

## **Annexe 2 /**

# **Contribution de Catherine Meur Ferec pour le rapport de Greenpeace, Gravelines, un château de sable en bord de mer**



Catherine Meur Ferec, Professeure des Universités à l'Université de Brest, Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM). Laboratoire de recherche : LETG (Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique) UMR 6554 CNRS.

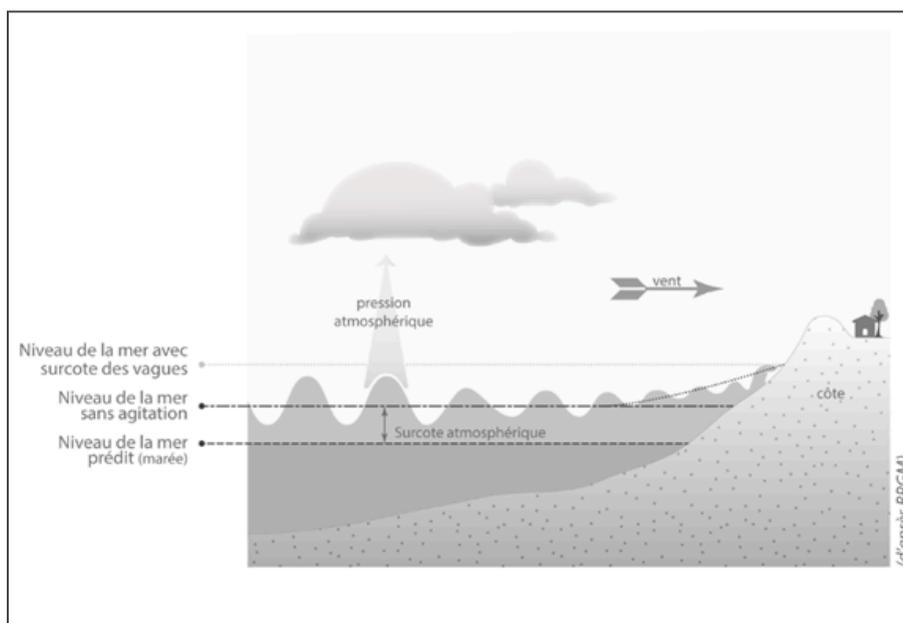
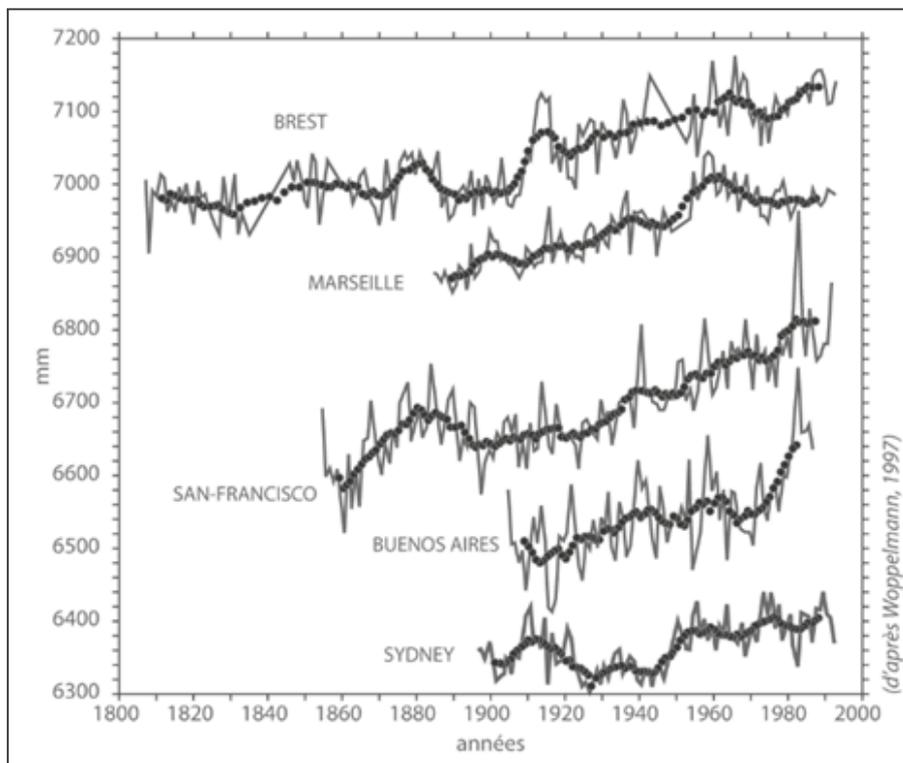
Géographe, spécialiste du littoral : risques côtiers, érosion et submersion, vulnérabilité systémique, adaptation au changement climatique, Gestion intégrée des Zones Côtières.

**Catherine Meur-Ferec** a répondu aux questions de Greenpeace.

## **En quoi le changement climatique aggrave-t-il le risque de submersion marine et d'érosion côtière ?**

La dynamique côtière, et donc les processus d'érosion et de submersion marines, sont le résultat de l'action conjuguée de nombreux facteurs (houles, courants, marées, eustatisme, isostasie, budget sédimentaire) agissant à plusieurs échelles de temps (géologique, historique, instantanée) (Hénaff et al, 2013).

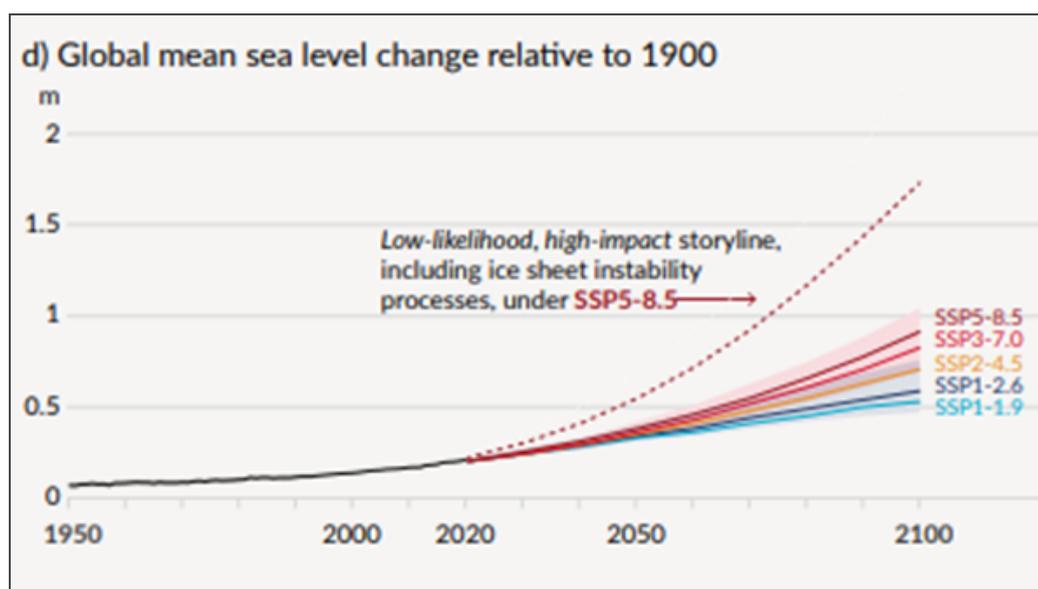
En particulier, la hauteur atteinte par la mer sur les côtes (qui génère les aléas de submersion et d'érosion) résulte de la conjugaison de deux dynamiques combinées : (a) d'une part, une remontée eustatique lente mais permanente, et en accélération, du niveau général de la mer liée au changement climatique (de l'ordre de quelques mm/an) ; (b) et d'autre part, des phénomènes instantanés d'élévation du niveau d'eau à la côte qui surviennent lors d'épisodes de tempêtes (surcotes marines dépassant fréquemment 1 m mais durant seulement quelques heures) (figure 1).



↑ **Figure 1 :** (a) enregistrement de marégraphes montrant l'élévation eustatique générale et en accélération du niveau des océans (environ 3 mm/an depuis la seconde moitié du vingtième siècle) et (b) processus d'élévation instantanée de la hauteur d'eau à la côte lors d'une tempête (marée astronomique + surcote atmosphérique + vagues de tempête). (d'après Woopelmann et BRGM, réalisation L. David, LETG)

L'accélération de la remontée eustatique actuelle est clairement liée au réchauffement climatique (expansion thermique de l'eau de mer, fonte des glaces) (Le Cozannet et al, 2014). Quant aux tempêtes, même si les séries météorologiques ne sont pas encore toujours assez longues pour détecter clairement une aggravation et l'attribuer au changement climatique, il est très probable qu'elles tendront à s'accroître en intensité et en fréquence. Ainsi, le changement climatique est indubitablement un facteur aggravant des aléas d'érosion et de submersion marines.

De plus, les chercheurs des sciences du climat s'accordent sur le fait que la remontée eustatique du niveau marin va se prolonger et s'intensifier dans le futur, quels que soient les scénarios (GIEC, 2019). Les prévisions pour 2100 se situent encore dans une grande fourchette d'incertitude, entre 28 et 100 cm, voire 188 cm, selon les modèles et les émissions CO<sub>2</sub> (GIEC, 2021), mais la tendance est certaine et ces chiffres sont revus à la hausse à chaque nouveau rapport du GIEC (figure 2).

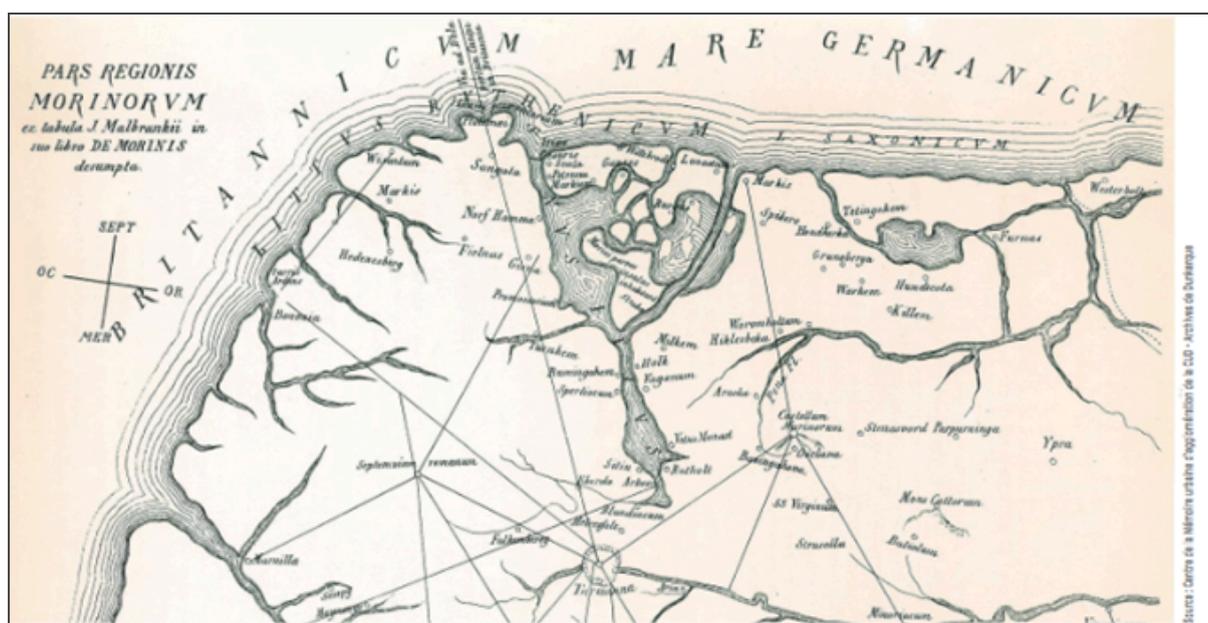


↑ **Figure 2** : remontée moyenne du niveau de la mer depuis 1900 et modèles de prévisions pour 2100 (GIECC).

Ainsi, et même sans intensification des tempêtes, il est certain que les surcotes actuelles se produiront sur des niveaux marins « de base » plus hauts, et donc que les hauteurs d'eau extrêmes à la côte seront supérieures et impacteront davantage d'enjeux dans les décennies et siècles à venir (Meur-Ferec, 2021).

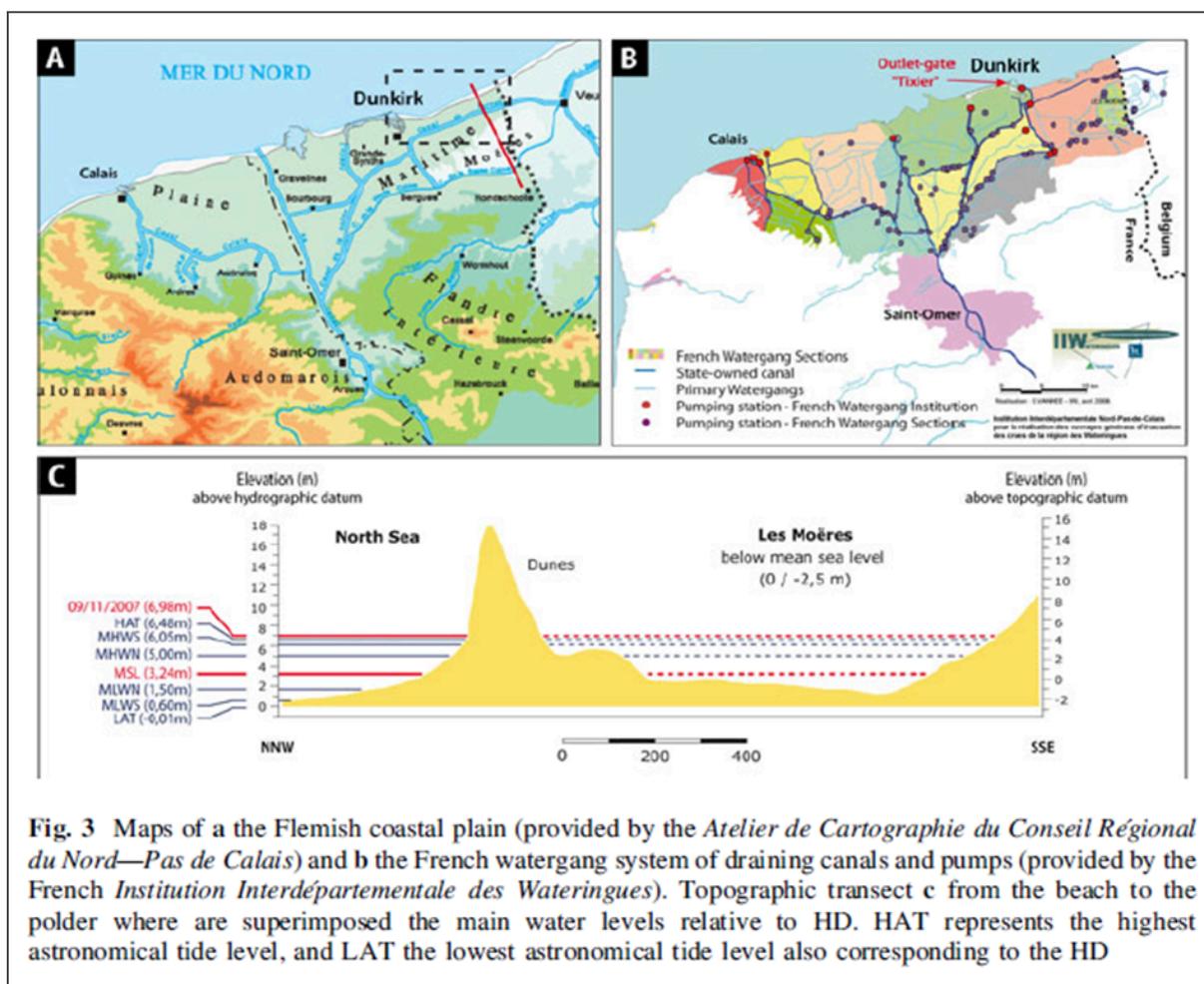
## Pourquoi la zone géographique de Gravelines est-elle particulièrement vulnérable au risque de submersion marine et d'érosion côtière ?

Le site de Gravelines se situe dans la plaine maritime flamande, dans l'estuaire de l'Aa, territoire des *Wateringues*. Ces vastes espaces de polder ont été progressivement conquis sur la mer depuis le Moyen Âge. Ainsi, la plupart des terrains sont situés sous le niveau des plus hautes mers de vive eau et ne sont isolés de la mer que par des digues et de minces cordons dunaires (Maspataud et al, 2013).



↑ **Figure 3** : Carte de l'estuaire de l'Aa au VII<sup>e</sup> siècle<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://www.institution-wateringues.fr/wp-content/uploads/2021/09/Wateringues-Moyen-Age.pdf>



**Fig. 3** Maps of a the Flemish coastal plain (provided by the *Atelier de Cartographie du Conseil Régional du Nord—Pas de Calais*) and b the French watergang system of draining canals and pumps (provided by the *French Institution Interdépartementale des Wateringues*). Topographic transect c from the beach to the polder where are superimposed the main water levels relative to HD. HAT represents the highest astronomical tide level, and LAT the lowest astronomical tide level also corresponding to the HD

↑ **Figure 4** : Cartes A et B issues de l'article de Maspataud et al, 2013.

Ces côtes basses sont connues pour être les plus vulnérables aux effets de la remontée du niveau marin liée au changement climatique (Héquette et al., 2022). En outre, cette vulnérabilité est considérablement accrue par les enjeux humains très denses et la présence de le bâti résidentiel et d'installations industrielles.

## Quelles solutions d'aménagement littoral sont recommandées par la science face au risque de submersion et pour ce type d'infrastructure à enjeux ?

Depuis 2012, et en accord avec les conseils de nombreux scientifiques, la France a adopté une stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte : *Vers la relocalisation des activités et des biens* (MEDDE, 2012). Cette stratégie intègre les effets actuels et attendus du changement climatique et prône d'étudier la relocalisation des enjeux bâtis comme solution d'adaptation la plus durable. Par ailleurs, les Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN), eux aussi développés en collaboration avec des scientifiques, existent depuis 1995 et les PPRL (littoraux) intègrent la remontée du niveau marin liée au changement climatique depuis 2010. Ces plans, élaborés en concertation entre services de l'État et collectivités locales, introduisent des zonages qui interdisent strictement les nouvelles constructions dans les zones d'aléas forts, de façon à ne pas augmenter la vulnérabilité, et ce même s'il existe des ouvrages de défense contre la mer.

Cependant, il semble que toutes ces régulations visant à la prévention des risques côtiers dans un contexte de changement climatique ne s'appliquent pas à un des enjeux les plus vulnérables à la remontée du niveau marin que sont les installations nucléaires [CMF1]. Ainsi, le PPRL de Gravelines et Grand Fort Philippe, approuvé en 2017, ne comporte pas de zonage d'aléa sur le secteur de la centrale nucléaire actuelle. Pourtant, 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 de GIZC et 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.

## Références bibliographiques citées :

- GIECC (2019) « L'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique. Rapport spécial du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. »  
[www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2020/07/SROCC\\_SPM\\_fr.pdf](http://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2020/07/SROCC_SPM_fr.pdf)
- Hénaff A., Meur-Ferec C. et Lageat Y. (2013) « Changement climatique et dynamique géomorphologique des côtes bretonnes. Leçons pour une gestion responsable de l'imbrication des échelles spatio-temporelles. » *Cybergeo : European Journal of Geography* [Online], document 654.
- Héquette A., Ruz M.-H., Cohen O., Schmitt F (2022) « 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*, Vol. 22, n° 3,
- Le Cozannet, G., Garcin, M., Yates, M., Idier, D. and Meyssignac, B., 2014. « Approaches to evaluate the recent impacts of sea-level rise on shoreline changes ». *Earth-science reviews*, 138, pp.47-60.
- Maspataud A., Ruz M.-H., Vanhe'e S. (2013) « Potential impacts of extreme storm surges on a low-lying densely populated coastline: the case of Dunkirk area, Northern France ». *Natural Hazards* 66, p.1327-1343
- MEDDE (2012). « Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte. Vers la relocalisation des activités et des biens ». *Ministère de l'Écologie du Développement durable et de l'Énergie*, Paris (20 p.
- Meur-Ferec C. (2021) « Risques côtiers : des littoraux toujours sous pression ». in Rebotier J. (coord.) « Les Risques et l'Anthropocène. Regards alternatifs sur l'urgence environnementale ». Editions ISTE. 272 p