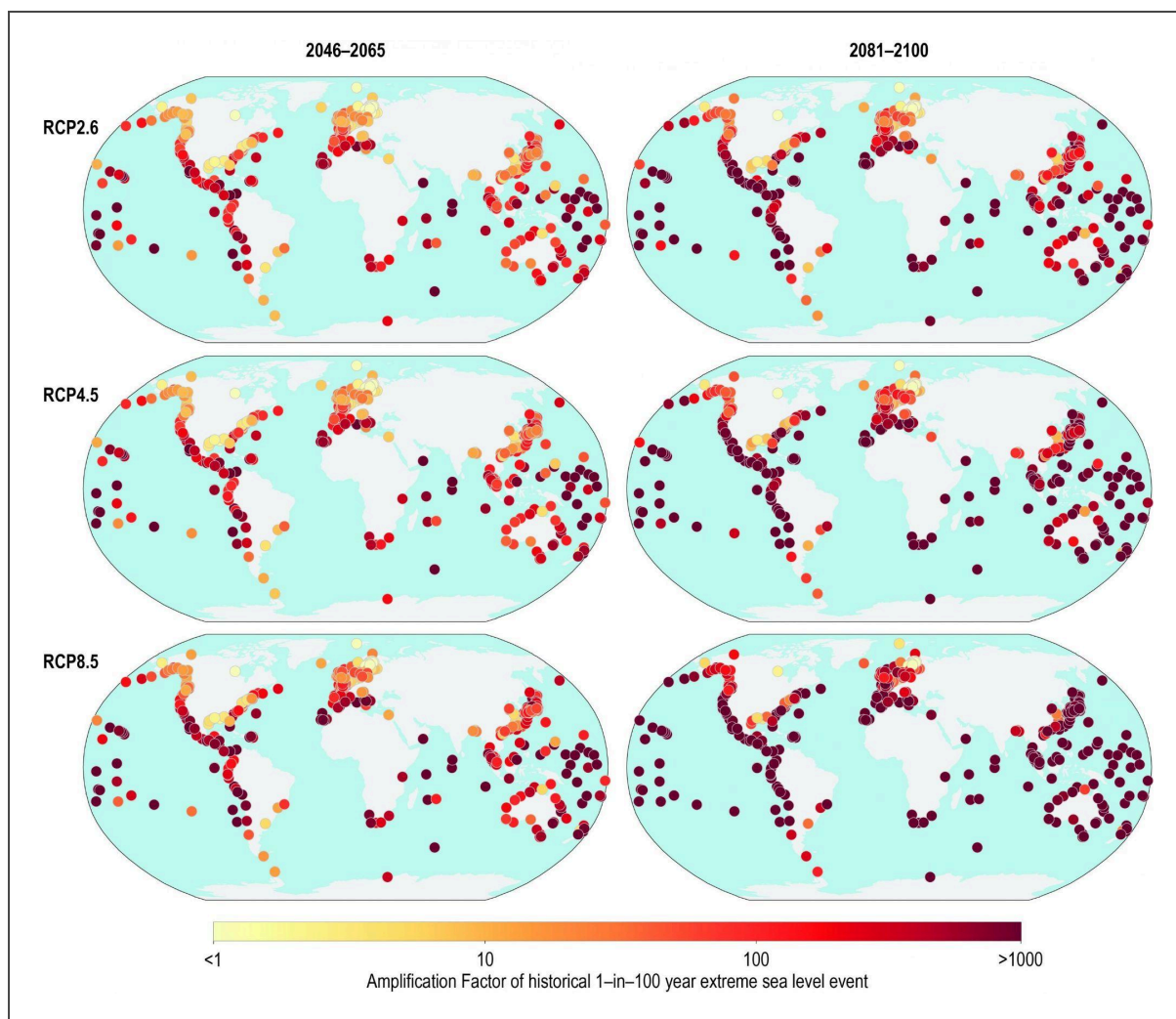


↑ **Figure 10 : événements extrêmes liés au niveau de la mer, graphique SPM-4, GIEC¹¹⁹.**

La figure 4.12 du même rapport, montre que pour des événements extrêmes arrivant aujourd'hui tous les cent ans, le dérèglement climatique va agir comme un amplificateur. En fonction des endroits du globe, cette amplification peut se situer dans une fourchette entre [<1 et >1000]. D'ici à la fin du siècle (2081 - 2100), selon le scénario RCP 8.5, une grande partie de la France sera en rouge foncé avec un facteur d'amplification qui dépasse 1000. Une surcote arrivant avec une période de retour de 10 000 ans aujourd'hui pourrait donc se produire tous les dix ans à la fin du siècle.

¹¹⁹ GIEC, Graphique SPM.4, Événements extrêmes liés au niveau de la mer, 2019.

www.ipcc.ch/srocc/chapter/summary-for-policymakers/spm-section-3/srocc_spm4_final_edit_sl/



↑ **Figure 11 : Figure 4.12 du rapport sur les océans et la cryosphère dans un climat qui change du GIEC : les facteurs de multiplication des événements extrêmes¹²⁰**

Explication du GIEC sur cette figure : Figure 4.12 - Les couleurs des points expriment le facteur par lequel la fréquence des événements extrêmes liés au niveau de la mer augmente à l'avenir pour des événements qui ont historiquement une période de retour de 100 ans. Ainsi, une valeur de 50 signifie que ce qui est actuellement un événement de un sur 100 ans se produira tous les deux ans en raison de l'élévation du niveau moyen de la mer.

Cette évaluation du risque basée sur une période de retour n'est pas fondée au vu des méthodes d'analyses de risques éprouvées. EDF doit fournir une analyse de risque selon un modèle reconnu et documenté, garantissant la sûreté de nouveaux

¹²⁰ GIEC, Graphique SPM.4, Événements extrêmes liés au niveau de la mer, 2019. www.ipcc.ch/srocc/chapter/summary-for-policymakers/spm-a-observed-changes-and-impacts/ipcc-srocc-ch_4_12

réacteurs nucléaires jusqu'à la fin de leur durée de vie à l'horizon du début/milieu du siècle prochain.

C/ Une absence de projections du risque de submersion à l'horizon 2130

Dans le dossier du maître d'ouvrage pour le projet d'une paire de réacteurs EPR2 à Penly, EDF déclare que « les réacteurs EPR2 sont conçus pour être résilients au changement climatique sur toute leur durée de fonctionnement de 60 ans ».¹²¹

À cette durée s'ajoute pourtant celle de la construction (mise en service des réacteurs de Gravelines planifiée par EDF en 2038 et 2039), du démantèlement estimé par EDF à 15 ans¹²² et des potentiels retards puisque les retours d'expérience de la filière des réacteurs EPR discréditent les estimations actuelles des délais (et du coût) du programme « nouveau nucléaire » avec une sous-estimation systématique des coûts et des durées de construction¹²³. Ce calcul global mène alors à l'horizon 2120 - 2130. La temporalité de ce projet EPR2, en incluant les phases de construction, d'exploitation et de démantèlement des réacteurs, est donc au moins de l'ordre du siècle.

EDF devrait prouver qu'elle est en mesure de garantir la protection de ses nouveaux réacteurs nucléaires face au dérèglement climatique à l'horizon 2120-2130. Ce n'est pas son ambition affichée dans les dossiers des maîtres d'ouvrages de Penly et de Gravelines.

Pour déterminer si ses nouveaux réacteurs nucléaires peuvent effectivement être « conçus pour être résilients au changement climatique sur toute leur durée de fonctionnement », il ne suffit pas de l'écrire. Afin de choisir un site de construction d'une installation nucléaire, EDF devrait être obligée de tenir compte d'une étude d'impact environnemental comprenant une analyse des risques liés au dérèglement climatique basée sur les dernières avancées scientifiques, et à ses interactions avec les évolutions naturelles de la côte, à l'horizon 2130. Une telle étude, qui devrait être

¹²¹ EDF, 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, p. 114. www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-10/PenlyEPR-DMO-EDF-RTE.pdf

¹²² EDF a cependant peu de retour d'expérience sur le démantèlement des centrales nucléaires. Dans le Finistère, la centrale expérimentale de Brennilis qui date est en procédure de démantèlement depuis 1985, et prévue pour durer au moins jusqu'à 2040, soit une durée de 55 ans.

¹²³ Greenpeace, *Coût du « nouveau nucléaire » : l'insoutenable légèreté d'EDF*, 2024. www.greenpeace.fr/cout-nouveau-nucleaire-insoutenable-legerete-edf

accessible au public, devrait être exigée par les autorités responsables de la sûreté nucléaire, qu'elles soient indépendantes ou étatiques. Cette étude devrait être menée dès les prémices du projet.

Dans son rapport sur l'adaptation au changement climatique du parc des réacteurs nucléaires, la Cour des comptes explique que des études de préfaisabilité ont été réalisées par EDF pour choisir les sites d'implantation des nouveaux réacteurs nucléaires. La Cour déclare que « Les questions climatiques sont l'un des paramètres de la décision d'implantation de ces nouveaux EPR », et que « Le changement climatique est pris en compte au travers de ces critères lorsqu'ils y sont sensibles, ce qui est le cas la plupart du temps, sans pour autant faire l'objet d'une analyse ou d'une étude "systémique". »¹²⁴

Plusieurs questions se posent quant à ces études de préfaisabilité : d'après la Cour des comptes, les études ayant mené à la désignation des sites de Penly et Gravelines ont été réalisées « entre 2016 et 2018 ». Ce rapport mentionne largement l'aggravation des prévisions climatiques depuis lors, et son implication sur les perspectives de plus en plus pessimistes de hausse du niveau de la mer. Ensuite, au vu de l'insuffisance des référentiels concernant les projections climatiques affichés dans les documents qu'EDF communique au grand public, il est légitime de mettre en cause ceux qui ont été pris comme hypothèses dans ces études de préfaisabilité.

Greenpeace a fait une demande de transmission des études ayant permis de choisir ce site d'implantation de nouveaux réacteurs, dont « l'étude technique de préfaisabilité », car elles ne sont pas rendues publiques, et ce notamment au ministre de la Transition écologique¹²⁵. La Délégation interministérielle au nouveau nucléaire du gouvernement a refusé de lui transmettre, en renvoyant aux informations qu'EDF mettra à disposition dans le cadre du débat public organisé par la Commission nationale de débat public (CNDP) pour le projet de Gravelines. Le manque de transparence de la filière nucléaire est une constante, toujours aussi inquiétante dans le cas de la construction de projets impactant les générations présentes et futures.

¹²⁴ Cour des comptes, *L'adaptation au changement climatique du parc des réacteurs nucléaires*, mars 2023, p. 347. <https://www.ccomptes.fr/fr/documents/68849>

¹²⁵ Greenpeace a envoyé plusieurs demandes fin juillet 2024 : 1/ au ministre de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires qui a refusé en communiquant par écrit, 2/ au ministre de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique (son absence de réponse est un refus implicite) et 3/ à EDF qui a demandé un délai complémentaire.

L'absence de communication d'études d'impact environnemental comprenant une analyse des risques liés au dérèglement climatique sur ces nouvelles installations nucléaires à l'horizon de la fin de leur démantèlement dans les années 2130, les marges décrétées sans justification et l'incohérence des référentiels indiqués dans les différents documents de l'entreprise vis-à-vis des dernières avancées scientifiques sur le climat laissent penser qu'EDF ne mesure pas l'enjeu de la menace que fait peser le dérèglement climatique sur d'éventuelles nouvelles installations nucléaires et la population alentour.

Les mêmes questions se posent en Angleterre pour les sites de Hinkley Point et Sizewell, où EDF est en plein chantier de construction de deux réacteurs de modèle EPR pour le premier site¹²⁶ et en négociation pour la construction de deux autres réacteurs EPR sur le deuxième¹²⁷. Dans son rapport sur la vulnérabilité des centrales nucléaires britanniques aux impacts du dérèglement climatique, Paul Dorfman, expert en sûreté nucléaire, membre associé de l'unité de recherche sur la politique scientifique à l'université du Sussex et président du Nuclear Consulting Group, démontre que le nucléaire côtier britannique est littéralement en première ligne du changement climatique, soumis à des risques d'inondation, dans une temporalité bien plus rapide que ne le suggèrent l'industrie nucléaire ou les autorités de régulation¹²⁸. Il mentionne notamment les sites côtiers d'Hinkley Point et de Sizewell. Selon une analyse du gouvernement britannique que s'est procuré le journal *The Guardian*, douze des dix neuf sites nucléaires civils britanniques seraient exposés au risque d'inondation et d'érosion côtière en raison du changement climatique. Parmi ces sites, la centrale nucléaire de Sizewell serait déjà à risque de submersion, et Hinkley Point, qui présenterait déjà un faible risque d'inondation, serait confronté dans les années 2080 à un risque élevé à la fois d'inondation et d'érosion¹²⁹.

¹²⁶ EDF, *Point d'actualité sur le projet Hinkley Point C*, janvier 2024. www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/journalistes/tous-les-communiqués-de-presse/point-dactualite-sur-le-projet-hinkley-point-c

¹²⁷ EDF, Sizewell C. <https://www.edfenergy.com/energy/nuclear-new-build-projects/sizewell-c>

¹²⁸ Paul Dorfman, « Climate Change UK Nuclear », *Nuclear Consulting Group*, juin 2021. <https://www.nuclearconsult.org/wp/wp-content/uploads/2021/06/Climate-Change-UK-Nuclear-June-2021.pdf>

¹²⁹ The Guardian, *UK nuclear sites at risk of flooding, report shows*, Rob Edwards, mars 2012. www.theguardian.com/environment/2012/mar/07/uk-nuclear-risk-flooding

D/ La nécessité d'une analyse multifactorielle

EDF écrit dans son dossier du maître d'ouvrage pour le projet de construction d'une paire de réacteurs EPR2 à Penly que la conception de l'EPR2 intègre des évaluations des aléas associés¹³⁰ comme ci-dessous :

La conception de l'EPR2 intègre des évaluations des aléas associés :

- **au niveau marin le plus haut** qui, à partir du niveau maximal théorique (coefficient 120) intègre d'une part, une surcote millénale (c'est-à-dire un événement exceptionnel qui n'a lieu que tous les 1000 ans), et d'autre part, une évaluation de l'évolution du niveau marin ;
- **au niveau d'étiage** (plus basses eaux) : prise en compte du débit millénal avec un facteur de minoration ;
- **aux températures chaudes** (air et eau) : évaluations sur la base des modèles climatiques utilisant les données des scénarios du GIEC.

Dans le dossier des maîtres d'ouvrage portant sur le projet de construction de deux réacteurs EPR2 sur le site de Gravelines, EDF déclare que le réacteur EPR2 intègre ainsi les effets prévisibles du changement climatique dès sa conception pour le siècle à venir 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 clapot ;
- 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. »

Dans ce dossier, il n'est nullement fait mention des termes « érosion », « trait de côte », « surcote », « pluie », « tempête », « subsidence ». L'étude des aléas associés aux dynamiques morfo-sédimentaires naturelles et modifiées par l'action humaine, elles-mêmes influencées par l'évolution du dérèglement climatique, est pourtant fondamentale dans l'évaluation des risques de submersion.

Après le passage de la tempête meurtrière Xynthia en France le 28 février 2010, le Sénat, dans son rapport intitulé *Xynthia : les leçons d'une catastrophe (rapport d'étape)*¹³¹, attribuait son caractère extraordinaire à la conjonction exceptionnelle de

¹³⁰ EDF, 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, p. 114. www.debatpublic.fr/sites/default/files/2022-10/PenlyEPR-DMO-EDF-RTE.pdf

¹³¹ Sénat, *Xynthia : les leçons d'une catastrophe (rapport d'étape)*, juin 2010. www.senat.fr/rap/r09-554/r09-554_mono.html#:~:text=Cette%20temp%C3%AAt%20a%20malheureusement%20provoqu%C3%A9,origine%20de%20d%C3%A9g%C3%A2ts%20mat%C3%A9riels%20consid%C3%A9rables

trois phénomènes naturels : la « surcote » produite par la tempête elle-même, le coefficient de la marée (102, pour un maximum de 120 pour les plus hautes marées astronomiques) et une fragilisation du trait de côte.

Différents paramètres interagissent en effet avec la montée du niveau de la mer, comme l'érosion côtière et le recul du trait de côte, l'évolution de la fréquence et de l'intensité des phénomènes de surcote ou la cinétique des sols liées aux mouvements de subsidence.

L'érosion côtière et le recul du trait de côte

La morphologie du littoral évolue constamment. En dehors même du dérèglement climatique, la côte vit naturellement, travaillée par des dynamiques morpho-sédimentaires qui font que le sable (i.e les sédiments) s'en va (phénomène d'érosion) ou s'accumule (phénomène d'accrétion) sous l'effet combiné de processus naturels et de l'action humaine. Le long d'une côte, la présence de digues peut retenir le sable mais cette même côte peut être rongée un peu plus loin par un phénomène d'érosion sur une partie non protégée. Ces phénomènes modifient « le trait de côte » qui définit la limite entre la terre et la mer. Sous l'effet combiné de l'érosion par les vagues et de l'élévation du niveau de la mer, l'eau avance progressivement sur les terres et provoque un « recul du trait de côte ». Ce phénomène rend les côtes plus vulnérables au risque de submersion.

Comme l'ont étudié les scientifiques Arnaud Héquette, Marie-Hélène Ruz, Olivier Cohen et François G. Schmitt, les dynamiques morpho-sédimentaires subissent l'influence du dérèglement climatique. Ils et elles écrivent dans une étude datant de 2022 :

« Les conséquences attendues du dérèglement climatique sont, entre autres, une élévation du niveau de la mer [...] ainsi qu'une plus grande fréquence des hauts niveaux d'eau, ce qui accélérerait l'érosion côtière et augmenterait les risques de submersions marines et ce particulièrement sur les côtes basses. »¹³²

¹³² Arnaud Héquette et al., « Cartographie prospective d'évolution du trait de côte et des risques de submersion dans le contexte du changement climatique : une méthode appliquée au littoral du nord de la France », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, n° Volume 22 numéro 3 (6 décembre 2022). doi.org/10.4000/vertigo.36442.

Couplée à l'élévation du niveau des mers, l'érosion peut en effet accentuer le recul du trait de côte et la fragilisation des obstacles naturels à la submersion (plage, cordon dunaire, etc.)¹³³.

Les dynamiques morpho-sédimentaires, la vitesse d'élévation du niveau de la mer et l'impact de cette élévation sur l'érosion et l'évolution du trait de côte naturel doivent être prises en compte par EDF dans la modélisation de l'évolution du niveau de la mer.

L'évaluation de ces phénomènes comporte toujours une marge d'erreur liée notamment au caractère inédit des modifications climatiques en cours. Parmi les incertitudes liées au recul du trait de côte par exemple, il y a celles liées à l'accélération plus ou moins rapide de la montée du niveau de la mer qui peut affecter la pente de l'avant-côte de la plage et modifier ainsi les dynamiques morpho-sédimentaires¹³⁴.

L'évolution de la fréquence et de l'intensité des phénomènes de surcote

Le niveau de la mer est déterminé par deux facteurs : la marée astronomique¹³⁵ et la surcote. La surcote est la différence entre le niveau d'eau observé et la marée astronomique (ou prédiction du niveau de la mer selon le phénomène astronomique de marée). C'est la différence entre la théorie et la pratique. L'évolution de la fréquence et de l'intensité des phénomènes de surcote (liés aux conditions météorologiques de vent et de pression atmosphérique, ainsi qu'à la houle) est déterminante pour évaluer le risque de submersion à long terme.

Les phénomènes de surcote sont par ailleurs difficiles à anticiper. Le rapport DRIAS de Météo France rapporte un haut niveau d'incertitude sur la projection future des phénomènes météorologiques extrêmes¹³⁶.

¹³³ Carte de l'érosion littorale du CEREMA. geolittoral.din.developpement-durable.gouv.fr/telechargement/indicateur_erosion/cartes_pdf/Indicateur_national_erosion-Hauts_de_France-oct_2015.pdf

¹³⁴ Arnaud Héquette et al., « Cartographie prospective d'évolution du trait de côte et des risques de submersion dans le contexte du changement climatique : une méthode appliquée au littoral du nord de la France », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, n° Volume 22 Numéro 3 (6 décembre 2022). <https://doi.org/10.4000/vertigo.36442>.

¹³⁵ La marée astronomique dépend de la rotation de la Terre et de son attraction gravitationnelle avec la Lune et le Soleil. Des équations permettent de déterminer sa valeur future ou passée.

¹³⁶ Virginie Schwarz, « Les nouvelles projections climatiques de référence pour la Métropole : DRIAS 2020 » (Météo France, 2020), p. 67. <http://www.drias-climat.fr/document/rapport-DRIAS-2020-red3-2.pdf>.

Un article du journal Le Monde publié en 2022 rapporte que, selon une étude menée par des chercheurs de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et de l'université Gustave-Eiffel parue dans la revue Water Resources Research : « Les modèles employés jusqu'à aujourd'hui pour estimer ce risque [inondation] comportent des failles [...] et les surcotes vont être dans le futur plus fréquentes et plus importantes »¹³⁷ Ladite étude visait à améliorer la détermination du phénomène de surcote qui s'appuyait jusqu'alors sur « des données vieilles de trente ans pour extrapoler sur mille ans », ce qui n'a « aucun sens en terme de représentativité ».

L'évolution de la fréquence et de l'intensité des phénomènes de surcote est déterminante pour évaluer le risque de submersion à long terme, notamment pour le site de la centrale nucléaire de Gravelines.

Un autre facteur jusqu'alors peu pris en compte dans les prévisions climatiques est l'impact des vagues.

Une étude internationale coordonnée par l'Institut de recherche pour le développement (IRD) et impliquant des chercheurs du Centre national d'études spatiales (CNES) et de l'ONG Mercator Océan, publiée dans la revue Nature Communications, en 2021¹³⁸, met en avant le rôle des vagues dans l'accélération du risque de submersion marine à l'échelle mondiale¹³⁹. Selon cette étude, les risques de submersion marine ont augmenté de près de 50 % à l'échelle mondiale entre 1993 et 2015. Ce phénomène s'expliquerait par une combinaison de facteurs : l'élévation globale du niveau de la mer et le déferlement des vagues sur les côtes, un phénomène majeur mais peu pris en compte jusqu'à présent dans les prévisions climatiques¹⁴⁰.

¹³⁷ Philippe Robitaille-Grou, « Le risque d'inondation des centrales nucléaires côtières françaises réévalué », *Le Monde.fr*, 7 juillet 2022. www.lemonde.fr/planete/article/2022/07/07/le-risque-d-inondation-des-centrales-nucleaires-cotieres-francaises-reevalue_6133866_3244.html.

¹³⁸ Rafael Almar, Roshanka Ranasinghe, Erwin W.J. Bergsma, Harold Diaz, Angelique Melet, Fabrice Papa, Michalis Vousdoukas, Panagiotis Athanasiou, Olusegun Dada, Luis Pedro Almeida, Elodie Kestenare. « A global analysis of extreme coastal water levels with implications for potential coastal overtopping », *Nature Communications*, 18 juin 2021. DOI :10.1038/s41467-021-24008-9. <https://www.nature.com/articles/s41467-021-24008-9>

¹³⁹ Institut de recherche pour le développement, *accélération du risque de submersion marine à l'échelle mondiale : le rôle des vagues révélé*, juin 2021. <https://www.ird.fr/acceleration-du-risque-de-submersion-marine-lechelle-mondiale-le-role-des-vagues-revele>

¹⁴⁰ Le Dossier des maîtres d'ouvrage pour Gravelines mentionne la prise en compte des vagues et du clapot, p. 33

La cinétique des sols et l'augmentation de la hausse relative du niveau de la mer sous l'effet de la subsidence

L'élévation du niveau des mers peut être exacerbée par la cinétique (le mouvement) des sols et en particulier par les mouvements dits « de subsidence » : ils caractérisent un lent affaissement de la croûte terrestre dans certaines régions du globe. La subsidence est causée par différents facteurs naturels (tectonique, thermique ou par surcharge) et/ou anthropiques (pompage excessif de la nappe phréatique, poids des constructions, sécheresse, extraction de gaz naturel, etc.). Dans ces cas, le sol des terres émergées descend, ce qui augmente mécaniquement la différence entre le niveau du sol et le niveau de la mer (qui lui-même monte), et augmente le risque de submersion¹⁴¹.

Une étude de 2022 présente les résultats d'une analyse de la subsidence dans 99 villes côtières. Elle conclut que : « Dans la plupart des villes, une partie du territoire s'affaisse plus rapidement que le niveau de la mer ne monte et sera confrontée à des inondations plus tôt que prévu »¹⁴². Une autre étude, de 2021, basée sur 290 cas, affirme que « les plaines côtières et les régions deltaïques fluviales sont très fréquemment des zones de subsidence »¹⁴³ (ce qui correspond à la situation géographique de Gravelines).

Un exemple emblématique de lieu de subsidence de la croûte terrestre (causée en partie par le pompage de la nappe phréatique¹⁴⁴) est Jakarta, capitale de l'Indonésie située sur l'île de Java. Elle a été mainte fois inondée malgré la mise en place d'infrastructures de protection¹⁴⁵. La subsidence, et par conséquent l'élévation du niveau des mers, y est tellement incontrôlable que le gouvernement indonésien a

¹⁴¹ Gerardo Herrera-García et al., « Mapping the global threat of land subsidence », *Science* 371, n° 6524 (janvier 2021): 34-36. <https://doi.org/10.1126/science.abb8549>.

¹⁴² Pei-Chin Wu, Meng (Matt) Wei et Steven D'Hondt, « Subsidence in Coastal Cities Throughout the World Observed by InSAR », *Geophysical Research Letters* 49, n° 7 (2022): e2022GL098477. <https://doi.org/10.1029/2022GL098477>

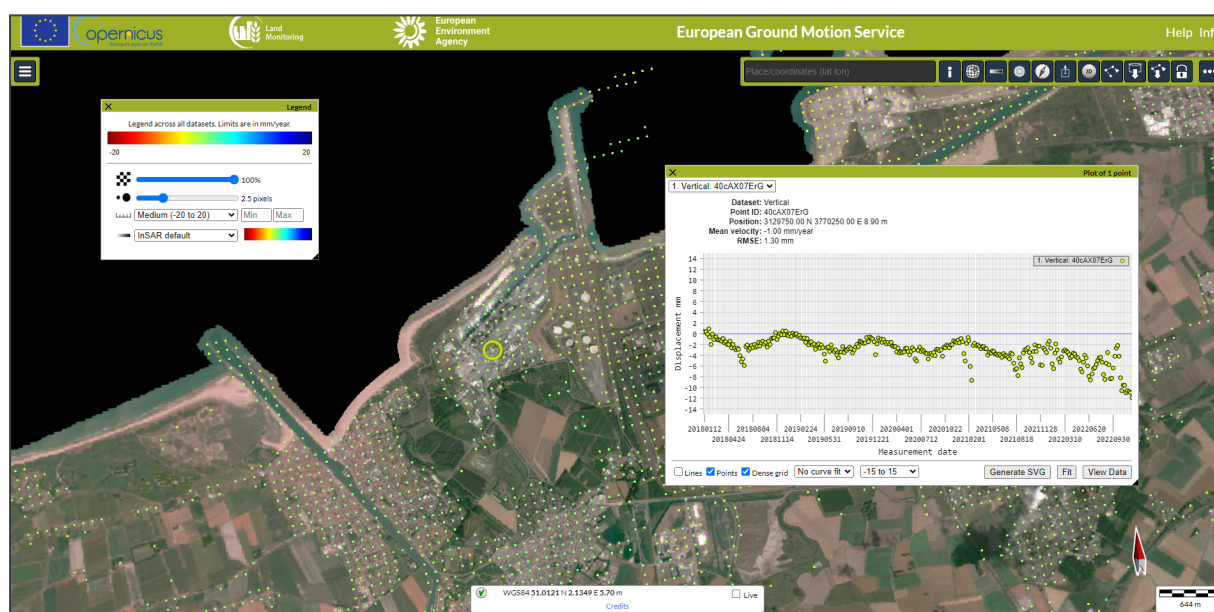
¹⁴³ Mehdi Bagheri-Gavkosh et al., « Land subsidence: A global challenge », *Science of The Total Environment* 778 (15 juillet 2021): 146193. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146193>

¹⁴⁴ Noah Sdiri, « Qu'est-ce que la subsidence, ce phénomène qui fait s'affaisser de nombreuses villes côtières du monde ? », *Geo.fr*, 13 juin 2022. <https://www.geo.fr/environnement/quest-ce-que-la-subsidence-ce-phenomene-qui-fait-saffaisser-de-nombreuses-villes-cotieres-du-monde-210347>

¹⁴⁵ @NatGeoFrance, « Jakarta sera bientôt sous les eaux, le gouvernement lance un plan de sauvetage », *National Geographic*, 2 août 2022. <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/2022/08/jakarta-sera-bientot-sous-les-eaux-le-gouvernement-lance-un-plan-de-sauvetage>.

pris, en 2019, la décision de déplacer la capitale du pays vers une nouvelle ville en cours de construction sur l'île de Bornéo¹⁴⁶.

D'importants progrès ont été réalisés dans ce domaine et de nouveaux outils sont apparus récemment tel que le *European Ground Motion Service* (EGMS) du projet Copernicus de l'Agence Spatiale Européenne (ESA). Cet outil basé sur de l'observation satellite offre une mesure de la cinétique des sols avec une précision millimétrique partout dans le monde et sur un maillage de cellules carrées de 100 mètres (au plus large)¹⁴⁷. Les informations fournies par cette plateforme doivent cependant être complétées par de plus amples analyses¹⁴⁸.



↑ **Figure 12 : Aperçu de la cartographie interactive European ground motion service (EGMS) de l'Agence spatiale européenne dans le secteur de Gravelines avec sélection aléatoire d'un point de mesure (EGMS, août 2024)**

¹⁴⁶ « Urbanisme. Jakarta, une métropole loin d'être sauvée des eaux » - *L'Humanité*, <https://www.humanite.fr/blog/>, 15 mai 2019.
<https://www.humanite.fr/societe/jakarta/urbanisme-jakarta-une-metropole-loin-detre-sauvee-des-eaux>.

¹⁴⁷ « Lancement du premier produit du European Ground Motion Service (EGMS) », *FormaTerre*, consulté le 14 août 2024. www.poleterresolide.fr/lancement-du-premier-produit-du-european-ground-motion-service-egms

¹⁴⁸ Des observations de terrain pour identifier les raisons d'une potentielle subsidence afin de s'assurer par exemple qu'elles ne sont pas conjoncturelles et temporaires, et une calibration à partir du réseau régional GNSS.

La copie d'écran ci-dessus montre l'interface de la plateforme EGMS positionnée au-dessus de la centrale de Gravelines. Le graphique affiché sur l'aperçu correspond à l'évolution au fil du temps (axe horizontal) de l'élévation du sol au niveau d'un point de mesure sélectionné (à l'intérieur du site de la centrale). Il montre que l'élévation du sol à cet endroit suit une courbe descendante année après année, ce qui illustre un affaissement du terrain. Cette tendance se retrouve sur d'autres points de mesure à l'intérieur du site de la centrale.

Ces observations ponctuelles ne permettent pas d'affirmer qu'il y a une tendance régionale à la subsidence dans ce secteur. En effet, certains affaissements peuvent être liés par exemple au poids des aménagements installés à cet endroit précis (bâtiment, routes, etc.) et donc se cantonner à un espace géographique limité.

Cependant, ces points d'affaissement révèlent qu'un risque de subsidence existe, qu'il pourrait accélérer localement l'élévation relative du niveau de la mer, et qu'une étude scientifique dédiée à la subsidence des sols dans ce secteur est indispensable pour évaluer pleinement le risque de submersion.

Aucune étude de la cinétique des sols n'est disponible au niveau de la centrale de Gravelines et de ses alentours, alors que cet élément est crucial pour la modélisation de l'évolution de l'élévation du niveau de la mer et des risques de submersion qui en résultent.

E/ La méthodologie d'EDF : un plan pas si ADAPTé pour le futur

Le niveau de protection de la centrale de Gravelines contre les événements climatiques extrêmes a été augmenté de manière empirique, au gré des retours d'expérience d'événements météorologiques qui ont eu des conséquences qu'EDF n'avait pas considérées.

En France, un événement a remis en question les exigences des autorités concernant la prise en compte du risque d'inondation pour les centrales nucléaires : l'inondation de la centrale du Blayais qui a frôlé l'accident nucléaire les 27 et 28 décembre 1999. Cet incident a été classé niveau 2 de l'échelle INES. Une combinaison de facteurs a entraîné des inondations, ce qui a généré la perte de la capacité de refroidissement des réacteurs de la centrale pendant plusieurs heures.

Dans son analyse de l'incident, l'IRSN tire comme enseignement la révision des « relations possibles entre ces risques d'inondation et les inondations internes.

Par extension, l'inondation du site du Blayais pourrait également conduire à s'interroger sur la pertinence des méthodes habituellement employées pour la détermination de l'intensité des agressions externes "extrêmes" (séisme, grand froid,..). »¹⁴⁹ Cet événement a conduit à la revue de la réglementation de 1984 sur la prise en compte du risque d'inondation, avec la publication, en 2013, par l'ASN du Guide n°13 (ASN 2013) qui traite du risque d'inondation externe. Ce guide, élaboré entre 2005 et 2012, n'a pas été révisé. Il doit désormais être considéré comme obsolète au regard de la vitesse d'aggravation du dérèglement climatique et des scénarios projetés par les scientifiques du GIEC.

Le rapport public annuel de la Cour des comptes¹⁵⁰ détaille : « En matière de submersion marine, l'inondation partielle de la centrale du Blayais lors de la tempête de 1999 a conduit l'exploitant à effectuer des travaux de renforcement sur la digue périphérique et un réexamen global des principes de protection des centrales. De son côté, l'ASN a publié un nouveau guide en 2013 sur la protection des installations contre les inondations, qui prévoit la prise en compte de l'impact de l'évolution du climat entre deux réexamens. Ces marges de protection ont conduit EDF à construire une digue à Gravelines, à rehausser celle du Blayais et à renforcer les protections des stations de pompage des centrales de Paluel, de Flamanville et de Penly. »

La Cour des comptes ajoute que « les épisodes climatiques de l'été 2022 ont constitué un accélérateur, le groupe [EDF] n'anticipant alors la survenue d'épisodes semblables qu'à un horizon plus éloigné de 15 ou 20 ans ». ¹⁵¹ Cette remarque s'ajoute aux précédents constats de la sous-estimation par la filière nucléaire des risques induits par les événements météorologiques extrêmes, dont la fréquence et l'intensité augmentent à cause du dérèglement climatique, sur le parc nucléaire français.

Cette approche « événementielle » de la gestion du risque d'inondation et de submersion a pour l'instant permis d'éviter d'autres catastrophes. Le plan ADAPT lancé par EDF prévoit notamment une réévaluation tous les dix ans - dans le cadre des réexamens périodiques - du niveau des aléas auxquels doivent pouvoir faire face

¹⁴⁹ IRSN, *Rapport sur l'inondation du site du Blayais survenue le 27 décembre 1999*, janvier 2020. https://www.irsn.fr/sites/default/files/documents/expertise/rapports_expertise/rapport_sur_l_inondation_du_site_du_blayais.pdf

¹⁵⁰ Cour des Comptes, *Rapport Public Annuel 2024*, deuxième partie, chapitre 3, « L'adaptation des parcs nucléaire et hydroélectrique au changement climatique », mars 2024, p. 336. <https://www.ccomptes.fr/fr/documents/68849>

¹⁵¹ Cour des Comptes, rapport annuel 2023, p. 41

les centrales nucléaires en prenant en compte le changement climatique¹⁵². Ce plan répond à la situation dans laquelle s'est retrouvée EDF, avec un parc nucléaire soumis à des températures de l'air et de l'eau supérieures à celles retenues à la conception des réacteurs électronucléaires, à une baisse de débit des cours d'eau, et à d'autres événements climatiques extrêmes qui n'avaient pas été envisagés lors de la conception des centrales.

Le plan ADAPT repose sur le fait que les centrales nucléaires déjà construites ne peuvent subir que des ajustements à la marge. Il n'est évidemment pas question de déplacer hors d'atteinte d'une mer montante une centrale nucléaire existante. Il est en revanche possible de ne pas construire une centrale nucléaire dans une zone à risque. Ce plan ADAPT équivaut à la mise en place de mesures « pansements » dans le but affiché par EDF de préserver la sûreté et l'exploitation des centrales nucléaires existantes face aux impacts du dérèglement climatique. EDF planifie par ailleurs ce plan ADAPT à un horizon 2050, au moment où les 56 réacteurs nucléaires du parc français actuellement en fonctionnement devraient être mis à l'arrêt définitivement en raison de leur vieillissement.

Il serait inconséquent et irresponsable de reproduire cette approche incrémentale pour la conception de la sûreté d'éventuels nouveaux réacteurs nucléaires face aux risques générés par le dérèglement climatique.

Pourtant, dans le dossier des maîtres d'ouvrage sur le projet de Gravelines, au paragraphe 2.2.2.4 intitulé *La prise en compte du changement climatique dans la conception*, EDF dit prendre comme temporalité l'horizon 2070 - correspondant « à la troisième visite décennale des réacteurs EPR 2, à mi-chemin des 60 années d'exploitation minimales » - avec un principe « d'amélioration continue »¹⁵³.

¹⁵² ASN, *Adaptation des centrales nucléaires d'EDF au changement climatique*, note d'information, avril 2023. <https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/adaptation-des-centrales-nucleaires-d-edf-au-changement-climatique>

¹⁵³ p. 34 du dossier des maîtres d'ouvrage, Gravelines

Selon le principe de l'amélioration continue s'appliquant déjà aux réacteurs nucléaires existants (voir §3.4.1.1), 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.

↑ **Figure 13 :** Extrait du dossier des maîtres d'ouvrages, *Gravelines - Projet de construction d'une paire de réacteurs EPR2*, p. 34

EDF indique que : « 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). » Comme évoqué précédemment, l'objectif d'EDF devrait être de prévoir la protection des réacteurs nucléaires face aux impacts du dérèglement climatique jusqu'à leur démantèlement qui va durer au moins jusqu'aux années 2120 - 2130.

L'incertitude étant une composante intrinsèque des projections scientifiques, il est difficilement possible d'imaginer ce que l'aggravation du dérèglement climatique pourrait déclencher d'ici un siècle. Néanmoins, les scientifiques publient suffisamment d'informations pour comprendre l'ampleur des bouleversements qui pourraient arriver. Ils sont largement évoqués en début de ce rapport. Dès lors, le principe de précaution s'impose dans la discussion sur l'analyse des risques que comporte ce projet.

En partant d'entrée de jeu sur un principe de l'ajustement à la marge et « tous les dix ans » à partir de 2070 des infrastructures de protection des nouveaux réacteurs nucléaires, EDF fait un pari dangereux, ne prenant pas la mesure de ce que pourrait provoquer l'aggravation du dérèglement climatique.

Greenpeace dénonce la gestion incrémentale, et donc insuffisamment proactive, par EDF, du risque généré par le dérèglement climatique pour la sûreté nucléaire d'une installation qui peut encore ne pas être construite. L'approche en elle-même est inquiétante, la structuration de pensée avec laquelle EDF envisage l'analyse et la maîtrise des risques est problématique.

3. Une défaillance dans l'anticipation des risques par les acteurs et les institutions

3.1. Les lois et réglementations en retard sur l'urgence climatique

Un article sur la vulnérabilité climatique des centrales nucléaires de la revue *Global environmental politics* mentionne que : « Aucune structure n'a la responsabilité de mener des études de risques qui évaluent de manière adéquate les vulnérabilités climatiques de l'énergie nucléaire et les menaces qui en découlent pour la sécurité énergétique internationale, l'environnement et la santé humaine. »¹⁵⁴

En France, si les incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement, résultant notamment « des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique », font partie des éléments devant figurer dans les études d'impact¹⁵⁵, la prise en compte du changement climatique et de ses effets dans le processus d'autorisation de création de centrales nucléaires n'a été expressément incluse que dans la loi d'accélération du nucléaire, soit depuis un peu plus d'un an seulement¹⁵⁶. Pourtant, le processus global d'autorisations de construction de tels projets et le schéma de pensée qui le

¹⁵⁴ Sarah M. Jordaan et al., « The Climate Vulnerabilities of Global Nuclear Power », *Global Environmental Politics* 19, n°4 (1 novembre 2019) : 3-13. <https://direct.mit.edu/glep/article-abstract/19/4/3/14955/The-Climate-Vulnerabilities-of-Global-Nuclear?redirectedFrom=fulltext>

¹⁵⁵ Article R. 122-5 du code de l'environnement

¹⁵⁶ Article L. 593-7 du code de l'environnement

sous-tend n'a pas évolué à la mesure de la menace croissante que fait peser l'aggravation du dérèglement climatique sur nos sociétés.

A/ Le processus de création d'installations nucléaires n'inclut pas les données climatiques suffisamment tôt

Selon la loi actuelle, le changement climatique et ses effets doivent être pris en compte pour que la création d'une installation nucléaire de base soit autorisée.

Ainsi, cette autorisation ne peut être délivrée « que si, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, dont celles sur le changement climatique et ses effets, l'exploitant démontre que les dispositions techniques ou d'organisation prises ou envisagées aux stades de la conception, de la construction et de l'exploitation ainsi que les principes généraux proposés pour le démantèlement (...) », « sont de nature à prévenir ou à limiter de manière suffisante les risques ou inconvénients que l'installation présente pour la sécurité, la santé et la salubrité publiques, ou la protection de la nature et de l'environnement ». Le texte ajoute que « cette démonstration tient compte des conséquences du changement climatique sur les agressions externes à prendre en considération dans le cadre de celle-ci ».¹⁵⁷

Parmi les données que l'exploitant doit fournir au soutien de sa demande d'autorisation figure une étude d'impact qui doit notamment décrire les incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant notamment « des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique. »¹⁵⁸

Cette demande d'autorisation de création arrive tardivement dans le processus de déploiement d'un tel projet d'infrastructure. Dès le dépôt du dossier de demande d'autorisation de création, des investissements d'ampleur ont déjà été engagés¹⁵⁹, et se poursuivent tout au cours de l'instruction de la demande (études d'ingénierie pour la conception des réacteurs nucléaires, commandes onéreuses de matériel, travaux

¹⁵⁷ Article L. 593-7 du code de l'environnement

¹⁵⁸ R.593-16 du code de l'environnement : le dossier de DAC contient l'étude d'impact prévue à l'article L. 122-1 du code de l'environnement, dont le contenu est défini à l'article R. 593-17 du code de l'environnement, qui renvoie à l'article R. 122-5 du même code

¹⁵⁹ Sharon Wajsbrot, « Nucléaire : EDF passe une commande historique chez Framatome », *Les Échos*, avril 2024. <https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/nucleaire-edf-passe-une-commande-historique-chez-framatome-2091328>

de terrassement et de préparation du terrain pouvant être autorisés avant l'autorisation de création de l'installation nucléaire, etc.).

Pour son chantier de construction de deux EPR2 à Penly, EDF a obtenu une première autorisation délivrée par décret le 3 juin 2024¹⁶⁰ alors que la demande d'autorisation de création est toujours en cours d'instruction. Ce décret autorise EDF à mettre en œuvre immédiatement, « aux frais et aux risques de l'exploitant », les travaux qui peuvent être exécutés sans attendre la délivrance du décret d'autorisation de création (DAC) des réacteurs qui sera, quant à lui, pris au titre de la législation des installations nucléaires de base (INB). »¹⁶¹

Les citoyens et citoyennes seront mis·es devant le fait accompli, sans avoir été informé·es et consulté·es à temps, sur la question de la vulnérabilité des centrales nucléaires au dérèglement climatique, et ce alors même que de lourds investissements auront déjà été faits, que des travaux auront déjà commencé et que les communes auront perçu les recettes fiscales rattachées à la proximité d'une centrale nucléaire.

Greenpeace considère que, concernant des infrastructures dont le fonctionnement s'inscrit dans une temporalité de plusieurs décennies, des études sur la vulnérabilité aux impacts du dérèglement climatique doivent être exigées et rendues publiques le plus en amont possible du processus, dès que le projet est envisagé, et avant toute mobilisation de ressource et investissement économique.

Ces études doivent être un prérequis pour la tenue des consultations citoyennes ainsi que des réflexions des industriels et des institutions afin de permettre une décision éclairée sur la concrétisation ou non de ces projets.

Selon l'article L.120-1 du code de l'environnement : « La participation du public à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement [...] confère le droit pour le public d'accéder aux informations pertinentes permettant sa participation effective.¹⁶² » Si le public n'a pas les informations pertinentes, le débat ne peut être réalisé de façon éclairée.

¹⁶⁰ <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000049655806>

¹⁶¹

<https://www.actu-environnement.com/ae/news/EPR-penly-construction-travaux-preparatoires-autorisation-environnementale-decret-44181.php4>

¹⁶² cf. art. L.120-1 c. envir

Ces études sur la vulnérabilité des centrales nucléaires aux impacts du dérèglement climatique devraient s'appuyer sur les dernières connaissances scientifiques mondiales et être mises à jour au fur et à mesure de l'avancée de ces dernières. Ces études pourraient permettre d'éviter la réalisation de projets qui se révéleraient au fil du temps mal adaptés au dérèglement climatique alors que gouvernement actuel s'obstine à mettre en place des solutions bancales et incertaines.

B/ Les insuffisances et omissions du Plan de Prévention des Risques Littoraux de Gravelines (PPRL)

Parmi les documents publics d'aménagement et de gestion du littoral, le Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) de Oye-Plage à Gravelines¹⁶³, approuvé en 2017, est un outil de gestion des risques naturels à valeur réglementaire¹⁶⁴.

Les PPRL sont un cas particulier des Plans de Prévention des Risques Naturels prévisibles (PPRN). Ils cartographient les risques de submersion marine et d'érosion côtière et réglementent l'urbanisation dans les zones exposées¹⁶⁵.

Le PPRL de Oye-Plage à Gravelines rappelle que ce tronçon côtier est « un territoire littoral soumis au risque de submersion marine ». Il décrit les éléments physiques de sa géographie en rappelant que cette zone de topographie basse est intégrée au polder de la plaine de Flandre maritime. Il relate les événements climatiques extrêmes historiques dans ce secteur (tempête de 1953, tempête de 1978 et tempête Xaver en 2013) ayant provoqué entre autres une rupture de digue, des débordements de chenal, des brèches de digues ou de jetées, etc. Le PPRL intègre également la modélisation d'un potentiel phénomène de submersion et souligne qu'il est important d'évaluer la résistance des systèmes de protection côtière (digues, épis, etc.) sur ce littoral fortement artificialisé.

¹⁶³ Préfet du Nord et du Pas-de-Calais, « Note de présentation du Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) de Oye-Plage à Gravelines » (Direction départementale des territoires et de la mer du Nord, Direction départementale des territoires et de la mer du Pas-de-Calais, juin 2017). https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/46648/313448/file/1_NotePresentation_PPRL_Oye-Plage_Gravelines_Approuve.pdf.

¹⁶⁴ « Le Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) de Gravelines à Oye-Plage approuvé », Les services de l'État dans le Nord, consulté le 8 août 2024. <https://www.nord.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Prevention-des-risques-naturels-technologiques-et-miniers/Plans-de-Prevention-des-Risques-Littoraux-PPRL/Le-Plan-de-Prevention-des-Risques-Littoraux-PPRL-de-Gravelines-a-Oye-Plage-approuve>.

¹⁶⁵ Préfet du Nord, Préfète du Pas-de-Calais, *Plan de Prévention des risques littoraux des communes de Oye-Plage, Grand-Fort-Philippe et Gravelines*. www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/34285/243402/file/Poster-1.pdf

Cependant, ce PPRL suit une réglementation aux référentiels parfois obsolètes ou incomplets et ne prend pas en compte la centrale nucléaire de Gravelines pourtant située au cœur même du territoire qu'il couvre.

La centrale nucléaire exclue du PPRL de Gravelines

Que ce soit dans la cartographie de l'aléa de référence du PPRL¹⁶⁶, la cartographie des enjeux du PPRL¹⁶⁷ ou le zonage règlementaire du PPRL¹⁶⁸, **la centrale nucléaire de Gravelines est dessinée mais n'est jamais prise en compte.**

Le PPRL le justifie ainsi : « Seules les activités affectées par l'aléa sont concernées par le présent PPRL. Les activités joutantes, en particulier relevant de la réglementation SEVESO et les installations nucléaires, ne sont, par définition, pas concernées, mais peuvent être utilement intégrées aux démarches liées à la gestion de crise. »¹⁶⁹ Il est précisé en note de bas de page que « Nota : la centrale de Gravelines n'est pas concernée par l'aléa de submersion marine. »

Au regard de l'importance des enjeux qui entourent les risques naturels liés au littoral, aggravés par le dérèglement climatique et le risque nucléaire d'une centrale liée au littoral, **Greenpeace s'étonne de cette exclusion alors qu'il est avéré que la centrale de Gravelines est bien concernée par l'aléa de submersion marine.** La documentation d'EDF elle-même précise que le risque de submersion marine est « identifié depuis la construction » et la mise en place par EDF de barrières de protection en témoigne directement, de même que l'évolution de cette protection et l'ampleur des travaux réalisés ces dernières années pour la renforcer¹⁷⁰.

S'agit-il d'un cloisonnement des risques industriels et des risques climatiques, ou des risques liés aux littoraux... ? Pourtant, Fukushima a illustré la manière dont un aléa naturel peut devenir un aléa technologique.

¹⁶⁶https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/46639/313412/file/GRAVELINES_GRANDFORT_ALEAS_approbation.pdf

¹⁶⁷https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/46641/313420/file/GRAVELINES_GRANDFORT_enjeux_approbation.pdf

¹⁶⁸https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/46643/313428/file/GRAVELINES_GRANDFORT_zonage_approbation.pdf

¹⁶⁹ *Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) de Oye-Plage à Gravelines*, pièce n°1 : Note de présentation, juin 2017, p. 54.

https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/46648/313448/file/1_NotePresentation_PPRL_Oye-Plage_Gravelines_Approuve.pdf

¹⁷⁰ https://www.cli-gravelines.fr/wp-content/uploads/2021/06/EDF_27112020_Publique.pdf

Pour Catherine Meur Ferec, professeure des Universités à l'université de Bretagne Occidentale à Brest, au sein de l'unité de recherche LETG (Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique) : « Un tel cloisonnement des risques serait contraire à toutes les recommandations du GIEC. Les installations nucléaires constituent des enjeux parmi les plus stratégiques et les plus dangereux ; elles se trouvent aujourd'hui confrontées à des aléas naturels croissants d'érosion et de submersion et constituent en elles-mêmes des aléas technologiques majeurs. Le respect des principes d'adaptation durable des espaces littoraux au changement climatique impliquerait de les proscrire des zones basses côtières, et à plus forte raison des zones de polders. »

L'intégralité de la contribution de Catherine Meur Ferec à ce rapport se trouve en annexe 2.

Exclure la centrale de Gravelines du plan PPRL qui cartographie les risques de submersion marine et réglemente l'urbanisation dans les zones exposées invisibilise les risques inhérents à la centrale et à son positionnement sur le littoral.

Les PPRL n'intègrent pas ou peu les dynamiques morpho-sédimentaires

Dans un article de la revue Sciences de l'environnement, quatre scientifiques mettent en évidence l'incomplétude de la méthodologie dans le calcul du risque de submersion dans les PPRL : « Si, de nos jours, la cartographie de l'aléa submersion des PPRL intègre la hausse future du niveau de la mer, il n'en demeure pas moins que l'absence de prise en compte de l'érosion côtière¹⁷¹ dans l'évaluation des risques futurs de submersion conduit à une cartographie des risques incomplète, voire erronée, car elle se fait en fonction de la configuration actuelle de la zone littorale et non pas de celle qu'elle est susceptible d'avoir dans l'avenir. »¹⁷²

Le PPRL de Oye-Plage à Gravelines « ne prend en compte que le risque de submersion marine ». Le document mentionne que : « Le recul ou l'érosion du trait de côte a fait l'objet d'une autre étude, réalisée pour le compte de la DREAL Nord-Pas-de-Calais par le bureau d'études DHI, les zones identifiées comme étant en

¹⁷¹ Selon Catherine Meur Ferec « Normalement, les PPRL incluent l'érosion, mais il arrive qu'elle ne soit pas prise en compte, surtout quand il s'agit du PPRSM (PPR submersion marine). »

¹⁷² Arnaud Héquette, Marie-Hélène Ruz, Olivier Cohen et François G. Schmitt, « Cartographie prospective d'évolution du trait de côte et des risques de submersion dans le contexte du changement climatique : une méthode appliquée au littoral du nord de la France », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, n° Volume 22 numéro 3 (6 décembre 2022), <https://doi.org/10.4000/vertigo.36442>.

recul à l'horizon 2100 ne concernent ici que des secteurs naturels, propriétés du conservatoire du littoral et protégés par ailleurs de toute urbanisation (sites inscrits ou classés). Seule la submersion marine fait donc l'objet du présent PPRL¹⁷³. ».

Ces extraits signifient que le PPRL de Gravelines prend en compte l'érosion actuelle notamment pour identifier les secteurs actuellement vulnérables à la submersion marine. Cependant, **il ne prend pas en compte l'évolution de l'érosion côtière dans la modélisation du risque de submersion marine à long terme sous l'effet du dérèglement climatique**. Le PPRL n'intègre pas le fait que la côte n'aura plus le même visage au fur et à mesure du temps et que l'érosion fera potentiellement reculer le trait de côte, aggravant le risque dans certains secteurs.

Les référentiels obsolètes du guide méthodologique de l'élaboration des PPRL

Le guide méthodologique pour l'élaboration des plans de prévention des risques littoraux¹⁷⁴ date de 2014 et mentionne des niveaux d'augmentation du niveau de la mer et des propositions de marges de sécurité sous-estimées au vu de l'évolution des prévisions des scientifiques sur la montée du niveau de la mer. Ce guide précise que : « Pour la détermination de l'aléa à échéance 100 ans, l'hypothèse retenue est celle d'une augmentation du niveau moyen de la mer, égale à 60 cm dont 20 cm [de marge] sont déjà intégrés au niveau d'eau de l'événement de référence. »

L'hypothèse retenue dans le PPRL, comme dans le guide méthodologique du PPRL, d'une augmentation du niveau moyen de la mer, « égale à 60 cm », correspond au scénario de très basses émissions de GES (SSP1-1.9) du sixième rapport du GIEC (0,28 à 0,55 mètres). Elle est déconnectée des dernières évaluations des scientifiques du GIEC et de celles des spécialistes de la cryosphère qui prévoient une augmentation du niveau de la mer de trois mètres au début du XXII^e siècle si la trajectoire actuelle des émissions de gaz à effet de serre ne diminue pas.

La mise en parallèle de ces références du PPRL (de 2014) avec les scénarios de prévision d'élévation du niveau de la mer en discussion au sein de la sphère scientifique dix ans après (2024), englobant des incertitudes de plus de deux mètres, montrent à quel point le contexte climatique change rapidement.

¹⁷³ *Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) de Oye-Plage à Gravelines*, pièce n°1 : Note de présentation, juin 2017, p. 54. https://www.nord.gouv.fr/contenu/telechargement/46648/313448/file/1_NotePresentation_PPRL_Oye-Plage_Gravelines_Approuve.pdf

¹⁷⁴ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide_m%C3%A9thodo_PPRL_%202014.pdf

Elle questionne notre incapacité à anticiper l'ampleur du dérèglement climatique et la prise en compte des risques inhérents à la construction en bord de mer de projets d'infrastructures impliquant un risque d'accident nucléaire.

Le guide précise : « Il s'agit ici d'une position de base qui peut, si besoin, être affinée par des études locales plus précises permettant d'évaluer l'impact local du changement climatique, notamment en outre-mer. Les variations altimétriques de la croûte terrestre (subsidence...) peuvent également être prises en compte dans le scénario à échéance 100 ans si leur ampleur le nécessite. »¹⁷⁵

Le guide mentionne également : « Ces hypothèses de prise en compte du changement climatique seront donc évolutives en fonction de l'avancée des travaux scientifiques en la matière afin de retenir les dernières données disponibles arrêtées par le ministère. »

Au vu de l'évolution rapide des avancées scientifiques dans le domaine climatique, il est indispensable de mettre à jour les documents publics comme ces guides méthodologiques pour accompagner au mieux les acteurs publics et privés dans l'évaluation des risques.

Les PPRL devraient intégrer l'ensemble du territoire et de ses aménagements. L'absence de prise en compte de la centrale et l'utilisation de scénarios obsolètes et déconnectés des données les plus récentes fait craindre une évaluation inappropriée qui sous-estimerait les risques et leurs interactions.

¹⁷⁵ Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Énergie, Guide méthodologique : Plan de prévention des risques littoraux, Direction Générale de la Prévention des risques, Service des Risques Naturels et Hydrauliques, mai 2014, p. 73.
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide_m%C3%A9thodo_PPRL_%202014.pdf

3.2. Un manque de transparence autour du projet

En 2023, la CNDP a adressé, dans son compte-rendu du débat public sur la construction d'une paire d'EPR2 sur le site de Penly¹⁷⁶, différentes recommandations à EDF pour obtenir une clarification sur les contraintes climatiques et niveaux de dérèglement climatique à partir desquels la production d'électricité et la sûreté nucléaire de son programme de six réacteurs nucléaires seraient affectées. La CNDP a également demandé des clarifications sur les informations données par EDF au public concernant les risques de toute nature.

LA COMMISSION RECOMMANDE		ADRESSÉE À
Concernant les risques et les incertitudes		
2.11	Que soient précisées les mesures de protection prises en situation de guerre.	L'État et EDF
2.12	Que soit clarifié le niveau de contrainte climatique (débit et températures des cours d'eau ou niveau de la mer) à partir duquel sera affectée la production d'électricité des six réacteurs du programme.	EDF
2.13	Que soient précisés les niveaux de dérèglements climatiques (débit et températures des rivières ou niveau de la mer) jusqu'auxquels sera assurée la sûreté des six réacteurs du programme.	EDF
2.14	Que soient précisés le type et la forme des informations données par EDF au public concernant les risques de toute nature, leur cumul, leurs évolutions, leur prévention et les mesures de protection mises en place. La place des CLI dans ce dispositif devra être précisée.	EDF

↑ **Figure 14 : Extrait du compte-rendu portant sur les recommandations de la Commission nationale du débat public suite au débat sur le projet de Penly**

Le 4 septembre 2024, la CNDP déclare dans un communiqué que : « Les réponses complètes et argumentées des maîtres d'ouvrage et de l'État aux questions posées en fin de débat public sur le programme 'nouveau nucléaire' et le projet EPR2 Penly sont toujours attendues.¹⁷⁷ » Elle demande notamment que « des réponses apportant des

¹⁷⁶ CNDP, Nouveaux réacteurs nucléaires et projet penly Compte rendu établi par le président de la commission particulière de débat public, 27 octobre 2022 - 27 février 2023, p. 77.
<https://www.debatpublic.fr/sites/default/files/2023-04/PenlyEPR-Compte-rendu.pdf>

¹⁷⁷ Le débat public sur le programme nouveau nucléaire et le projet EPR2 Penly s'est déroulé du 27 octobre 2022 au 27 février 2023

informations précises et complètes soient données aux questions du public ; ces réponses doivent porter notamment sur les points suivants [...] les risques liés au dérèglement climatique et aux épisodes caniculaires de forte intensité¹⁷⁸ ».

Un an après la publication du compte-rendu du débat public, EDF et l'État n'ont toujours pas répondu aux questionnements de la CNDP, ce qui fait douter de leur intérêt pour le dialogue avec la société civile et leur volonté de ne pas communiquer en toute transparence des informations indispensables au débat public.

Ce rapport illustre par ailleurs l'opacité entourant le projet de relance du nucléaire dans son ensemble, et notamment le choix des sites d'implantation.

¹⁷⁸ CNDP, Avis n° 2024/ 132 / PROG_EPR2_PENLY / 10 du 4 septembre 2024, Projet d'EPR2 à Penly : avis de la CNDP suite à la séance plénière du 04/09/2024.

<https://www.debatpublic.fr/projet-depr2-penly-avis-de-la-cndp-suite-la-seance-pleniere-du-04092024-6104>

3.3. L'impératif d'anticipation

A/ Le morcellement de l'évaluation des risques génère du danger

Dans la continuité des risques liés à la potentielle multiplication et intensification des conditions météorologiques extrêmes, et dans le contexte d'une année marquée par des crues dévastatrices dans le Pas-de-Calais qui ont touché notamment le fleuve Aa¹⁷⁹ qui borde la centrale de Gravelines¹⁸⁰, la situation géographique (bord de mer et embouchure de l'Aa) offre une combinaison inquiétante d'aléas potentiels. Un article scientifique de 2021 affirme que « les inondations côtières peuvent être plus graves lorsqu'une submersion marine est combinée à des inondations fluviales ou pluviales¹⁸¹ ». La scientifique Valérie Masson-Delmotte parle « d'augmentation des inondations composites : la même tempête peut donner lieu à une submersion avec de l'eau de la mer et à des pluies plus intenses (7 % de plus par degré de réchauffement) sur le continent, avec une vraie difficulté à se protéger de l'eau de mer et à évacuer l'eau de pluie¹⁸² ».

Dans le dossier des maîtres d'ouvrages portant sur le projet de construction de deux réacteurs EPR2 sur le site de Gravelines, EDF fait apparaître les risques impliquant les « inondations venant de la mer » et « inondations venant des terres » mais ne mentionne pas le risque d'inondation du site par la pluie ou par remontée des nappes phréatiques. Cela interroge sur l'envergure de l'analyse de risque d'EDF.

Dans le rapport *L'adaptation au changement climatique du parc de réacteurs nucléaires*, la Cour des comptes rappelle que : « Le changement climatique est susceptible d'affecter de façon concentrique, tout d'abord, les installations elles-mêmes et leur capacité à fonctionner de façon sûre (résistance des matériels et des équipements, compatibilité avec le travail des personnels sur site), ensuite leur environnement

¹⁷⁹ Pierrick BAUDAIS, « Inondations dans le Pas-de-Calais : pourquoi le delta de l'Aa n'est-il plus suffisamment protégé ? », *Ouest-France.fr*, 3 janvier 2024. <https://www.ouest-france.fr/meteo/inondation/inondations-dans-le-pas-de-calais-pourquoi-le-delta-de-laa-nest-il-plus-suffisamment-protége-8dcee4b4-aa33-11ee-a01a-903e3279d34e>

¹⁸⁰ « Crues dans le Pas-de-Calais à l'hiver 2023-2024 », in *Wikipédia*, 14 avril 2024. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Crues dans le Pas-de-Calais_%C3%A0_l%27hiver_2023-2024&oldid=214235693

¹⁸¹ Amine Ben Daoued et al., « Development of a Probabilistic Multi-Flood Hazard Approach Considering Uncertainties and Climate Change—Application to the Coastal Flooding of the Havre (France) », in *Recent Advances in Environmental Science from the Euro-Mediterranean and Surrounding Regions (2nd Edition)*, éd. par Mohamed Ksibi et al., Environmental Science and Engineering (Cham: Springer International Publishing, 2021), 2011-16, https://doi.org/10.1007/978-3-030-51210-1_315.

¹⁸² Valérie Masson Delmotte, *UN CLIMAT QUI S'EMBALLE ? VALÉRIE MASSON DELMOTTE - GIEC*, podcast Greenletter club #104, Youtube, octobre 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=UXVS9e9le90>

extérieur proche en lien direct avec l'exploitation et la sûreté de fonctionnement des centrales (débit et température des cours d'eau, niveau marin), enfin, il emporte d'autres conséquences, plus périphériques, comme le risque accru d'incendies de forêt ou le risque de submersion d'axes routiers extérieurs aux centrales par exemple. »¹⁸³ Elle recommande aux différents acteurs intervenants dans la sûreté des installations nucléaires en France comme le MTE, l'ASN, l'IRSN ou EDF, de « développer une approche commune de l'adaptation au changement climatique pour le nouveau nucléaire, intégrée et déclinée par site »¹⁸⁴.

La centrale de Gravelines se situe dans une zone à vocation industrielle, à proximité d'autres entreprises citées par EDF comme OVH, Comilog, Befesa, Aluminium Dunkerque et de projets industriels (Orano/XTC New Energy). D'après le dossier des maîtres d'ouvrage : « Le Dunkerquois compte de nombreux sites industriels (voir figure 71). Seize de ces installations sont classées pour la protection de l'environnement (ICPE), voire Seveso (seuils bas et haut). »¹⁸⁵

Que se passerait-il à Gravelines en cas d'événement météorologique extrême menant à un isolement de la centrale nucléaire par la montée des eaux, avec coupure des accès routiers, inondation pluviale ou fluviale par l'intérieur, coupure du réseau électrique, le tout cumulé avec un accident sur une des usines Seveso alentour ?

Dans un article dédié aux *Inondations et centrales nucléaires dans la mégarégion de Paris*, Michaël Mangeon et Thibault Hours alertent sur la gestion morcelée du risque : « En cas de crue extrême combinée à un accident nucléaire, ce principe de gouvernance du risque, morcelé, pourrait s'avérer problématique notamment pour la gestion de crise, dépassant les limites réglementaires et administratives établies. Une crise globale couplant risque naturel et nucléaire aurait, par ailleurs, des effets majeurs se ressentant dans toute la mégarégion et même au-delà. Outre les conséquences sanitaires et environnementales, elle pourrait entraîner des dysfonctionnements sur le réseau électrique dont l'impact, dépendant de plusieurs paramètres complexes, reste à analyser. En somme, si ces différents risques (risque inondation, risque nucléaire, défaillance du réseau électrique) font l'objet d'une prise en compte spécifique, il semble particulièrement opportun de compléter ces approches par une réflexion systémique sur l'ensemble de la mégarégion

¹⁸³ Cour des comptes, « L'Adaptation au changement climatique du parc de réacteurs nucléaires, Communication à la commission des finances du Sénat », mars 2023, p.13

¹⁸⁴ *Id.*

¹⁸⁵ Dossier EDF sur Gravelines p. 88

parisienne.¹⁸⁶ » Leur réflexion, centrée sur la mégarégion parisienne, est valable pour toutes les régions munies de centrales nucléaires.

Les impacts et aléas climatiques sont considérés de manière technique et dissociée mais pas de manière systémique.

Or, il est nécessaire de ne pas considérer les impacts et aléas climatiques de manière technique mais aussi de manière systémique afin de prévenir tout « effet falaise » qui pourrait avoir des conséquences tragiques. Pour ce faire, les acteurs garants de la sûreté nucléaire ont un rôle important à jouer, tant la marge d'amélioration est grande.

B/ La responsabilité des différents acteurs de la sûreté nucléaire pointée du doigt

Dans sa communication à la commission des finances du Sénat sur « l'adaptation au changement climatique du parc de réacteurs nucléaires » de mars 2023, la Cour des comptes affirme que l'enjeu lié à l'impact du changement climatique sur le parc nucléaire est identifié mais qu'un retard dans l'anticipation et l'adaptation à ces risques reste à rattraper à la fois côté filière (EDF) et côté organes de contrôle (ASN et IRSN essentiellement).

Dans son rapport annuel 2023, la Cour des comptes alerte sur le manque de compétences et de moyens humains des organes de sûreté français, l'ASN et l'IRSN. « La Cour [des comptes] relève ainsi que si l'ASN dispose de spécialistes de l'impact des agressions climatiques sur la sûreté ou de spécialistes en protection de l'environnement, elle ne compte pas en propre d'effectifs affecté à ces questions climatiques et s'appuie sur les compétences de l'IRSN, elles-mêmes assez modestes en volume. La Cour engage à veiller à ce que ces deux acteurs disposent effectivement des compétences et des moyens humains nécessaires à l'anticipation et à la prise en compte concertées des questions liées à l'adaptation du parc nucléaire au changement climatique. »¹⁸⁷

¹⁸⁶ Michaël Mangeon et Thibault Hours, « Inondation et centrales nucléaires dans la mégarégion de Paris », *RIVES - UMR CNRS 5600 EVS, **Ingénieur dans un organisme public, juillet 2021. <https://atlas-paris-mega-region.univ-rouen.fr/node/138>

¹⁸⁷ « L'Adaptation au changement climatique du parc de réacteurs nucléaires, Communication à la commission des finances du Sénat » (Cour des comptes, mars 2023). <https://www.ccomptes.fr/fr/documents/63785>.

La Cour des comptes pointe du doigt la responsabilité de chaque acteur de la sûreté nucléaire en France : « Si l'exploitant a depuis longtemps intégré à sa politique de recherche cette dimension prospective et mobilisé des moyens et des ressources qualifiées, sa démarche d'adaptation des installations reste fortement liée à l'application des référentiels de sûreté nucléaire. » Elle regrette que l'approche systémique fasse l'objet d'un consensus de principe mais « demeure cantonnée au périmètre de chacun d'entre eux sans approche réellement intégrée ».

Une mauvaise démarche d'adaptation peut mener à une maladaptation qui conduirait à augmenter la vulnérabilité du territoire.

C/ La maladaptation et le manque de vision à long terme

Dans une interview donnée au journal *Le Monde*¹⁸⁸, Hans-Otto Pörtner, climatologue et coprésident du groupe de travail 2 du GIEC pour le sixième rapport chargé d'étudier la vulnérabilité des sociétés humaines et des écosystèmes et les moyens de s'adapter, déclare : « Nous devons aussi adapter les infrastructures urbaines aux sécheresses et aux inondations, repenser l'aménagement du territoire, mais aussi fournir à tous un logement décent et un accès aux services de base. Mais toutes ces actions peuvent avoir des impacts négatifs si elles sont mal mises en œuvre, déboucher sur de la "maladaptation", comme l'installation de climatiseurs qui aggravent le réchauffement. Il faut y penser. »

La maladaptation d'un projet promu comme une solution contribuant à l'adaptation peut devenir une évidence des années après qu'il a été mené à bout. Or, l'élévation du niveau de la mer peut encore paraître bien lente à l'œil nu, et la réaction de nos sociétés pour s'y adapter est très lente à mettre en place. Gonéri Le Cozannet, ingénieur de formation, titulaire d'un doctorat de géographie et employé au BRGM, déclare dans le journal *The Conversation* : « Le risque est d'être pris de vitesse, et de ne plus avoir le temps d'organiser la protection ou la relocalisation d'enjeux¹⁸⁹. »

¹⁸⁸ Audrey Garric, « Nous poussons la planète vers un avenir climatique où seule une partie de sa surface sera habitable », *Le Monde*, juin 2023. www.lemonde.fr/planete/article/2023/06/12/nous-poussons-la-planete-vers-un-avenir-climatique-ou-seule-une-partie-de-sa-surface-sera-habitable_6177325_3244.html

¹⁸⁹ Sarah Sermondadaz, « Élévation du niveau de la mer : quels littoraux voulons-nous pour demain ? », *The Conversation*, avril 2022. <https://theconversation.com/elevation-du-niveau-de-la-mer-quels-littoraux-voulons-nous-pour-demain-180711>

Selon Hans-Otto Pörtner : « Nous ne sommes pas préparés aux impacts extrêmes ni aux “surprises” que nous réserve le dérèglement climatique.¹⁹⁰ » Il estime « impossible de s'adapter à un réchauffement de 4 °C, comme la France s'y prépare actuellement¹⁹¹ » et alerte sur « l'énorme déficit d'adaptation dans les sociétés ». Il ajoute que « nous poussons nos capacités jusqu'à une limite. Mais les gens n'en sont pas pleinement conscients. Notre espèce manque de vision à long terme, nous ne réagissons qu'à l'immédiat ».

Dans un podcast de Greenletter Club¹⁹², Valérie Masson-Delmotte raconte l'histoire de la barrière Mose (ou Moïse), un projet datant de 40 ans de construction de 78 digues artificielles censées sortir des eaux pour empêcher les inondations récurrentes de Venise pendant l'« acqua alta ». Cette barrière a coûté près de 14 milliards d'euros – trois ou quatre fois le budget prévu initialement – et a mis un temps infini à « sortir des eaux ». Elle précise : « Ce qu'il s'est produit, c'est que la barrière était prévue pour se fermer seulement deux fois par an lors des épisodes de niveau marin élevé, elle a été fermée quasiment 50 fois je crois depuis 2020. Les personnes qui ont conçu ce dispositif sont très conscientes des limites de ce dispositif. Si on ferme ces barrières qui se lèvent, on empêche l'eau de circuler, ce qui a différentes conséquences, y compris sur l'évacuation des eaux usées. Les scientifiques qui ont conçu ce dispositif insistent sur le fait que c'est maintenant qu'on doit commencer à penser à la suite. Au-delà de 2050 ce ne sera plus adapté. Il faut dès maintenant commencer à réfléchir à la suite. »

Cette histoire vénitienne est précieuse car elle illustre notre impuissance face aux éléments. **Les digues donnent l'illusion d'une protection, mais elles ne permettent que de gagner du temps face à la montée du niveau de la mer** et l'intensification des événements climatiques extrêmes.

¹⁹⁰ Audrey Garric, « Nous poussons la planète vers un avenir climatique où seule une partie de sa surface sera habitable », *Le Monde*, juin 2023. https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/06/12/nous-poussons-la-planete-vers-un-avenir-climatique-ou-seule-une-partie-de-sa-surface-sera-habitable_6177325_3244.html

¹⁹¹ Anaïs Moran, « Climat S'adapter à une France à +4 degrés : Christophe Béchu annonce la douleur », *Libération*, 23 janvier 2024. www.liberation.fr/environnement/sadapter-a-une-france-a-4-degres-christophe-bechu-annonce-la-douleur-20240123_S5PBVA56IFA73CLO54WXPHE5M

¹⁹² Valérie Masson Delmotte – *UN CLIMAT QUI S'EMBALLE ?* VALÉRIE MASSON DELMOTTE - GIEC, podcast Greenletter club #104, Youtube, octobre 2023. . <https://www.youtube.com/watch?v=UXVS9e9le90>

Pour Valérie Masson-Delmotte, « La réponse à la montée du niveau de la mer demande une planification à très long terme. **Les deux seules choses qui empêchent les risques, c'est de ne pas construire dans les zones qui seront soumises aux risques littoraux, et le repli planifié. Le reste ne fait que faire gagner un peu de temps.** »¹⁹³

¹⁹³ *Id.*

Conclusions

Construire une centrale nucléaire sur une plateforme de 11 mètres de haut érigée sur un polder, territoire constitué de larges zones déjà situées sous le niveau de la mer aux plus hautes marées et bordé par la mer du Nord : c'est le projet d'EDF sur le site de Gravelines malgré des prévisions alarmantes concernant la montée du niveau de la mer.

La construction de deux réacteurs nucléaires « en altitude » au bord d'une mer montante et sur une zone exposée aux risques de submersion pourrait isoler régulièrement la centrale sur son promontoire, en faisant une île, avec tous les risques que cette situation implique pour son fonctionnement, la sûreté nucléaire, la population et l'environnement.

Dans quelques années, cette décision ne paraîtra plus seulement aberrante. Elle deviendra au mieux une ligne supplémentaire dans la longue liste des exemples de l'enlisement du nucléaire français, au pire une illustration des risques de cette industrie, amplifiés par l'aggravation du dérèglement climatique.

L'actuelle centrale nucléaire de Gravelines, conçue pour être isolée sous forme d'une île, est ceinturée d'une barrière de protection contre les inondations et les risques de submersion. EDF, qui a la lourde tâche d'assurer la protection des six réacteurs existants face au risque de submersion, a déjà rehaussé plusieurs fois ces digues.

Si l'industriel ne peut pas déplacer ces réacteurs déjà présents sur le site, il peut encore décider d'éviter la construction de nouveaux réacteurs sur cette zone qui deviendra de plus en plus vulnérable au risque de submersion et d'inondations composites.

Greenpeace continuera à tout mettre en œuvre pour que le scénario le plus ambitieux – et vital à de nombreux égards – de l'Accord de Paris, à savoir une augmentation de la température de la Terre depuis le début de l'ère industrielle de maximum 1,5 °C, devienne la trajectoire prise par les pays du monde entier. Cependant, la trajectoire mondiale actuelle des émissions de gaz à effet de serre dirige la planète vers une augmentation de plus de 3 °C en 2100.

Au vu de ces prévisions climatiques alarmantes qui impacteront l'augmentation du niveau de la mer dans les prochaines décennies, EDF devrait faire preuve de la plus grande précaution en renonçant à ce projet à des fins préventives, pour la protection de la population et l'environnement.

Ce projet fait actuellement l'objet d'un débat public alors qu'aucune étude ou analyse de risque sur la vulnérabilité des EPR2 aux effets du dérèglement climatique ni sur la vulnérabilité du site de Gravelines concernant leur implantation n'a été communiquée publiquement.

Alors que les référentiels avancés par EDF dans ce projet pour les calculs de dispositifs de sûreté ne reflètent pas les dernières connaissances scientifiques sur les scénarios les plus impactants pour de telles infrastructures, le manque de transparence autour de ce projet est inquiétant.

L'heure n'est pas à la bataille de chiffres ou aux comptes d'apothicaires pour concevoir la hauteur de la plateforme, des digues de protection et les marges à prendre - parfois à la dizaine de centimètres près. L'heure est venue d'écouter les scientifiques dont les prévisions sont de plus en plus pessimistes. Le monde dans lequel nous vivons va profondément changer dans les prochaines décennies. Nos repères vont évoluer et la prise de décision concernant la réalisation d'un tel projet se doit d'être visionnaire.

La réalisation et la communication d'une étude pluridisciplinaire avec une analyse de risque multifactorielle basée sur les dernières connaissances scientifiques devrait être un prérequis, dès les prémices du projet, au choix des sites ayant vocation à accueillir les réacteurs. Étude et analyse seraient non seulement un signe d'adaptation réglementaire et juridique au contexte climatique, mais répondraient aussi à un enjeu démocratique de tenir des consultations citoyennes documentées. Elles déclencheraient un processus de réflexion pour une prise de décision éclairée sur l'utilité et la pertinence ou non de ces projets.

Greenpeace exhorte les acteurs de la sûreté nucléaire et de la filière nucléaire à faire preuve de lucidité et à sortir de processus obsolètes au regard de l'avancée de la crise climatique. Il est encore temps d'arrêter ce projet pour ne pas ajouter le risque nucléaire au risque climatique et pour éviter la construction d'une infrastructure qui deviendrait une maladaptation au dérèglement climatique, rendant la population plus vulnérable, à l'inverse des démarches internationales d'adaptation.

Recommandations

- Greenpeace demande à EDF de renoncer à construire une paire de nouveaux réacteurs nucléaires sur le site de Gravelines particulièrement vulnérable au risque de submersion qui s'aggraverait inévitablement en raison du dérèglement climatique.
- Greenpeace demande aux acteurs de la sûreté nucléaire, dont l'ASN, d'exiger la réalisation par des expert·es indépendant·es d'une étude pluridisciplinaire comprenant une analyse de risques liés à la vulnérabilité de nouveaux réacteurs aux effets du dérèglement climatique et notamment au risque de submersion, selon un modèle reconnu et documenté, adressant la question de la sûreté de nouveaux réacteurs nucléaires jusqu'à la fin de leur durée de vie. Une telle étude doit être exigée en amont du processus, dès que le projet est envisagé, avant toute mobilisation de ressource et investissement économique. Elle doit être un prérequis à la prise de décision de la poursuite ou non du projet et communiquée publiquement par EDF.
- Greenpeace recommande aux institutions, y compris l'ASN, et aux administrations gouvernementales, régionales, départementales ou indépendantes chargées des réglementations pour la prévention des risques, de mettre à jour régulièrement les processus d'autorisations de tels projets, ainsi que les procédures, réglementations, guides et référentiels à disposition des industriels en accord avec les dernières avancées des connaissances scientifiques sur l'évolution du dérèglement climatique.

Annexes

Annexe 1 :

Méthodologie de production cartographique des zones exposées au risque de submersion marine dans le secteur de la centrale de gravelines.

Annexe 2 :

Catherine MEUR FEREC, Professeure des universités à l'université de Brest.
Spécialiste du littoral (dont risques côtiers, érosion et submersion).

La centrale nucléaire de Gravelines, un château de sable en bord de mer

Drapeau rouge pour EDF qui veut construire des réacteurs nucléaires sur une zone déjà inondable, malgré des projections climatiques alarmantes sur l'augmentation du niveau des océans.

RAPPORT

Octobre 2024