

Ménager
du débat Public EDF



dp
DÉBAT
PUBLIC

PROJET DE NOUVEAUX
RÉACTEURS NUCLÉAIRES
À GRAVELINES

Webinaire sur la thématique « Environnement »

10.12.2024 | Atelier d'approfondissement en visio

1 | Accueil & Bienvenue

2

Mot d'ouverture
Jacques ROUDIER &
Régis GUYOT, Membres de
l'Équipe du Débat

3

Objectifs de la Rencontre Thea DISDIER-HAUMESSER & Pierre ARÈNE, Équipe d'Animation

Objectifs de la rencontre

- ?



4 | Programme de la rencontre

Programme de la rencontre

- **Accueil/Bienvenue** par l'Équipe du Débat et d'Animation
- Présentation des **objectifs** de la rencontre
- Présentation du **programme** du webinaire
- Présentation des **principes de débat public**
- **Temps d'éclairage général** sur l'impact du changement climatique sur le projet avec l'IRSN et l'Académie des Technologies
- **Séquence 1** : la position du monde scientifique sur le risque de submersion marine et terrestre avec le BRGM, l'Université de Lille et l'Institution des Wateringues
- **Temps d'échange et de questions/réponses**
- **Séquence 2** : la position des parties prenantes sur le risque de submersion marine et terrestre avec Greenpeace, la SFEN et EDF
- **Temps d'échange et de questions/réponses**
- **Conclusion** de la rencontre



5 | Règles du jeu de la rencontre

Règles de la rencontre

- **Bienveillance, écoute et accueil respectueux**

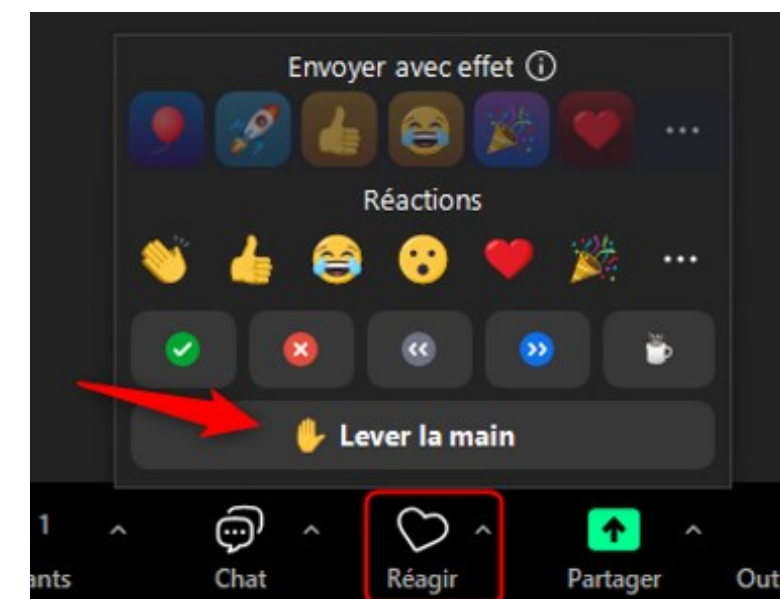
Entre toutes les personnes présentes

- **Des propos argumentés et compréhensibles pour toutes et tous**

Seuls les points de vue argumentés alimentent le débat, son compte rendu et son bilan. Veiller à avoir un langage simple et non technique.

- **Concision & respect des temps de parole**

Respect pour les intervenant.e.s en table ronde du temps imparti à chacun. 2 minutes maximum par personne pour les échanges avec le public. Priorité à ceux et celles qui ne se sont pas encore exprimés. Merci de lever la main via l'outil Zoom pour intervenir pendant la réunion.



Règles de la rencontre

- **Transparence**

Chacun.e est invité.e à se présenter.

La réunion est enregistrée et fait l'objet d'une retranscription Intégrale. La vidéo, ainsi qu'une synthèse, seront mises en ligne sur le site du débat.

- **Traçabilité des échanges et diversité des modes d'expression**

Pour les questions qui n'auront pas pu avoir de réponses au cours de la réunion, nous vous invitons à les verser sur la plateforme participative via sur notre site internet .



6

Motion Design - Les grands principes du Débat Public

7 | Brise glace

- **Concernant l'impact du changement climatique sur le projet, quelle est ma plus grande préoccupation ?**

- **Slido**

8

Temps d'éclairage général sur l'impact du changement climatique sur le projet

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)

8

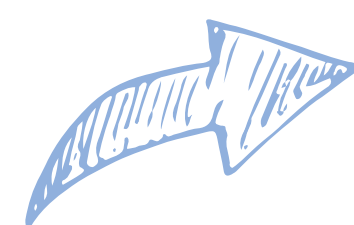
Lise BARDET, Responsable du bureau d'expertise en hydrogéologie et sur les risques d'inondation, météorologiques et géotechniques

EPR2 GRAVELINES PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DU RISQUE DE SUBMERSION

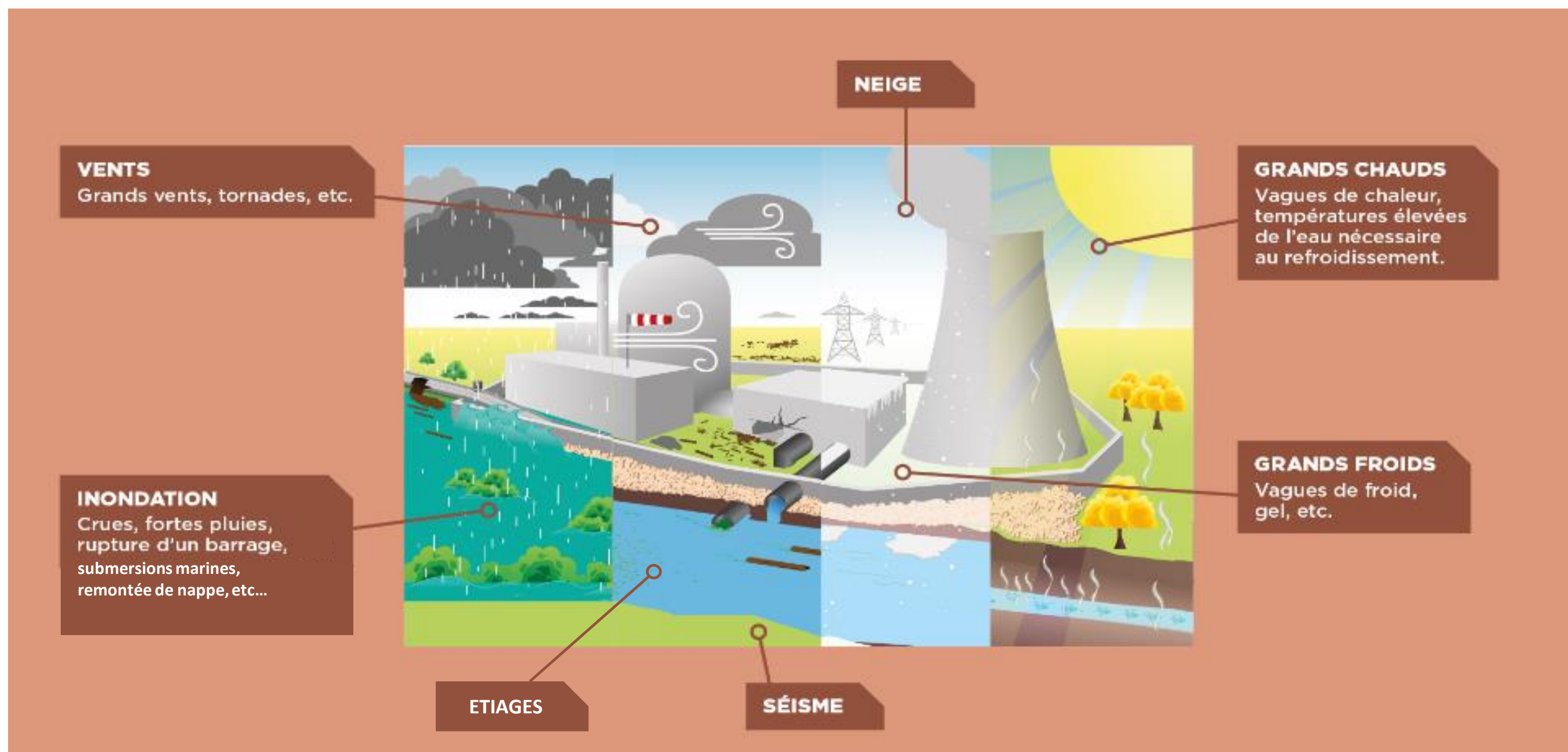
Atelier CPDP du 10 décembre 2024

La protection contre les risques naturels

Les installations nucléaires doivent résister à des agressions naturelles variées.



Evaluer les niveaux d'agression exceptionnels
Vérifier que l'installation pourra y faire face



Changement climatique : hausse de la fréquence et/ou de l'intensité de certains phénomènes naturels.

EVOLUTION QUANTIFIABLE :
TEMPÉRATURES CHAUDES (AIR / EAU)
NIVEAU MARIN
DÉBITS D'ÉTIAGE

EVOLUTION POSSIBLE :
PLUIES EXTRÊMES
REMONTÉE DE NAPPE

VEILLE SCIENTIFIQUE :
ENSEMBLE DES ALÉAS CLIMATIQUES,
SENSIBLES OU NON AU CHANGEMENT
CLIMATIQUE (CRUE, VENT...)

Guide ASN n°13 : spécificités des sites côtiers

Prise en compte du changement climatique :

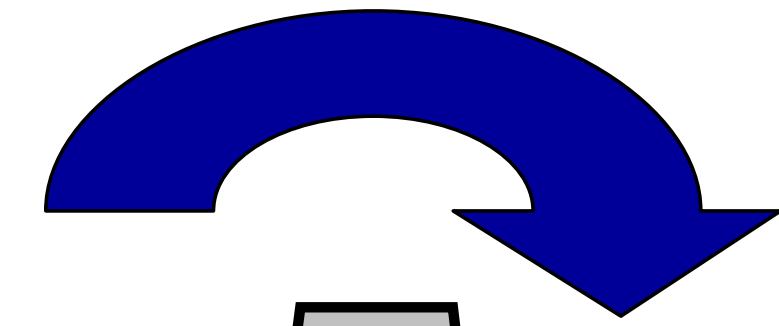
- Niveau de référence : à échéance du prochain réexamen (10-20 ans)
- Conception des protections : sur la durée de vie envisageable (EPR2 => ~ 2100)
- Dispositions matérielles présentant des facilités d'adaptation ultérieure

SRI VAG : vagues centennales

↳ Houle au large

↳ Clapot (vent local)

Particularité GRA : **terrains arrières inondés**



Franchissements

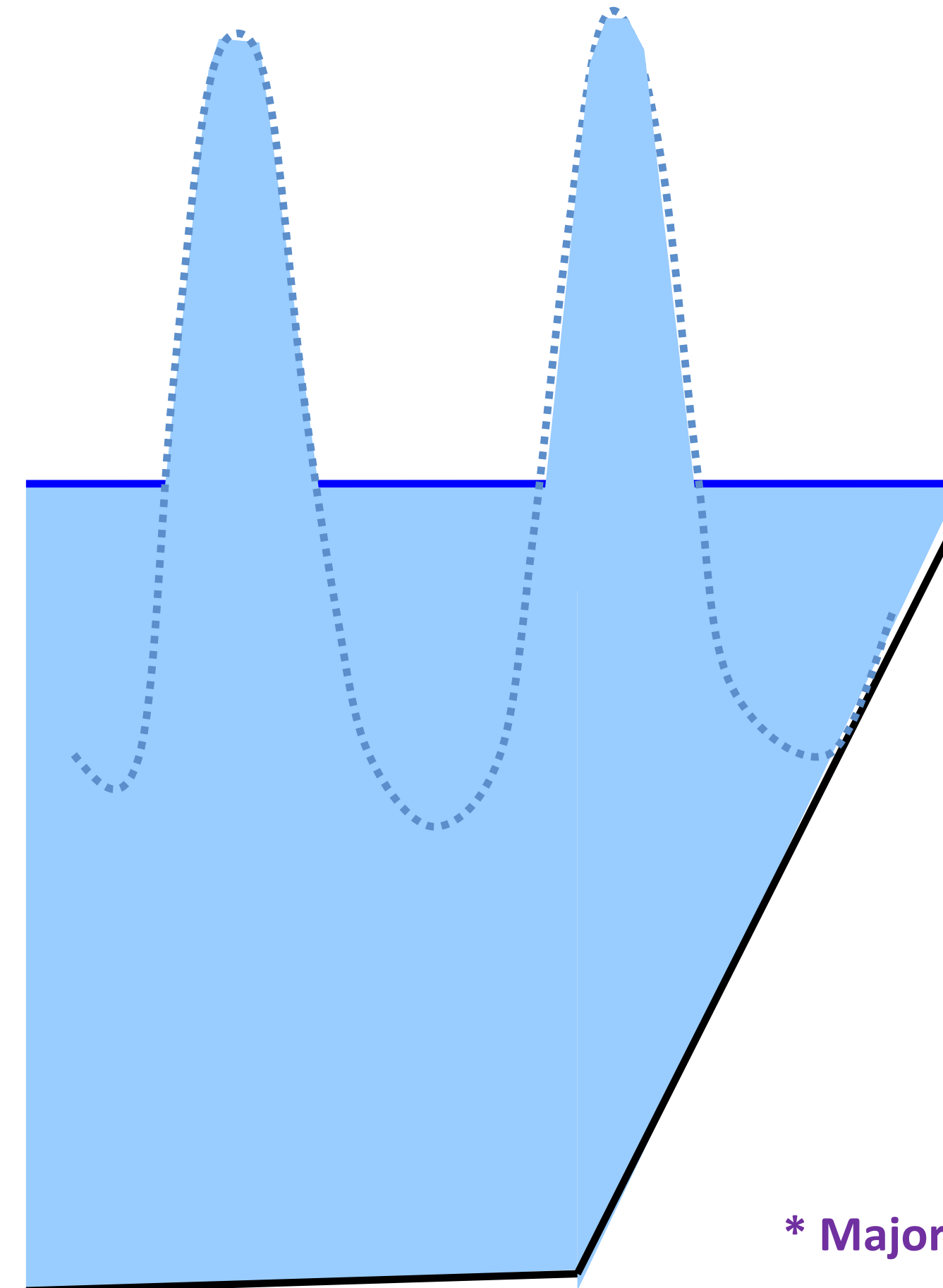
GRA : + 20 cm

SRI NMA (niveau marin)*

Evolution du niveau moyen

Surcote millennale
(GRA ~ 3 m)

Niveau maximal de
marée théorique
(GRA ~ 4 m NGF)

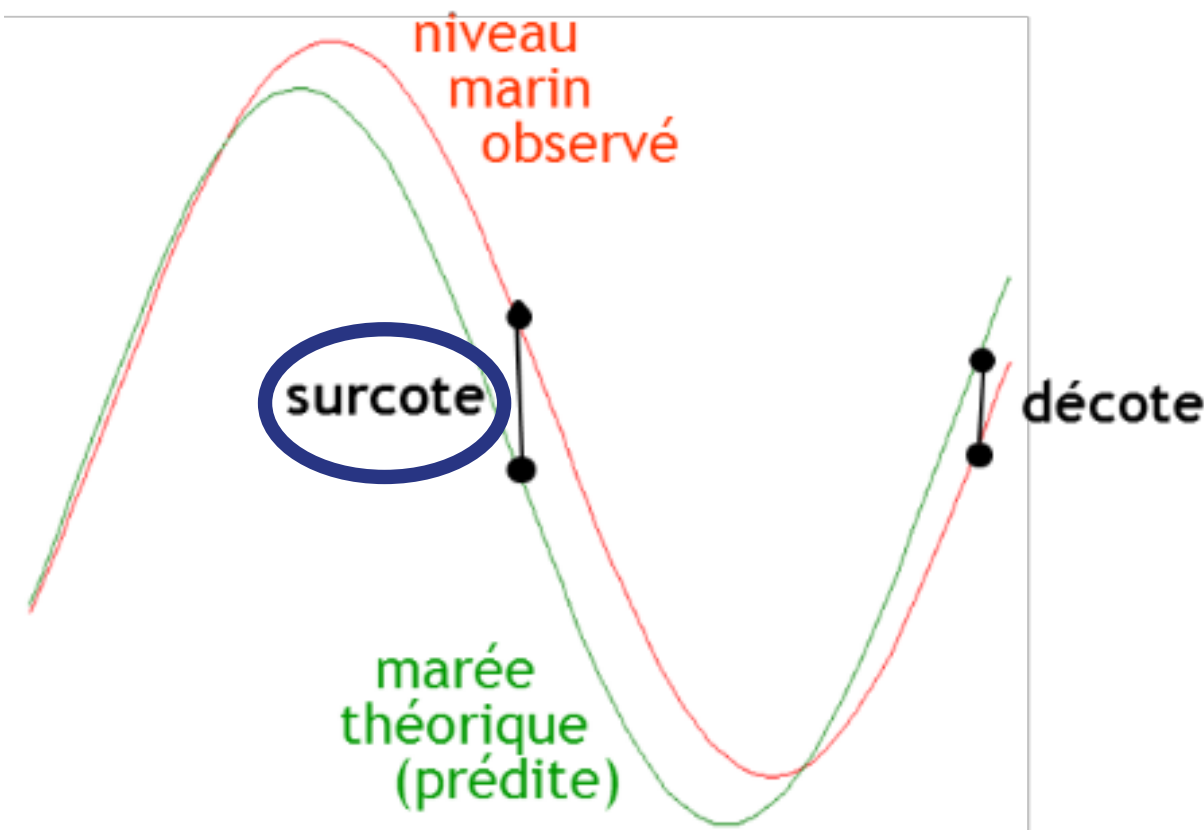


Situations de référence
d'inondation (SRI) :

Conjonction de
phénomènes
(dépendants ou non)

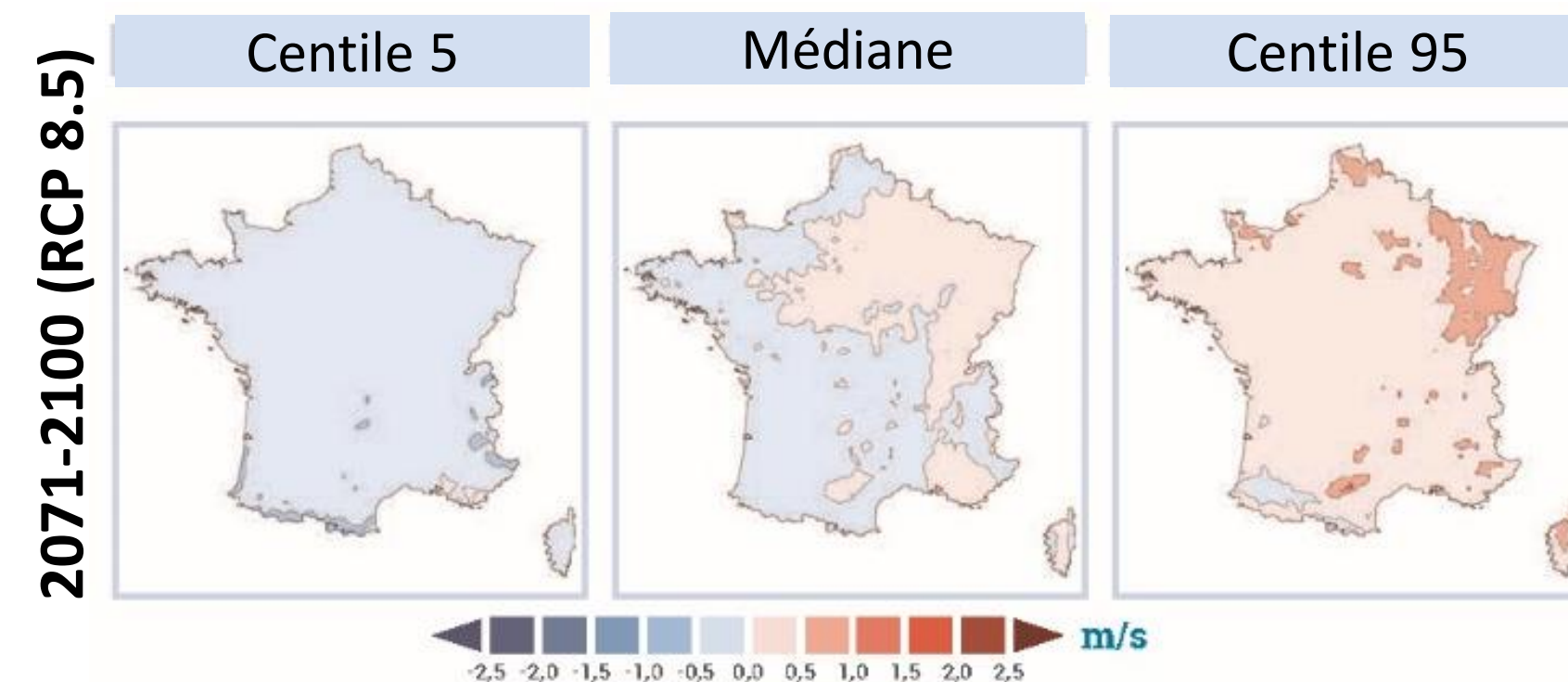
Aléa cible : **10⁻⁴/an**

* Majoré par la seiche annuelle le cas échéant

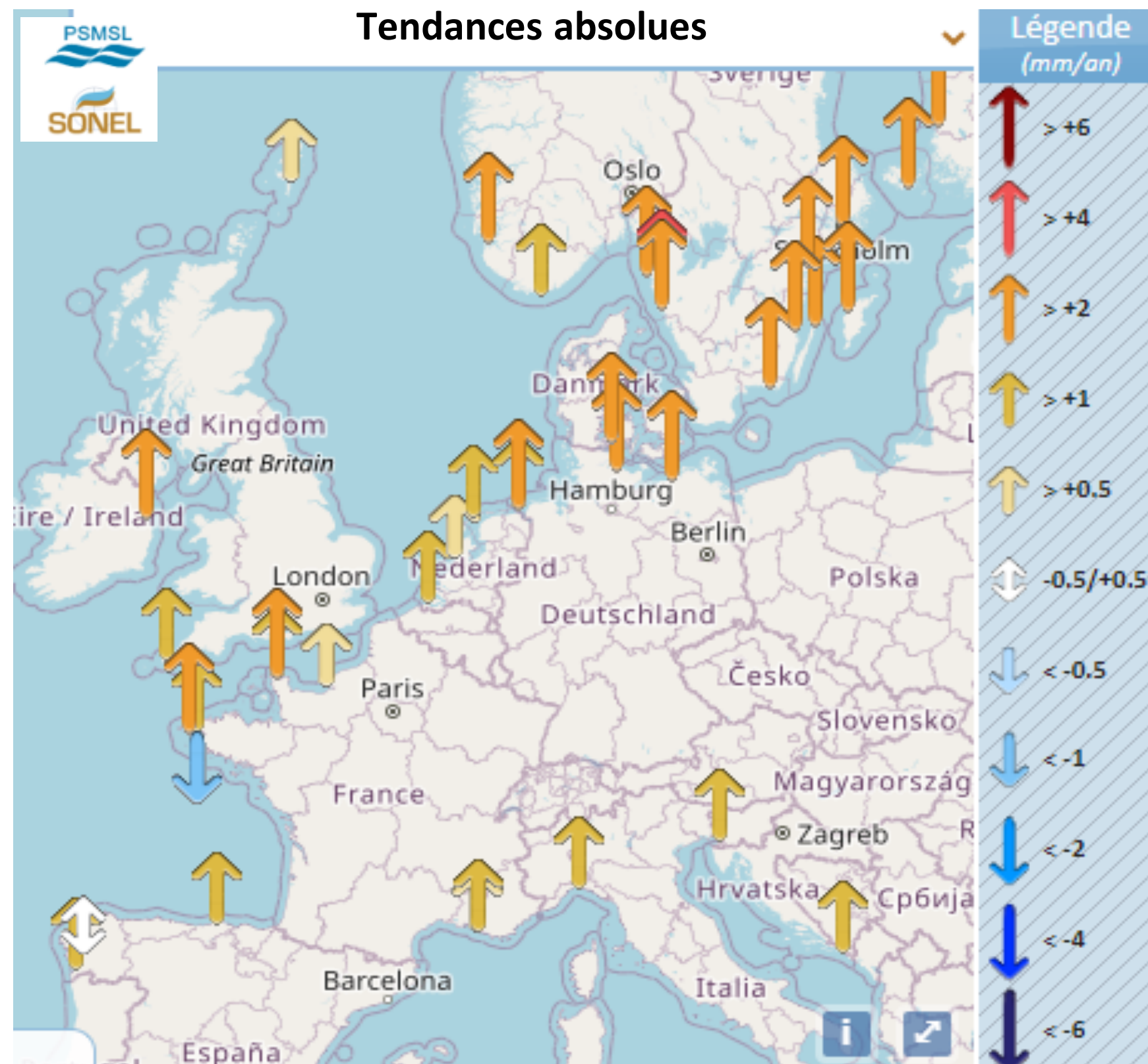


Impact du changement climatique sur les niveaux marins

Evolution incertaine des vents forts en France métropolitaine :
 veille scientifique sur les surcotes et les vagues, sans projection
 quantifiée pour les démonstrations de sûreté à ce stade



Projections des vitesses de vent fort dans DRIAS-2020 :
 importante dépendance aux modèles climatiques



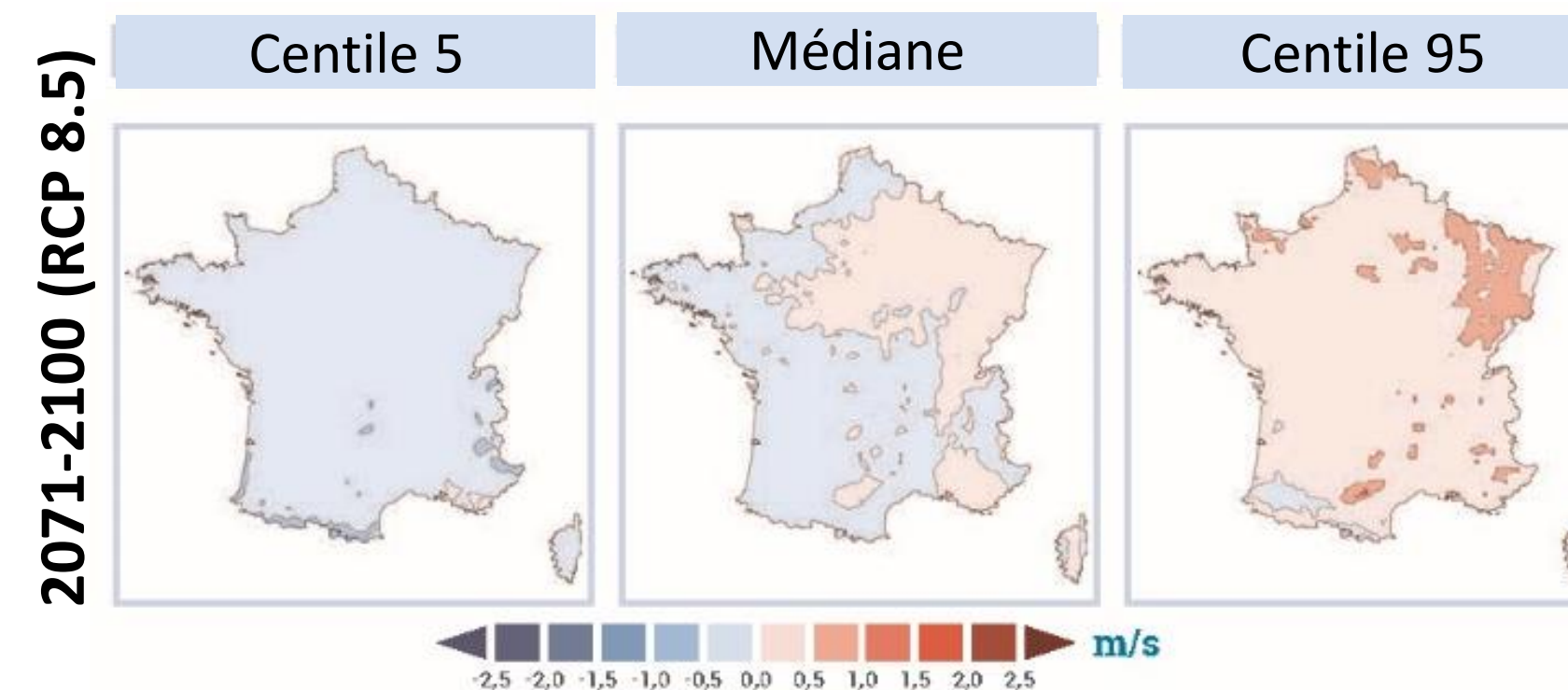
Augmentation du niveau moyen observé depuis
 la fin du 19^{ème} siècle sur l'ensemble des séries
 marégraphiques du littoral Manche-Atlantique

- ↳ Réchauffement climatique
 + effets locaux (subsidence*)



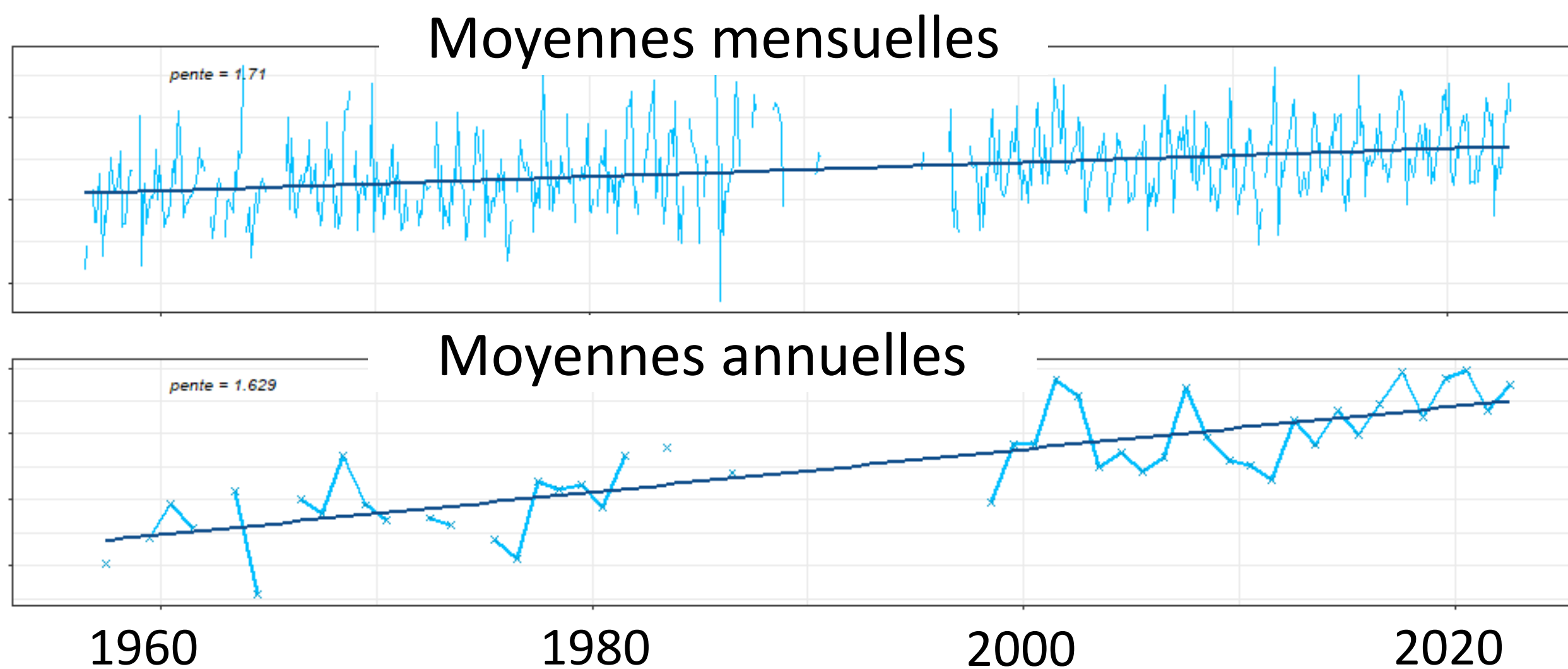
Impact du changement climatique sur les niveaux marins

Evolution incertaine des vents forts en France métropolitaine : veille scientifique sur les surcotes et les vagues, sans projection quantifiée pour les démonstrations de sûreté à ce stade



Projections des vitesses de vent fort dans DRIAS-2020 : importante dépendance aux modèles climatiques

Dunkerque (@ IRSN)



Extrapolation inadaptée à moyen/long terme (scénarios climatiques à prendre en compte)

Augmentation du niveau moyen observé depuis la fin du 19^{ème} siècle sur l'ensemble des séries marégraphiques du littoral Manche-Atlantique

↳ Réchauffement climatique + effets locaux (subsidence*)

Estimations par l'IRSN des tendances observées :

Dunkerque ~ 1,6-1,7 mm/an

Calais ~ 1-1,2 mm/an

↳ Tendance sur 10-20 ans << 20 cm (SRI NMA)

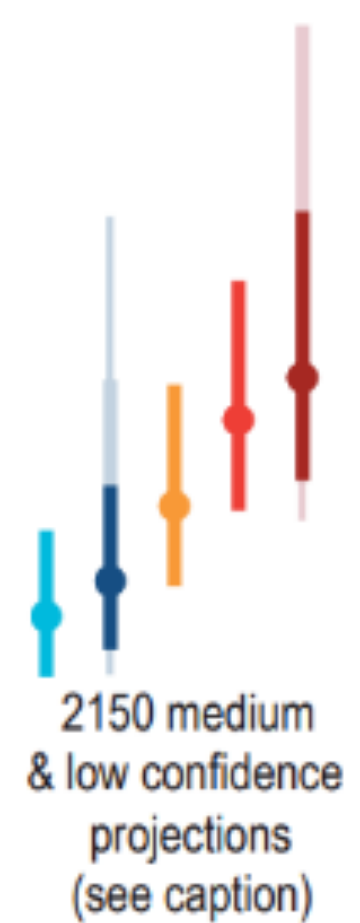
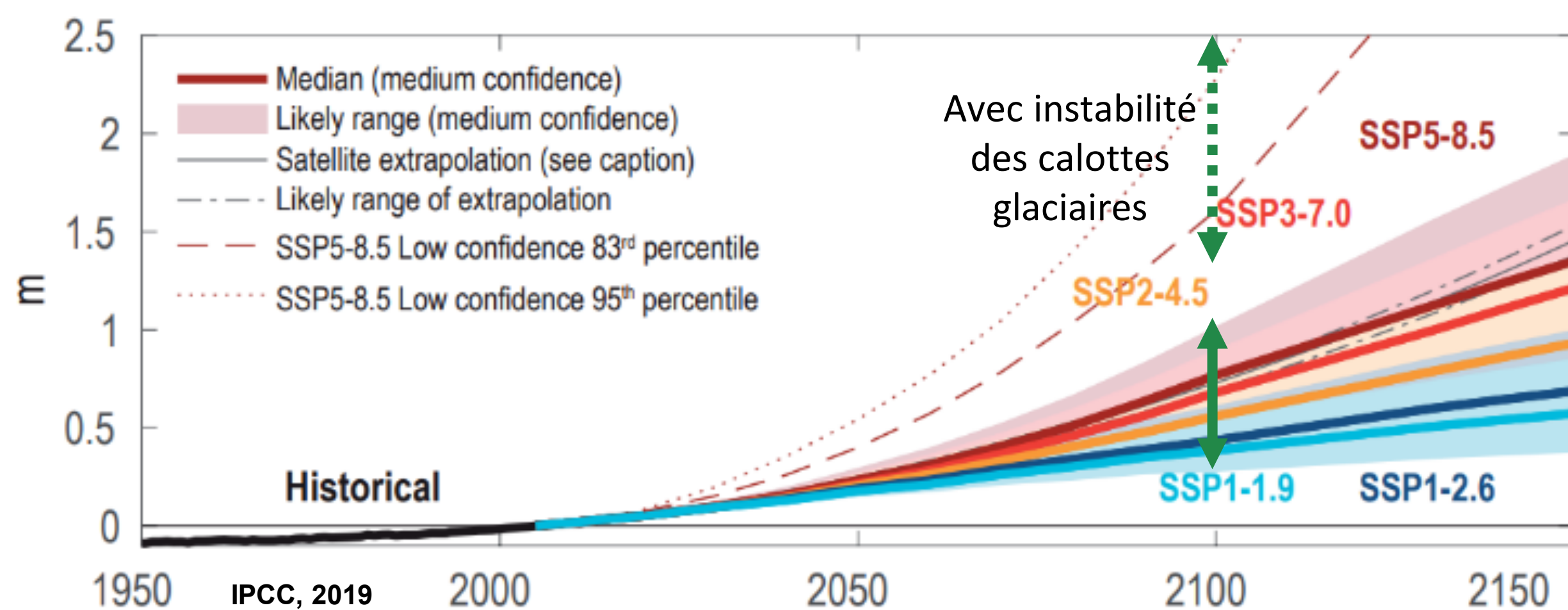
Impact du changement climatique sur les niveaux marins

Projections issues du 6^{ème} rapport du GIEC

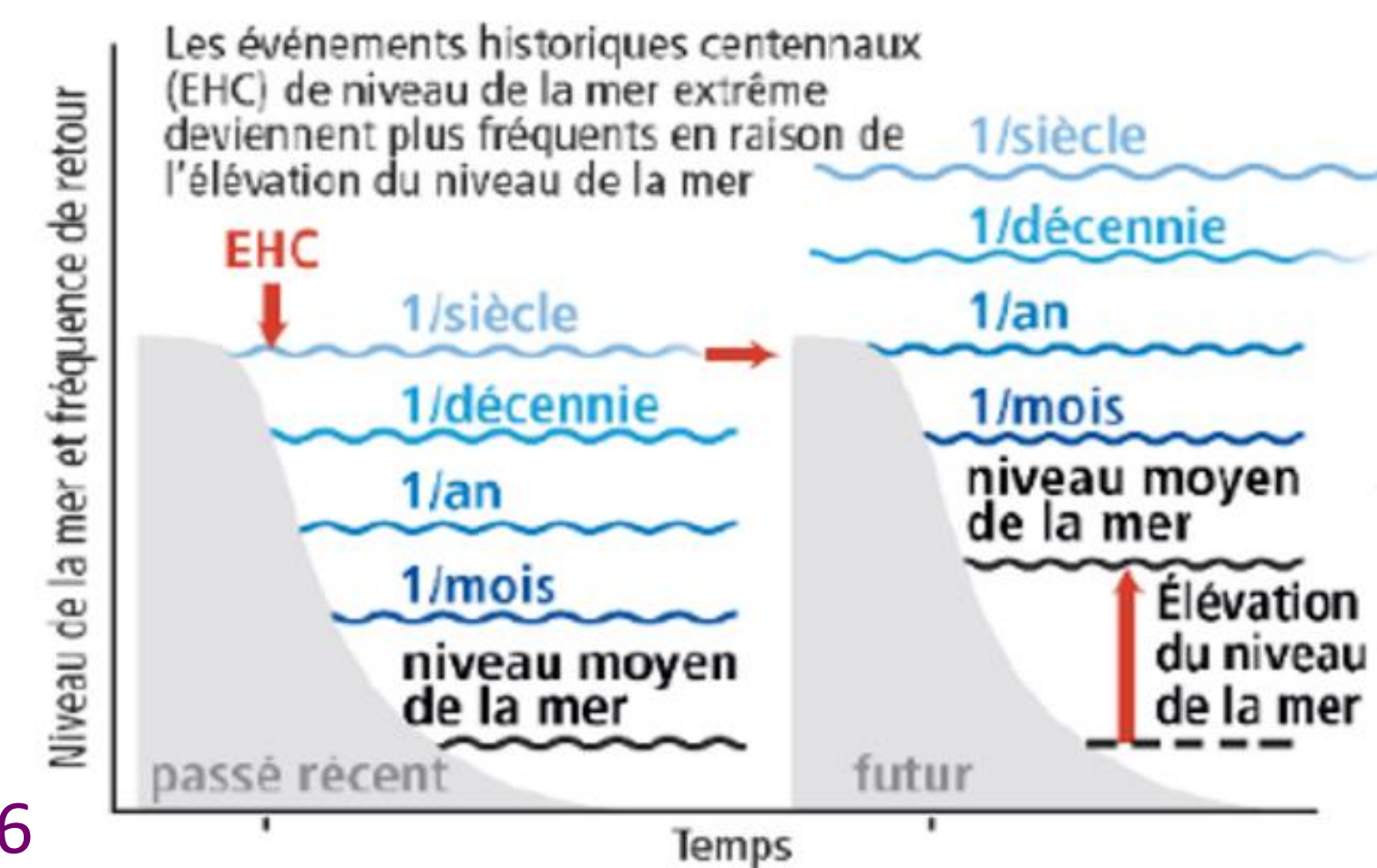
- Augmentation du niveau moyen global de la mer, de manière irréversible
- Incertitudes à prendre en compte :
 - ↳ Fort impact du scénario de réchauffement
 - ↳ Variabilité des modèles climatiques
 - ↳ Scénario peu probable mais ne pouvant être exclu : instabilité des calottes glaciaires
- Points d'attention :
 - ↳ Échéances à retenir : plus l'horizon est lointain, plus l'augmentation est rapide
 - ↳ Élévations en Manche : écarts décimétriques avec l'augmentation globale
 - ↳ Subsidence non prise en compte

EPR2 : projections locales à prendre en compte jusqu'à la fin de la durée de fonctionnement

Projected global mean sea level rise under different SSP scenarios



@IPCC6



Protection contre l'inondation externe

Dispositions généralement privilégiées

- Dispositions pour éviter une entrée d'eau dans les locaux
- Calage plate-forme au-dessus de la cote d'eau maximale évaluée pour les aléas inondation
- Dispositions ne nécessitant ni intervention humaine, ni apport d'énergie

Protection des sites

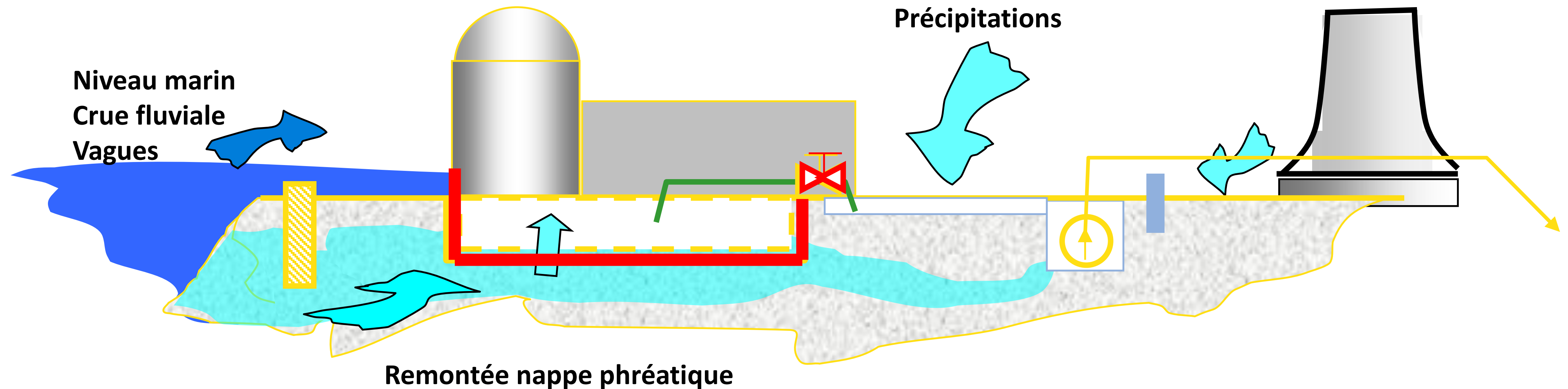
- Dignes, murets



Protection contre l'inondation externe

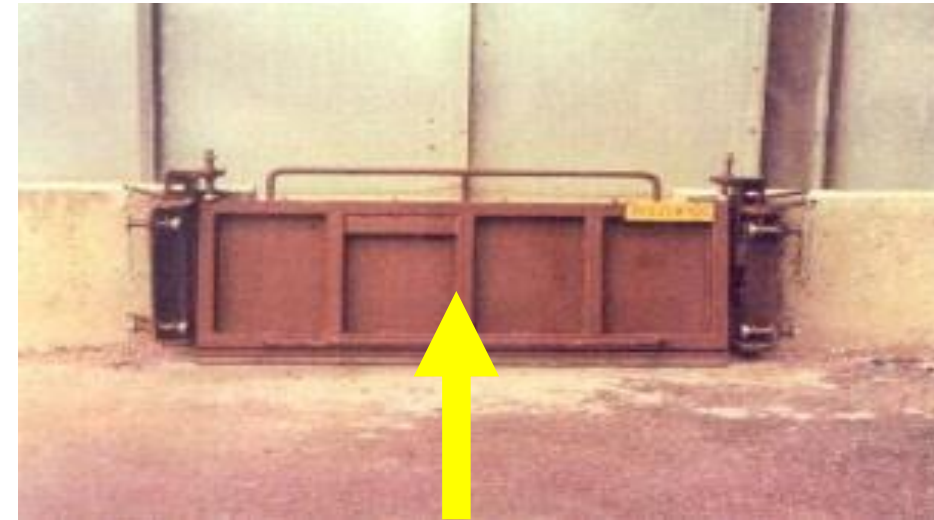
Protection des bâtiments – Protection volumétrique (PV)

- Volume de protection rendu étanche par obturation des ouvertures situées dans les parois extérieures de ce volume, afin d'éviter des entrées d'eau dans les locaux abritant des équipements importants pour la sûreté



Protection contre l'inondation externe

Protection des locaux



Batardeaux



**Matériau qualifié
de rebouchage des
trémies**

Moyens mobiles de pompage en cas d'entrée d'eau



Photos EDF



Systeme d'alerte pour les aléas d'inondation prédictibles

Quelques ressources

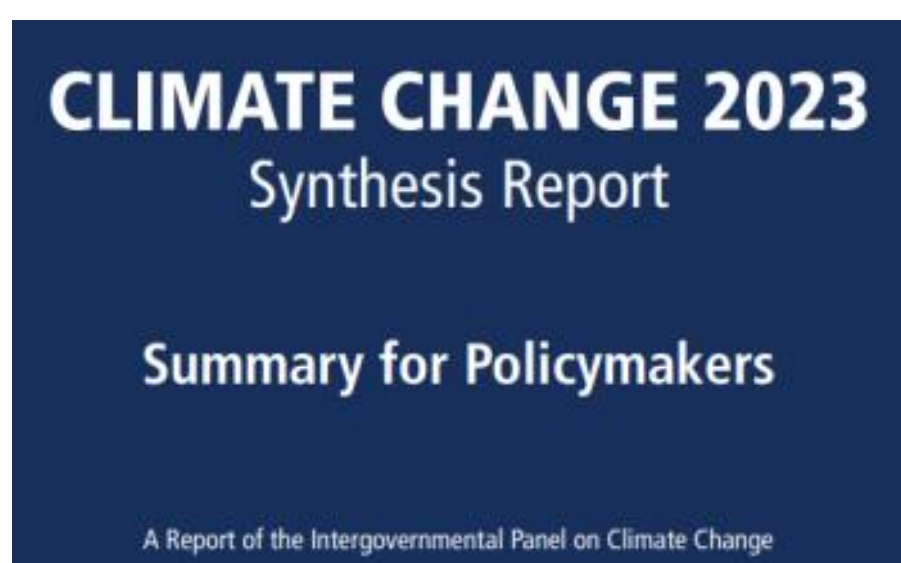


DOSSIER - Protéger les centrales des agressions externes

[Protéger les centrales des agressions externes | Repères \(irsn.fr\)](#)



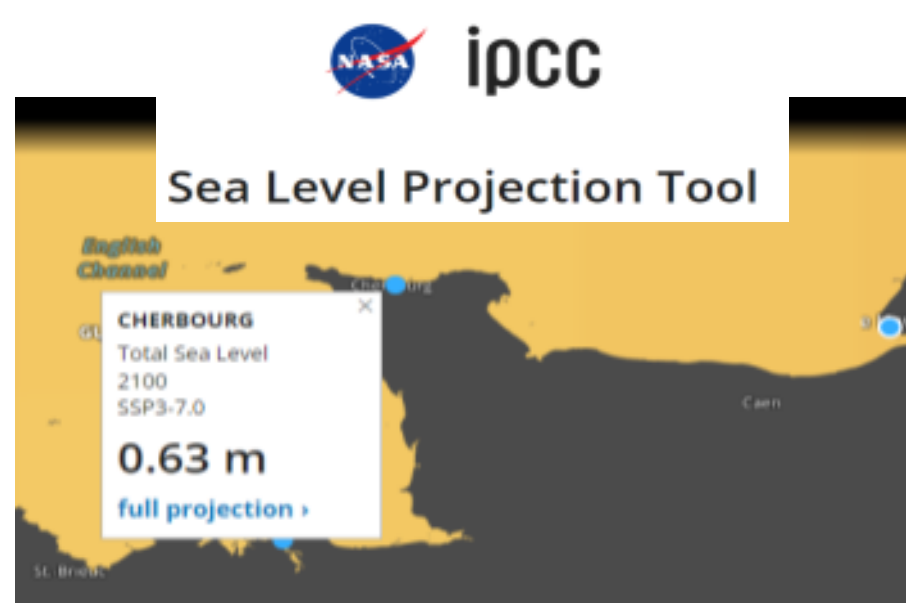
Tempêtes et Submersions Historiques



[IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf](#)



[DRIAS, Les futurs du climat](#)



[Sea Level Projection – NASA Sea Level Change Portal](#)



[Explore2](#)



8

Académie des Technologies

Pierre TOULHOAT,
Membre de l'Académie des
Technologies

AUGMENTATION DU NIVEAU MARIN ET SES CONSÉQUENCES SUR LE TRAIT DE CÔTE:

Avis rédigé par P. Toulhoat, avec les contributions de Diane d'Arras, François Houllier, Valérie Masson-Delmotte, Bernard Saunier, Bernard Tardieu

pôle Environnement et Impacts du Changement Climatique, Académie des Technologies.

<https://www.academie-technologies.fr/publications/augmentation-niveau-marin-consequences-risques-littoraux/>

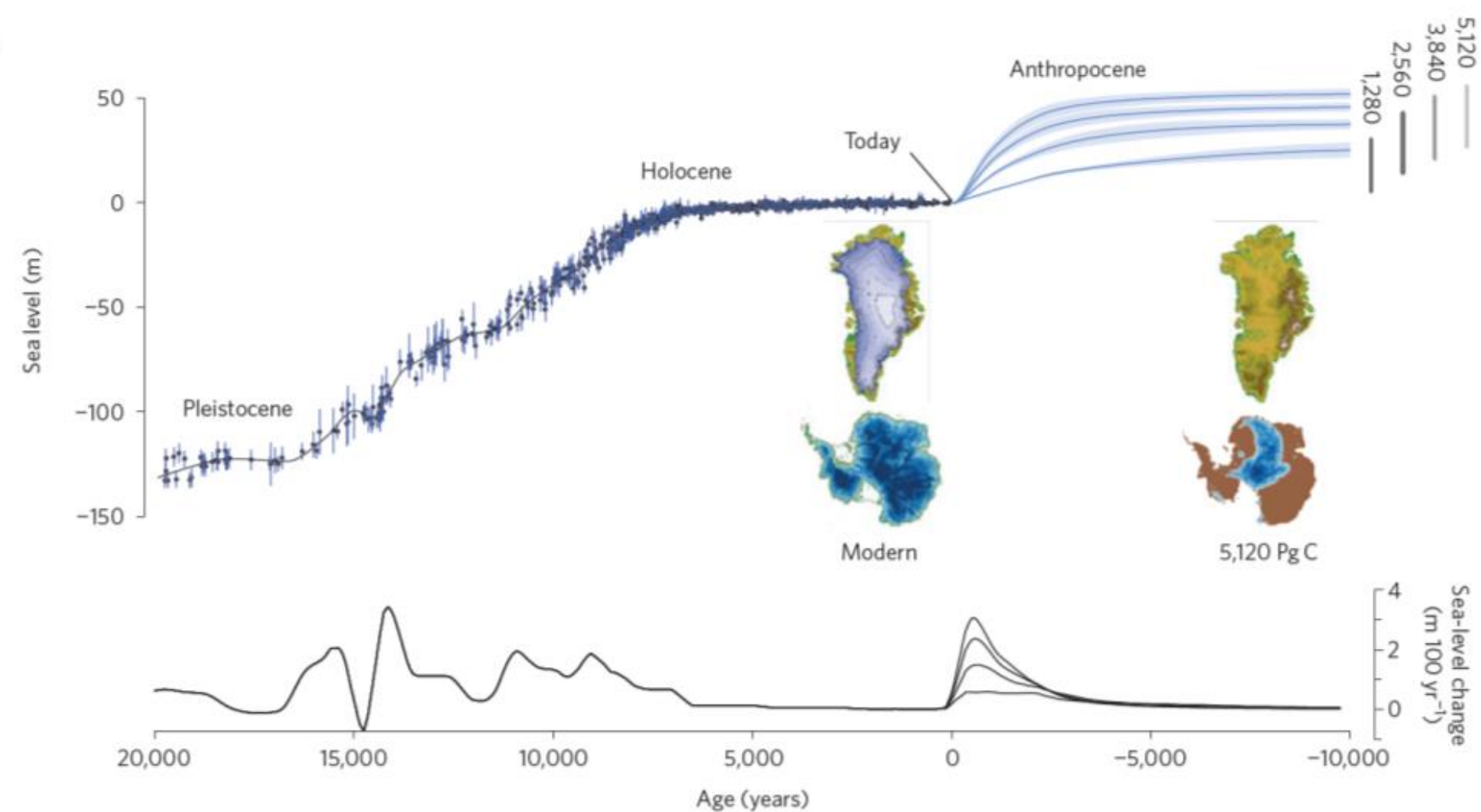
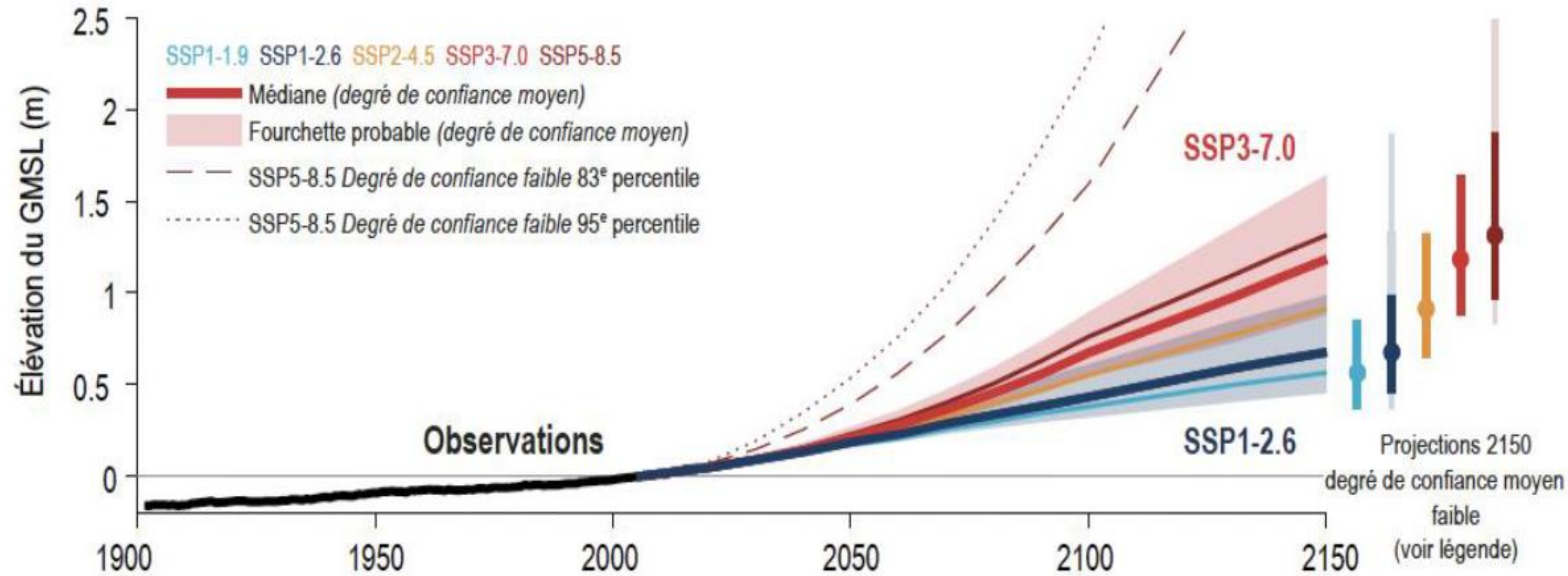
Éléments de contexte

- **l'augmentation du niveau marin est fortement accélérée** par le changement climatique
- les **perturbations d'origine anthropique** (sur-fréquentation, urbanisme incontrôlé, ouvrages inadaptés, prélèvements de sédiments)
- les événements **climatiques extrêmes** sont plus fréquents (tempêtes, surcotes)
- **Conséquences :**
 - **Recul fréquent et significatif du trait de côte**
 - **Risque de submersion marine augmenté** (polders, zones d'embouchures...)
 - **Salinisation des nappes littorales et des écosystèmes littoraux**
- **Les enjeux socio-économiques sont majeurs, et demandent une mobilisation des acteurs à court comme à long terme**

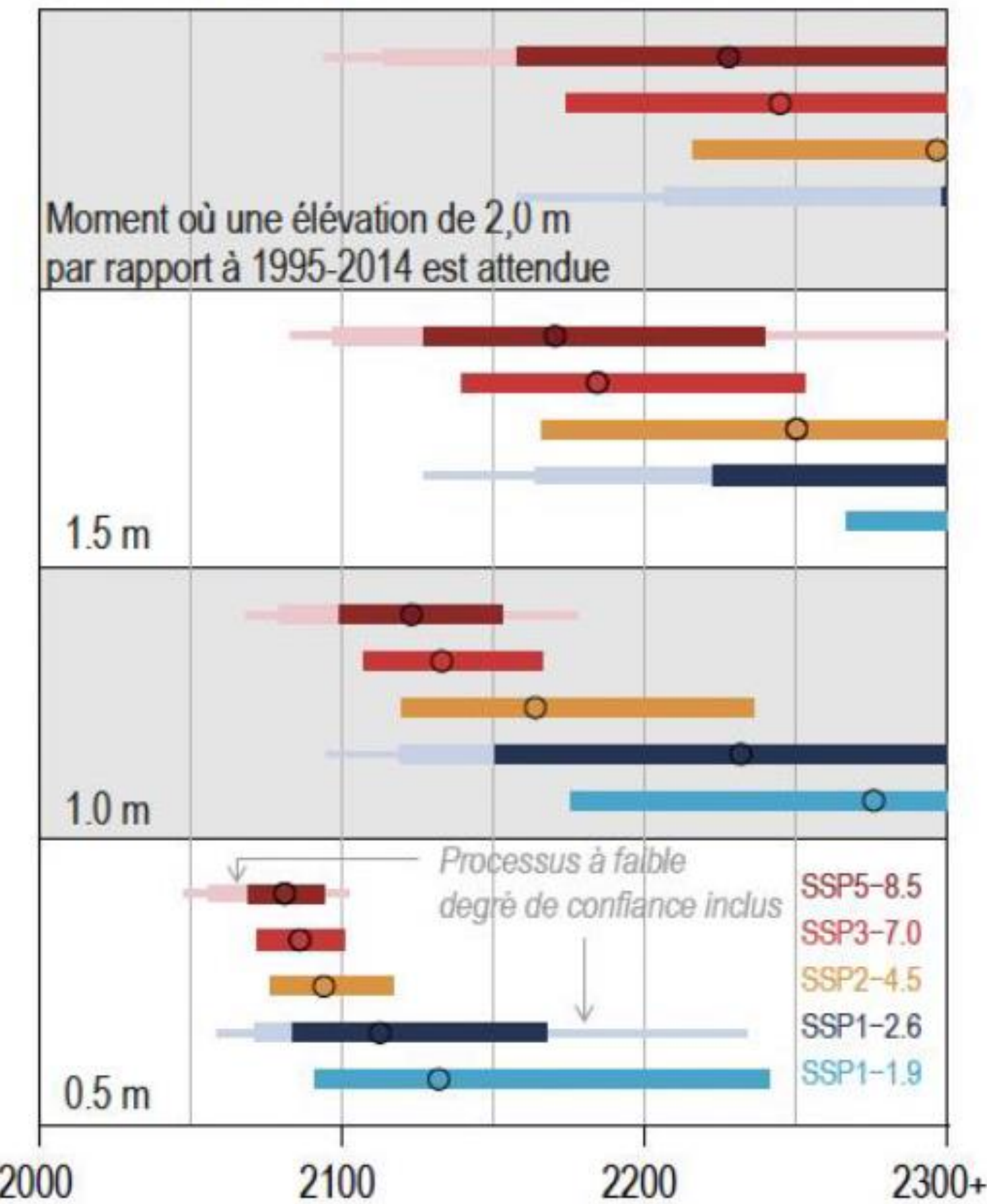


Observations et projections :

a) Élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe entre 1900 et 2150



c) Moment projeté d'atteinte de jalons d'élévation du niveau de la mer



La dilatation thermique de l'océan : 38 % de l'élévation entre 1901 et 2018, la perte de masse des glaciers environ 41 %.

L'influence humaine est le principal facteur de cette élévation depuis au moins 1971.

Submersion, autres effets...

- Montée des eaux progressive, menace à long terme des villes côtières des infrastructures notamment portuaires et industrielles
- Submersions et inondations liées à des événements extrêmes plus fréquents : Tempête Xynthia (2010), 52 décès, énormes dégâts
- En zone estuarienne, aggravation (ex : événements de l'embouchure de l'AA, hiver 2023-2024)
- Les zones à faible altitude ou altitude négative (polders) sont de plus en plus menacées
- Salinisation des aquifères côtiers (remontée du biseau salin, aggravé par la surexploitation)

Au niveau mondial, des enjeux qui se comptent en centaines de milliards de \$, de très nombreuses zones exposées

GIP Littoral, Région Nouvelle-Aquitaine à l'horizon 2050 (30 ans) 6 000 logements menacés si les ouvrages de protection et les digues existantes n'étaient pas maintenus, ce qui représenterait un coût de plus de 2,5 milliards d'euros. Le maintien en état de ces ouvrages et digues existants permettrait de limiter le nombre de logements menacés à 660. Le rapport passe ainsi de 1 à 10.

les niveaux marins extrêmes qui se produisaient une fois par siècle dans le passé récent se produiront annuellement ou encore plus fréquemment pour 19 à 31 % des sites de marégraphes d'ici 2050, et 60 à 80 % (selon les trajectoires d'émissions) d'ici 2100.

Quelles trajectoires pour la prévention des risques côtiers?

- A court terme (quelques années à 30 ans), les solutions d'atténuation et de prévention reposent sur des technologies classiques (digues, perrés, enrochements ou ouvrages plus souples, épis, apport de matériaux).
- Pour être efficace, et ne pas avoir d'effets collatéraux, une excellente connaissance du fonctionnement hydraulique et hydro-sédimentaire du secteur est nécessaire. Or elle manque bien souvent et doit donc être renforcée => **moyens de mesure et de prévision multi-échelle à renforcer impérativement**
- La prévention des accidents et la sauvegarde des intérêts économiques priment mais à long terme, il faut agir différemment... Horizon : 30 ans? Mais en fait bien plus...
- **Comment agir à 30 ans** alors que les politiques se définissent à court terme... (et les engagements associés...) cf les COP....!!!

Recommandations (1) – préparer le long terme

- Accélérer la réflexion prospective pour accompagner la nécessaire refonte de l'écosystème économique et industriel des zones côtières, les **infrastructures industrielles et portuaires notamment** sous pression des contraintes d'adaptation notamment à la remontée du niveau marin et à l'augmentation de l'aléa de submersion et d'inondations composites
- Renforcer **l'information et la participation des citoyens et riverains** concernés par des choix et décisions de plus en plus difficiles ;
- Mettre en place des actions de **sensibilisation d'information et de formation des élus**, des services techniques des collectivités et de l'administration centrale ;
- **Renforcer les études socio-économiques et juridiques** afin de mieux préparer les décisions ;

Recommandations (2) – approches à court et moyen terme

- **Renforcer les approches prédictives** pour pouvoir apprécier la durabilité, l'efficacité et l'absence d'effets collatéraux des mesures d'adaptation des effets de la remontée du niveau marin et de l'augmentation de l'aléa submersion (digues, enrochements, épis, barrages...);
- **Privilégier les approches souples et les solutions fondées sur la nature** en matière de protection et d'adaptation du littoral (zones naturelles et récréatives);
- Contrôler l'application des **règles d'extraction des matériaux sableux** et des granulats en zones fluviale, estuarienne et littorale et si nécessaire, après analyse, les réduire, voire les interdire;
- Décider des **mesures d'aménagement nécessaires** pour assurer la protection des populations d'abord à moyen terme, en entériner la faisabilité, en organiser la gouvernance pour leur financement, leur mise en œuvre et leur gestion;

Recommandations (3) – volet économique

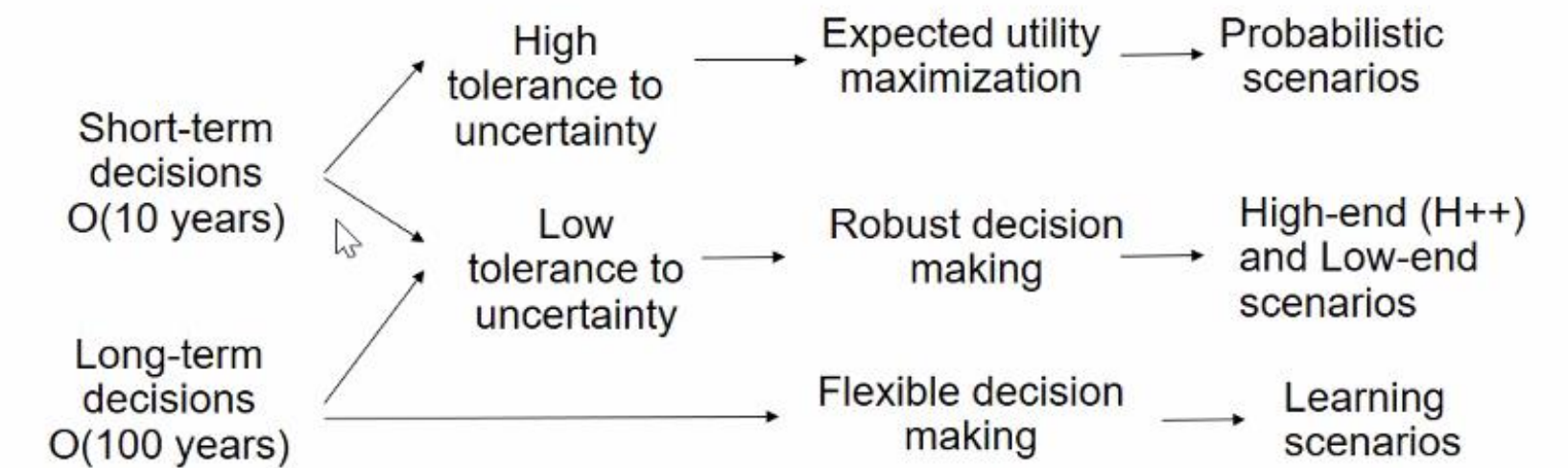
- Renforcer le **fonds Barnier** ou équivalent assurant une aide à la relocalisation des populations concernées ;
- Doter le pays de **fonds dédiés, gérés au niveau des régions et des départements**, pour faire face aux dépenses attendues liées à l'adaptation des activités côtières ;
- **Alimenter ces fonds** par des compléments de taxation adossés aux taxes d'aménagement, aux taxes foncières, voire aux plus-values sans cesse croissantes réalisées par un marché immobilier qui reste dans le déni des enjeux littoraux à moyen terme.

Projet Européen Protect SLR :

PROTECT assumption: rather than uniform guidelines, stakeholders could use scenarios tailored to their decisions

Criteria: risk aversion, time decision horizons, economic models, missions of users...

Framework for sea-level rise and coastal decision making:



Des questions technologiques à approfondir

- **Pertinence des grands ouvrages** comme la barrière sur la Tamise, le MOSE protégeant la lagune de Venise
 - Rapport coût bénéfice
 - Pérennité (le MOSE d'ici 30 ans ne serait plus suffisant)
- **Surélévation des digues** aux Pays Bas ...Un énorme programme, et des choix, mais quel destin pour Rotterdam d'ici 50 ans ou 100 ans si le niveau de la mer augmente de 2 m d'ici 100 ans...
- Les **villes flottantes** « autonomes et écologiques »...résisteront elles aux assauts des éléments...?



Auditions menées pour la préparation de l'avis

- 26/11/2020 – Éric DAVID, responsable de l'Unité Risques côtiers et Changements climatiques, de la direction Risques et Prévention du BRGM.
- 01/02/2021 – Boris LECLERC, directeur du département Risques, Eaux et Littoral du Cerema.
- 22/06/2021 – Gonéri LE COZANNET, chercheur au BRGM, auteur du rapport du GIEC, WG2.
- 29/11/2021 – Stéphane COSTA, professeur à l'Université de Caen.
- 21/10/2022 – Patrice de BONNAFOS, vice-président de la Communauté de communes de l'île de Noirmoutier, président de la commission « Sécurisation de population et des biens face à la mer » ; Martin PAILLART, en charge de l'Observatoire du littoral de l'île de Noirmoutier et animateur du SIG ; Oualid RAHMANI, responsable du service Gestion du littoral à la Communauté de communes.
- + invitation à une réunion du projet européen PROTECT SLR



Le secteur de Gravelines : des polders et des zones industrielles et portuaires gagnée sur la mer

Cote IGN sur le site EDF: +6m

Les cotes IGN de la plupart des voies de desserte du secteur son à +6m



9

Séquence n°1 :
La position du monde
scientifique sur le
risque de submersion
marine et terrestre

9

Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)

Rémi THIEBLRMONT,
Ingénieur-chercheur

Université de Lille

9

Arnaud GAUTHIER,
Professeur du laboratoire de
génie civil et géo-
environnement

9

Institution Intercommunale des Wateringues (IIW)

Philippe PARENT,
Directeur de l'Institution
Intercommunale des Wateringues

10 décembre 2024



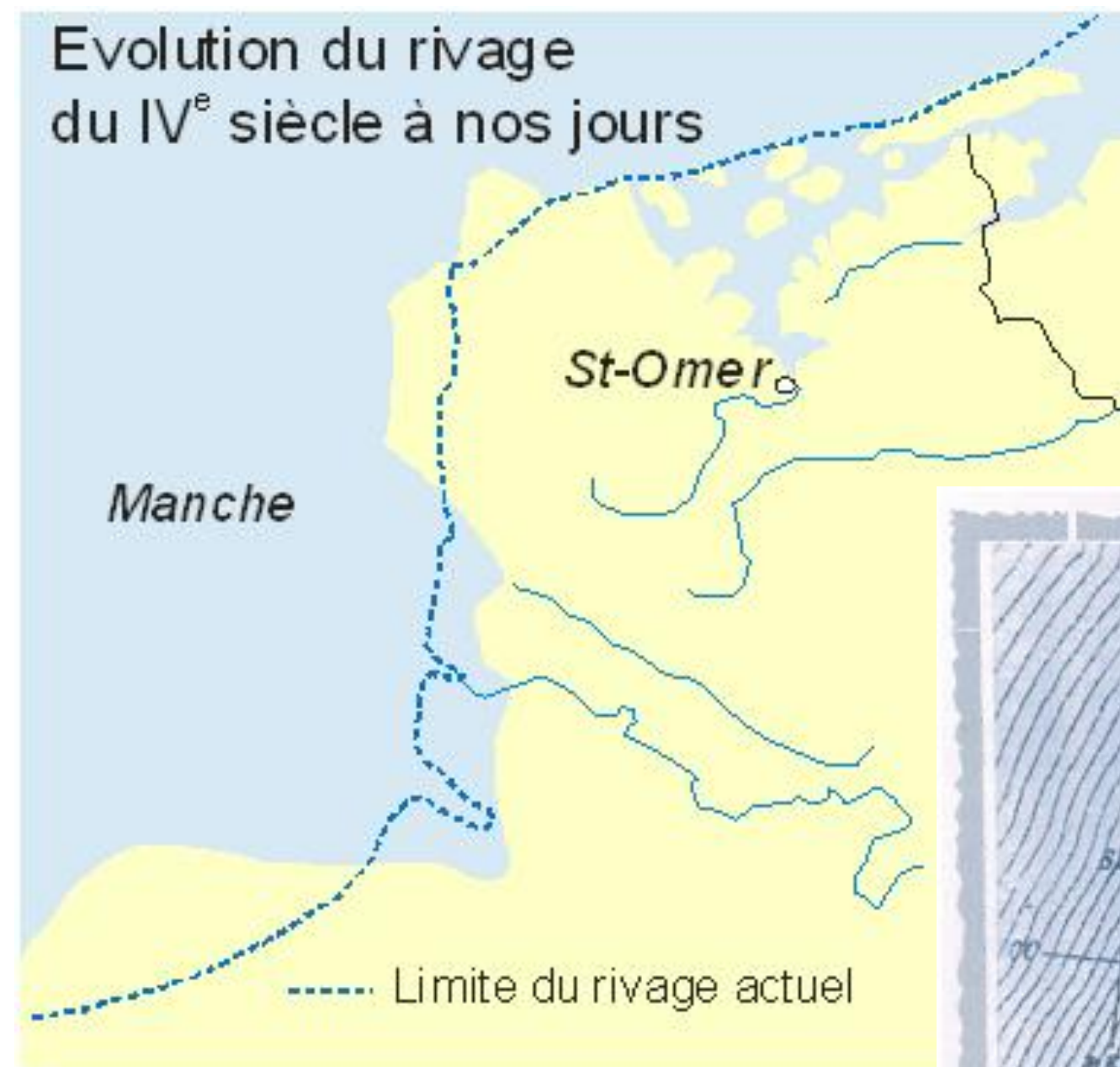
Débat public Projet de nouveaux réacteurs nucléaires à Gravelines

Webinaire du 10 décembre 2024

Philippe PARENT, Directeur de
L'Institution Intercommunale des wateringues

Un peu d'histoire

Un territoire qui a beaucoup évolué au cours des 2 derniers millénaires



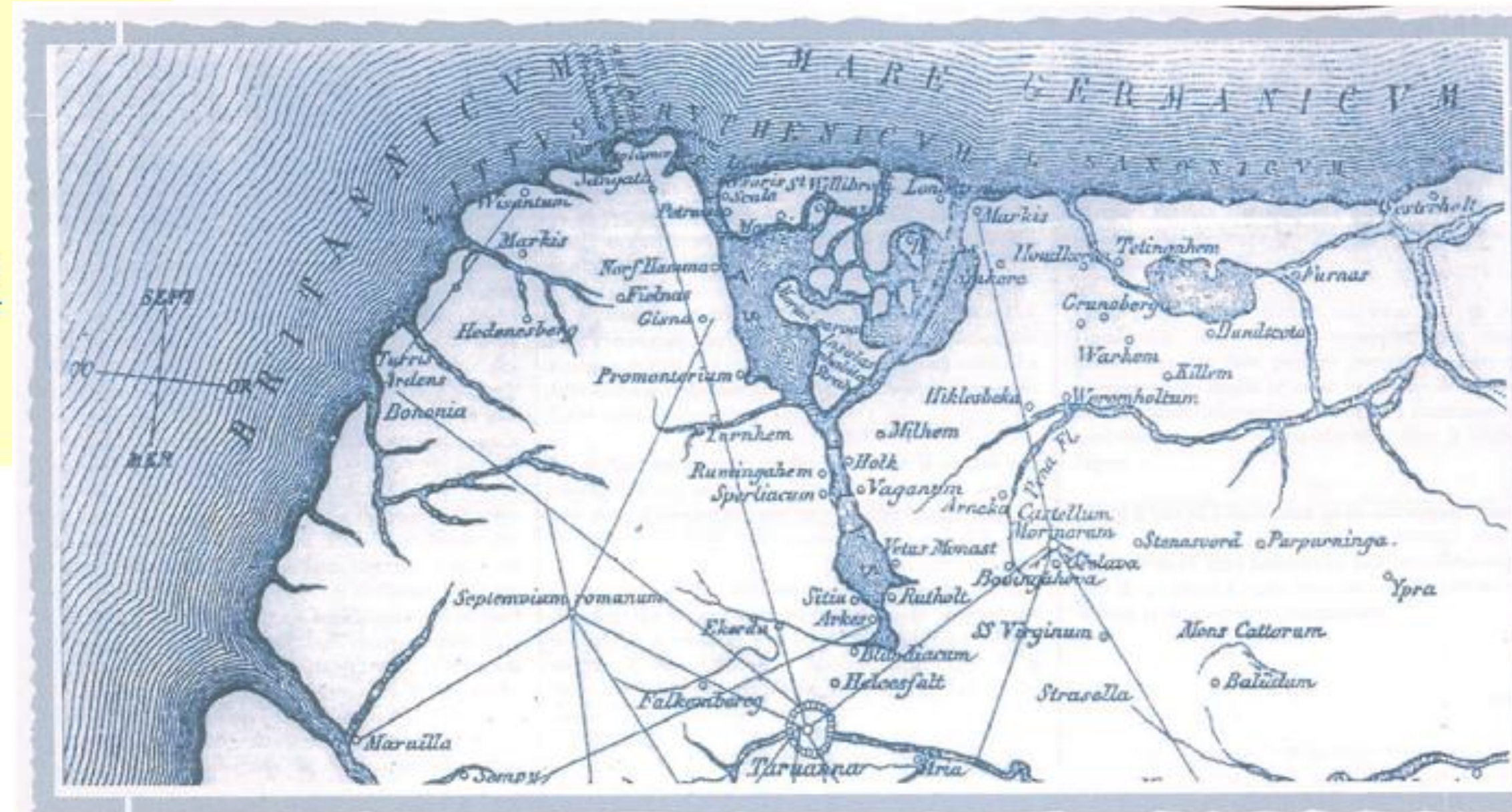
Le marécage initial, les Morins, premiers habitants

Au VIIe siècle : début assèchement du delta de l'Aa, par les moines bénédictins, Saint Omer, Saint Mommelin, Saint Eloi, Saint Winoc, Saint Bertin

Au XIIe siècle : création administrative des « cercles d'eau » ou water-rings, par Philippe d'Alsace en 1169, devenant les Waeteringues ou Wateringues

Les dernières grandes inondations « stratégiques », à l'occasion de la 2ème guerre mondiale

A la fin du XXe siècle, le pompage au secours de la gravité, une capacité d'évacuation qui avoisine les 100m³/s



Présentation de l'Institution des Wateringues



1970
Vaste programme de drainage et d'implantation de stations de pompage

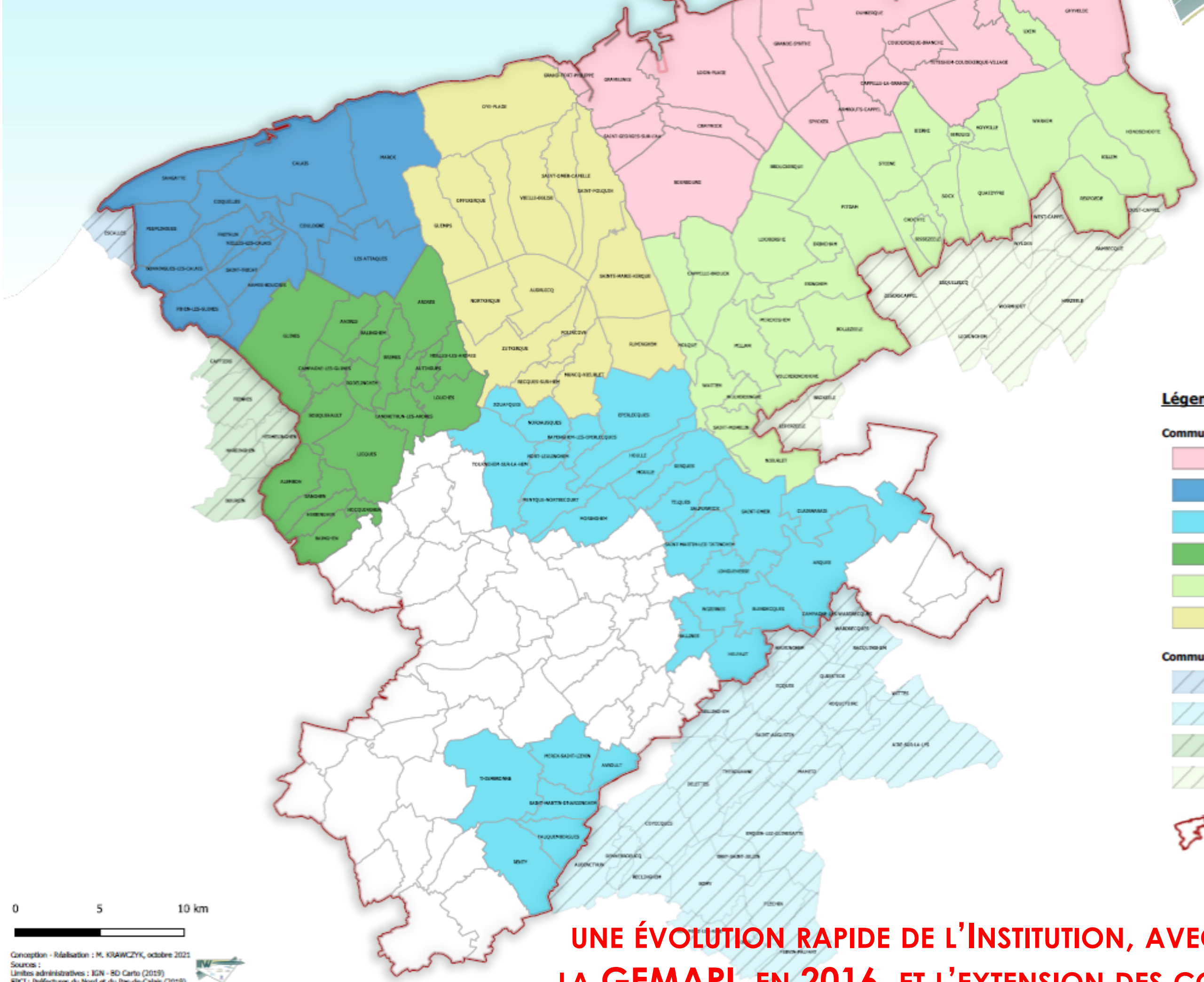
1977
Création de l'institution interdépartementale des Wateringues

2016
Nouvelle gouvernance des Wateringues
Mise en place de la taxe GEMAPI (Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations)

- 6 EPCI adhérents
- 21 membres au conseil syndical

- Les compétences :
- Ouvrages
 - Canaux
 - Animation SAGE et PAPI,
 - Et bientôt submersion marine et la coordination (EPTB)

Annexe 1 aux statuts
Institution Intercommunale des Wateringues
Périmètres d'adhésion au syndicat mixte



Légende

Communes membres du Syndicat mixte IIW

- CU Dunkerque Grand Littoral
- CA Grand Calais Terres et Mers
- CA Pays de Saint-Omer
- CC Pays d'Opale
- CC Hauts de Flandre
- CC Région d'Audruicq

Communes hors périmètre d'adhésion

- CA Grand Calais Terres et Mers
- CA Pays de Saint-Omer
- CC Pays d'Opale
- CC Hauts de Flandre

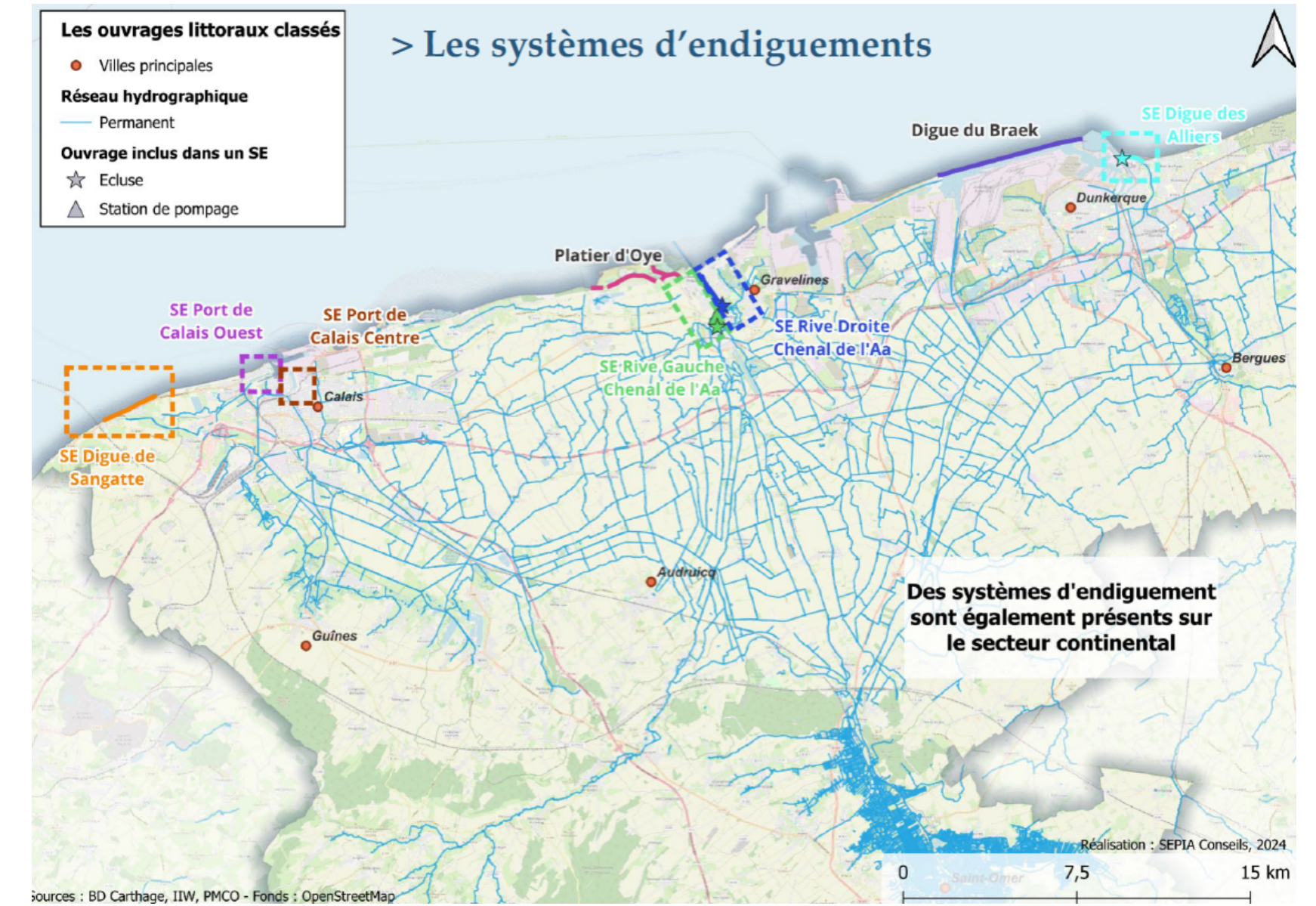
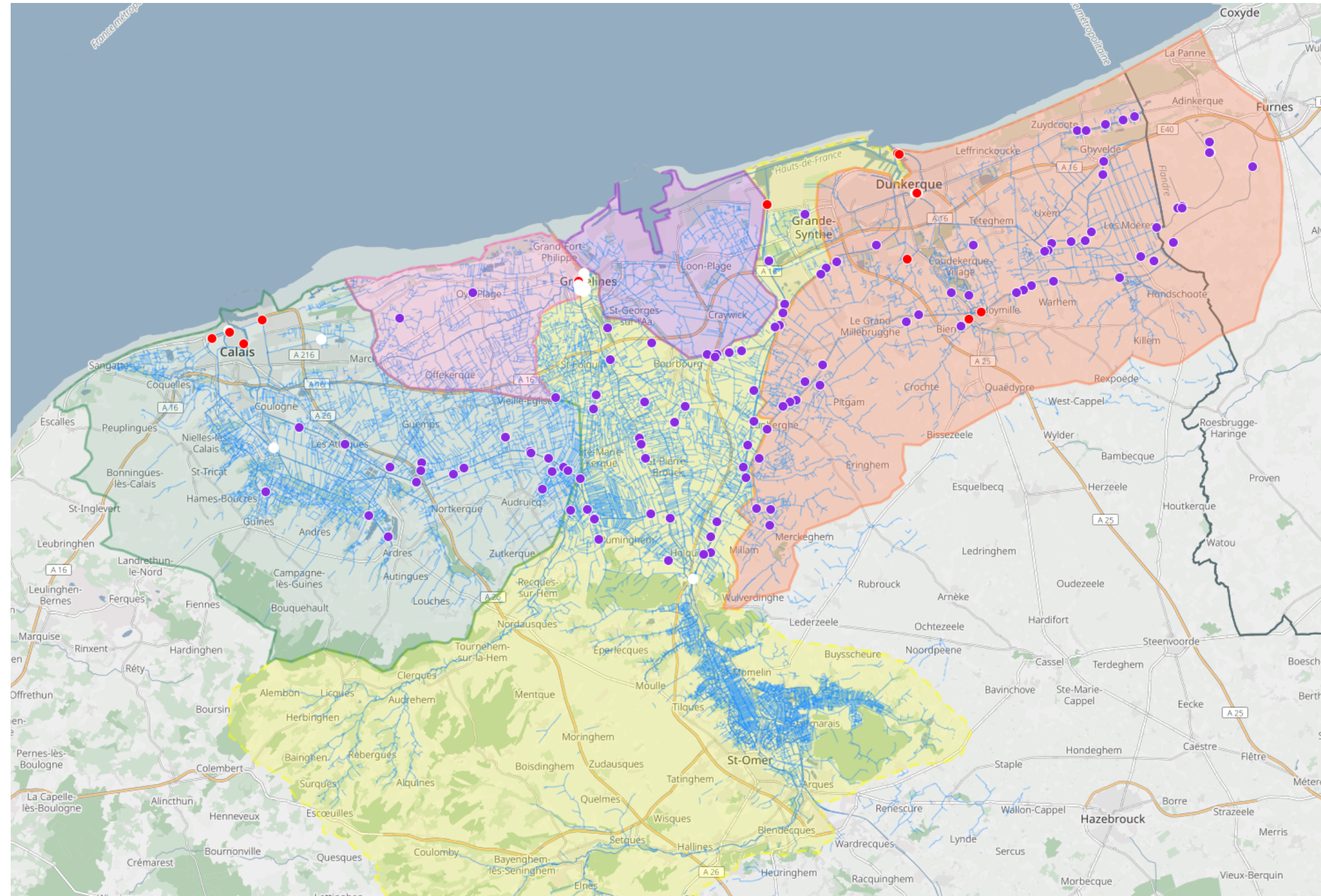
Limite bassin versant Aa

0 5 10 km

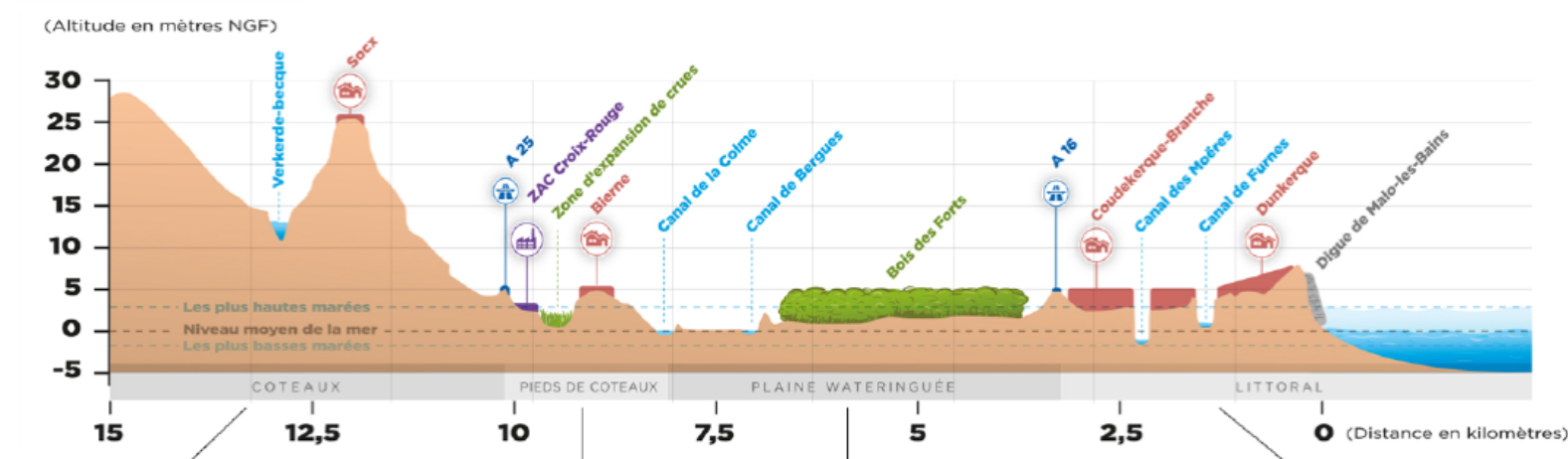
Conception - Réalisation : M. KIRAKCZYK, octobre 2021
Sources :
Limites administratives : IGN - BD Cartho (2019)
EPCI : Préfectures du Nord et du Pas-de-Calais (2019)

UNE ÉVOLUTION RAPIDE DE L'INSTITUTION, AVEC LA MISE EN PLACE DE LA GEMAPI, EN 2016, ET L'EXTENSION DES COMPÉTENCES EN 2022

Le territoire des Wateringues – un polder



COUPE TRANSVERSALE DU POLDER DE SOCX À DUNKERQUE



- Retenir et ralentir les ruissellements
- Des territoires en cuvette, les plus éloignés des exutoires à la mer
- L'absence de pente ne facilite pas l'écoulement des eaux
- Faire barrage à la mer et réguler les écoulements des eaux douces



Les Wateringues, un territoire avec des caractéristiques bien spécifiques

Des terres gagnées sur la mer depuis des siècles
Un réseau hydraulique dense et complexe

De nombreux ouvrages pour se protéger contre les inondations, les submersions marines et gérer les eaux



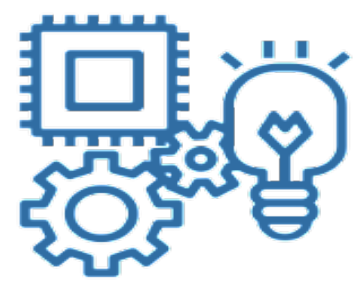
Etude prospective – conséquences du changement climatique



... face à des évolutions...



... qui soulèvent de nouvelles problématiques



... et appellent de nouvelles réponses

CHANGEMENTS CLIMATIQUES



DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL



REFORME TERRITORIALE / GEMAPI

Quelle performance et robustesse du système face à l'évolution des risques ?

Comment préserver la ressource en eau et satisfaire les usages qui en dépendent ?

Comment consolider gouvernance et financement ?

Diagnostic des enjeux

Vision prospective

Solutions

Stratégie

Etude prospective – conséquences du changement climatique



Un risque inondation limité par les ouvrages d'évacuation

Des tensions sur la ressource en eau conduisant à des arrêtés de sécheresse

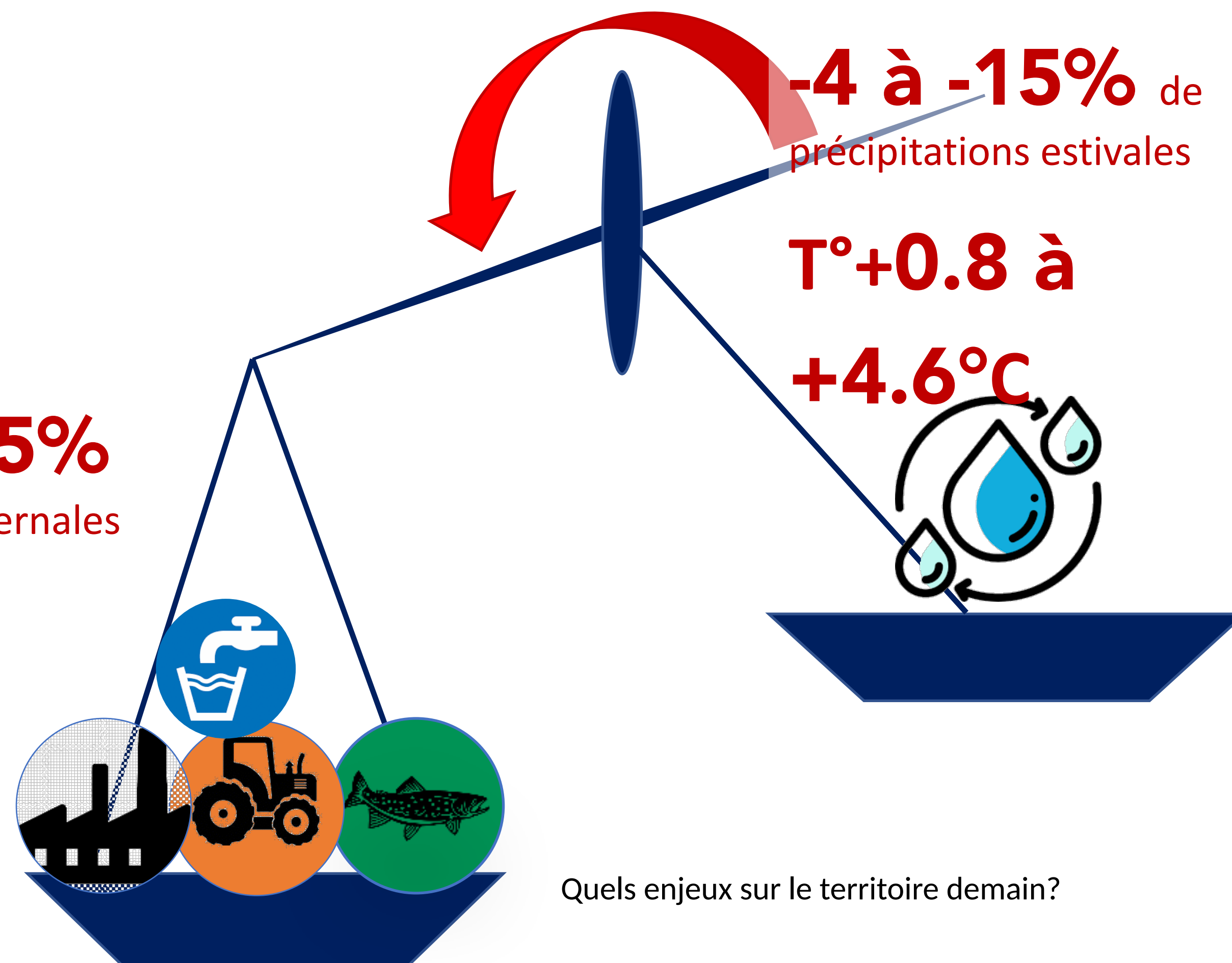
+50 à 70cm

d'élévation du niveau marin



+11 à +35%

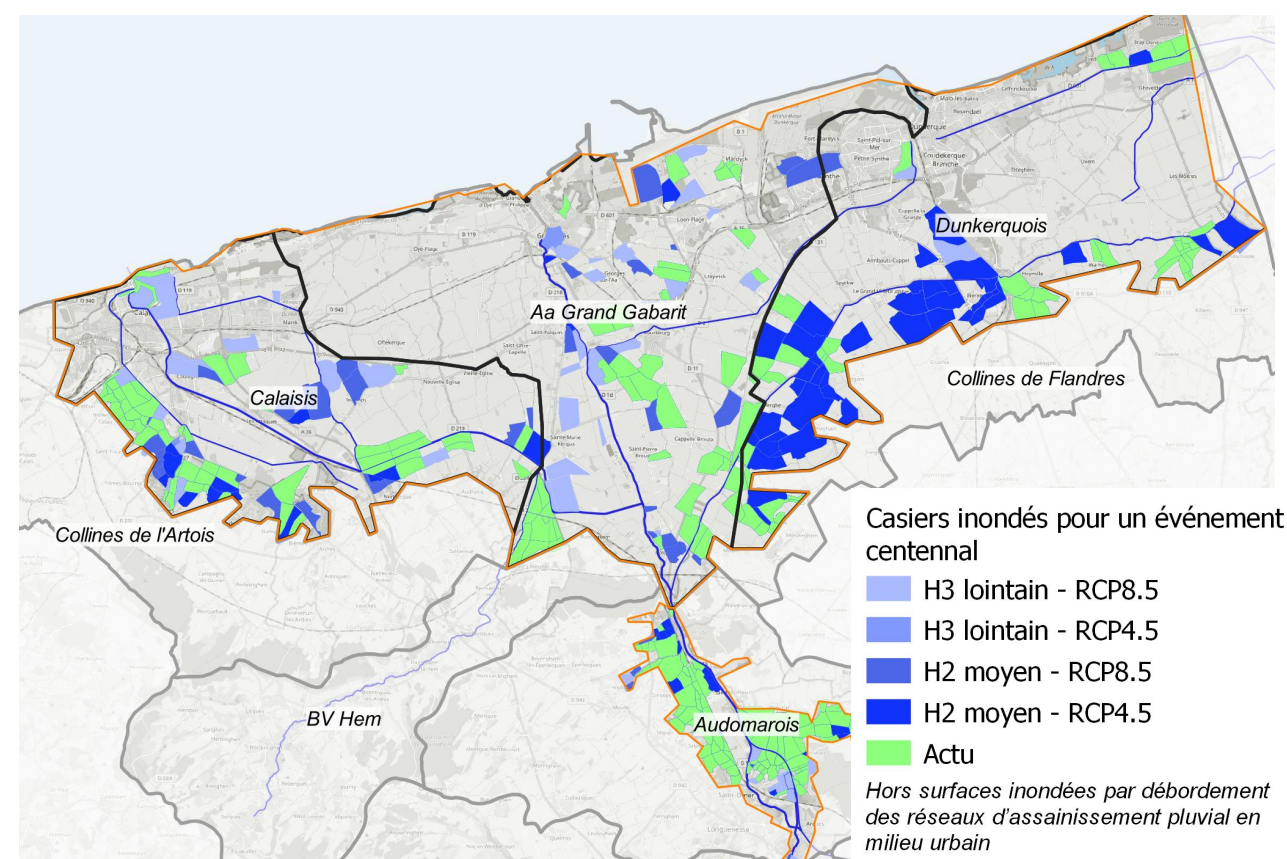
de précipitations hivernales



Quels enjeux sur le territoire demain?

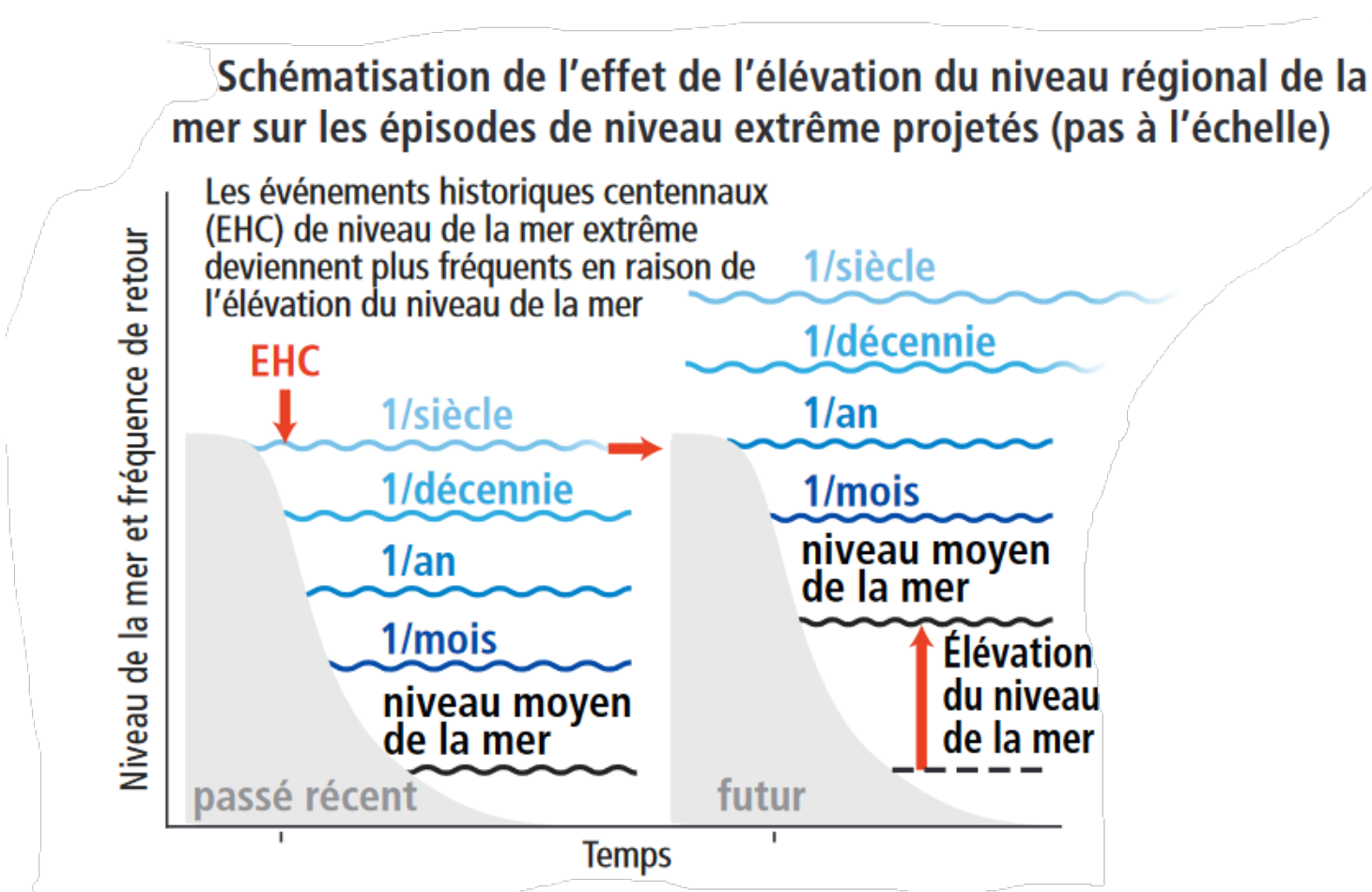
Les du changement climatique

Des risques accrus de débordement...



- Diminution de la capacité d'évacuation des apports de crue → **+50 cm d'eau**
- Augmentation des volumes de pompage → **+32 à 67%**
- Impact sur la robustesse des équipements
- Augmentation des débordements et des inondations → **Surtout Audomarois : +20 cm**
- Impacts sur le ruissellement → **+7% par degré supplémentaire**

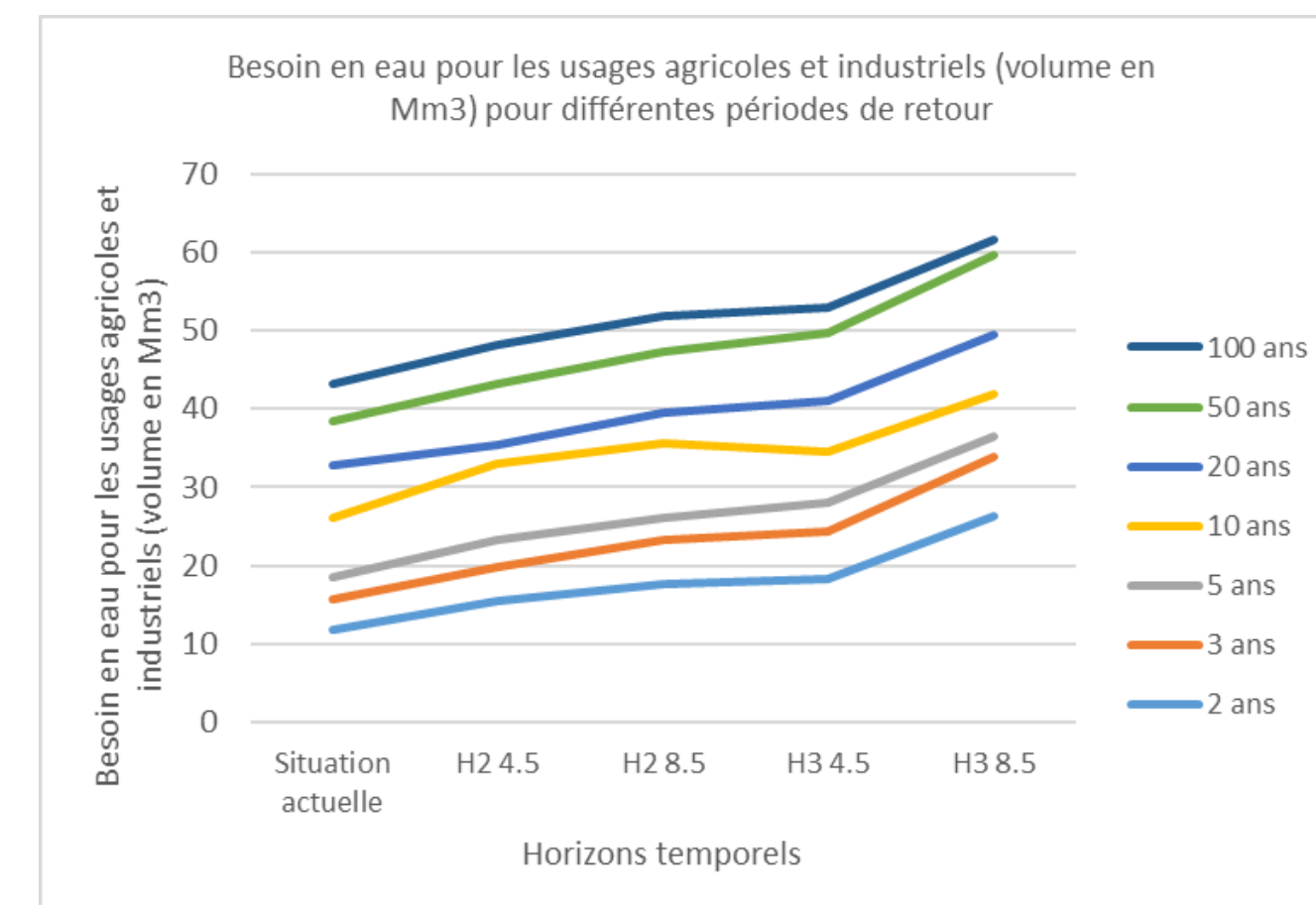
... et de submersion marine



A Dunkerque, un événement présentant fréquence 1/50 aujourd'hui (période de retour 50 ans) :

- 1/5 en 2050 (RCP4.5 et RCP8.5 : +30 cm)
- 1/1 en 2100 (RCP4.5 : +50 cm) / 0.22 ans (3 mois) en 2100 (RCP8.5 : +70 cm)

Des tensions sur la ressource

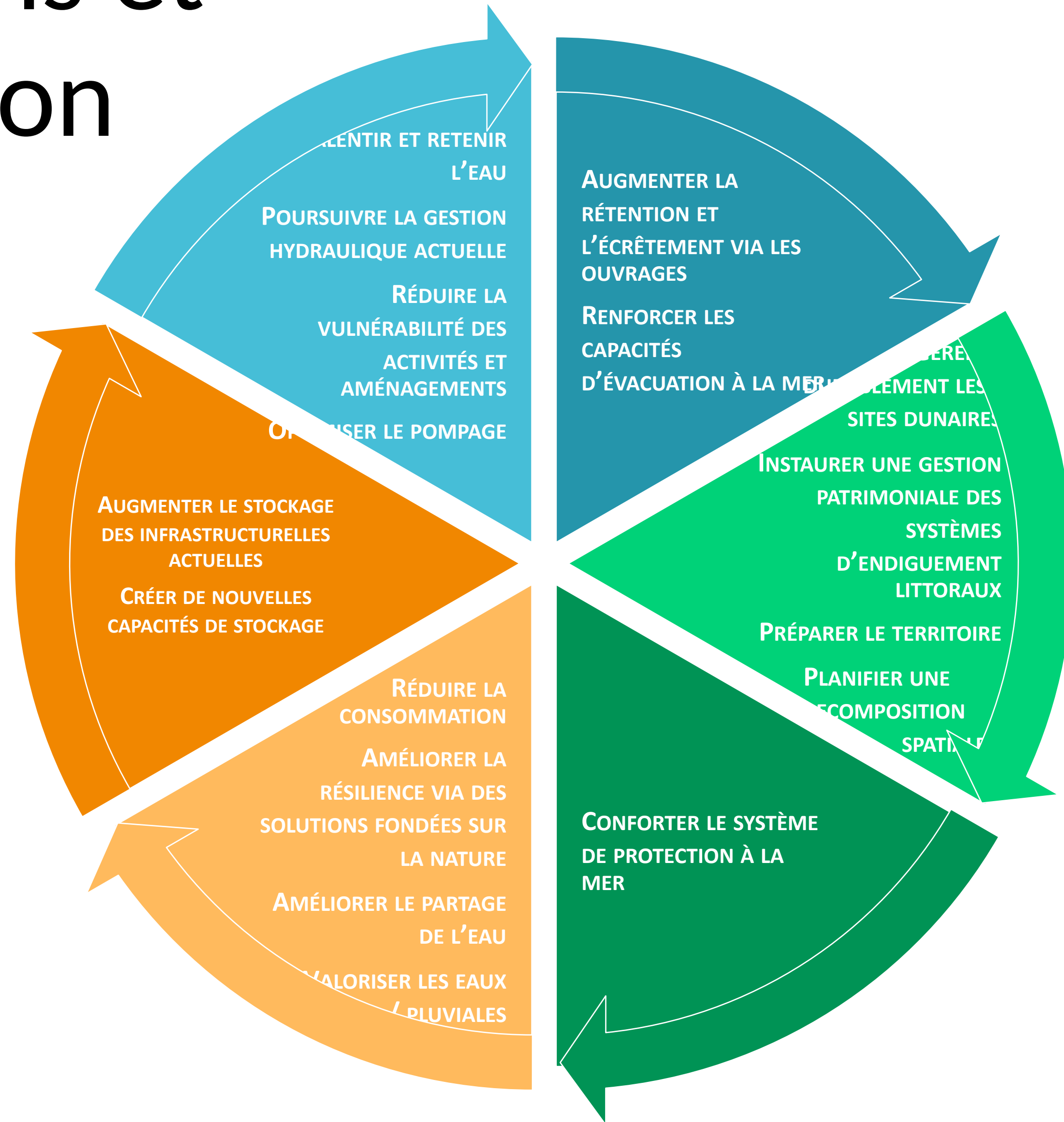


Besoins supplémentaires en eau pour l'agriculture et l'industrie (5.8 Mm3 en situation actuelle) → +9% à +77%

Evolution du déficit hydrique → Déficit de fréquence 1/10 en situation actu. → 1/7 à 1/3 ans

Orientations et Axes d'action

FAIRE FACE
À LA RARÉFACTION
DE LA
RESSOURCE
EN EAU



FAIRE FACE
AU RISQUE DE
SUBMERSION
MARINE

Les acteurs de la stratégie



Source image : AGUR



Association des irrigants



Association des irrigants



Union des Wateringues 59 et 62



10 décembre 2024

Débat public Projet de nouveaux réacteurs nucléaires à Gravelines

Merci pour votre votre attention

9 | Temps d'échange avec le public

10

Séquence n°2 :
La position des parties
prenantes sur le
risque de submersion
marine et terrestre

10

Greenpeace

Pauline BLOYER, Chargée de campagne sur la transition énergétique pour Greenpeace France & **Roger SPAUTZ**, Chargé de campagne nucléaire Greenpeace France & Luxembourg.

10

Société Française d'Énergie Nucléaire (SFEN)

Donald BERQUEZ, Président du
Groupe Régional Hauts-de-France



Débat Public EPR2 Gravelines

L'adaptation au changement climatique : une priorité



- Le rapport de RTE « Futurs énergétiques 2050 » rappelle que les vagues de chaleur, les inondations et les tempêtes **affecteront l'ensemble du système énergétique.**
- **adaptation au changement climatique** : une priorité de l'instruction pour la prolongation d'exploitation des réacteurs au-delà de 50 ans, voire 60 ans
- **Site de Gravelines** : intègre les connaissances accumulées en un demi-siècle sur les phénomènes naturels et le changement climatique
- Réévaluation selon les spécificités des sites et adaptation des installations tous les **dix ans**
- Programme **Adapt** : expertise historique EDF (météorologie, d'hydrologie, d'hydraulique et de changement climatique) développée dès la publication du premier rapport du Giec, en 1990

Mesures prises à Gravelines

- **Aménagements du site actuel: digues rehaussées, consolidées**
protection périphérique anti inondation
source froide diversifiée: redondance
- **EPR2 objectif: maintenir la plate-forme sèche**
Retours de Fukushima et guide N° 13 de l'ASN
Centrales sûres avec possibilité d'évolution

Horizons de temps du changement climatique

- **Rapport Greenpeace** veut analyser « les *submersions pour les nouveaux réacteurs en bord de mer à horizon 2130-2150* ».
- impossible de connaître avec certitude la situation du changement climatique à de tels horizons de temps.
- pourrait donner lieu à des mesures inadaptées
- fonte des calottes glaciaires serait progressive -> modifications possibles
- Si nécessaire, possibilité d'arrêter les réacteurs et de décharger le combustible
- Soumis à l'approbation de l'Autorité de Sûreté tout au long du projet

Retour d'expérience

- « *la sûreté de la centrale de Gravelines pourra-t-elle être assurée si celle-ci venait à être entourée d'eau et se retrouvait isolée comme une île ?* »
- **Situation temporaire** : marée haute de très fort coefficient et d'une très violente dépression, phénomènes par essence temporaires.
- **Evacuation de l'électricité** : pas une fonction vitale du réacteur



Lorsqu'une centrale est coupée du réseau : « îlotage »

Fort Calhoun "isolé"

- **tempête Ciaran en 2023** : Flamanville baisse la puissance du cœur à environ 25 % de sa valeur nominale dont 5% pour sa fonction vitale

- **l'ouragan Katrina** : Waterford 3 en Louisiane a été fermée de manière préventive, puis première centrale à produire de l'électricité après l'ouragan

Dispositions pour les futurs EPR2

- le rapport de Greenpeace affirme que la protection repose “*sur la robustesse et le bon dimensionnement des murs et des digues qui l’entourent* »
- Plate-forme au niveau + 11m NGF
- Plusieurs couches de protection (défense en profondeur)=> étanchéité très poussée des bâtiments
- Mesures supplémentaires en exploitation >72h d’autonomie
- Alimentation électrique Diesel d’ultime secours en hauteur
- Force d’Action Rapide Nucléaire (FARN): intervention en 24h, réalimentation eau, air, électricité, hélicoptère, barges

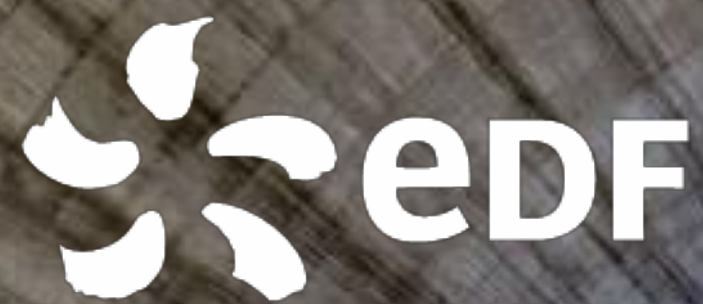


Merci !

10

EDF

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



**Expertise et actions de
la R&D d'EDF
sur les aléas marins
(Michel Benoit)**

**En appui aux équipes du
projet EPR2 en charge de la
conception
(Antoine Ménager)**

10 décembre 2024

Michel Benoit

Chercheur-sénior, HDR

EDF R&D – Laboratoire National d’Hydraulique et Environnement (LNHE)

Laboratoire d’Hydraulique Saint-Venant (Ecole des Ponts, EDF R&D)



Site EDF Lab de Chatou (78)

Périmètre des recherches :

- **Aléas hydro- et océano-météorologiques extrêmes**, avec effets potentiels **du changement climatique (CC)**
- **Evènements rares** (observations et mesures limitées).

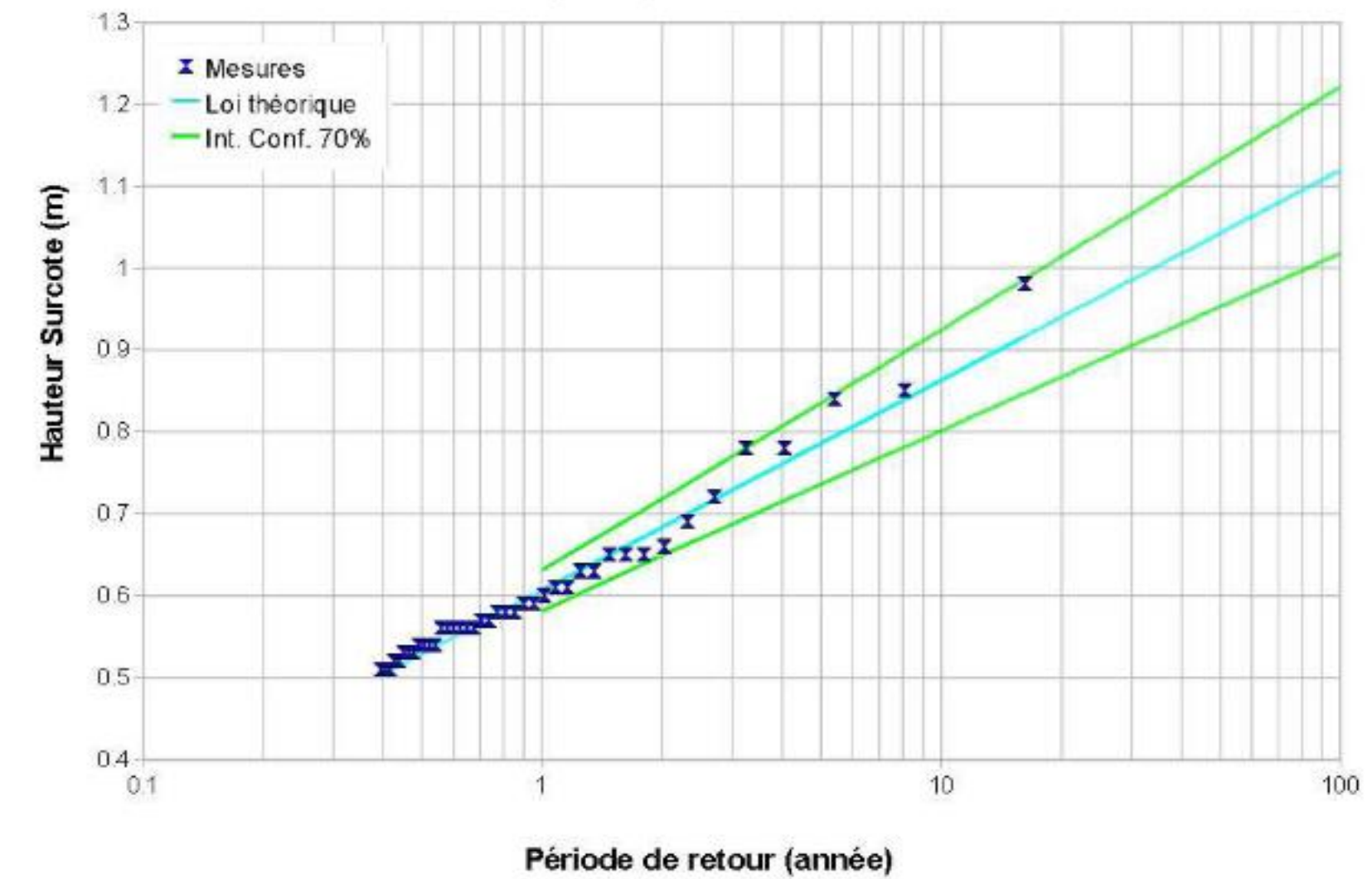
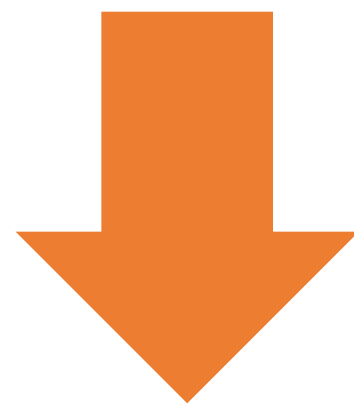
Objectifs des recherches : **améliorer**

- l’estimation statistique des **valeurs extrêmes**,
- **les incertitudes** associées,
- la **modélisation** de leurs impacts avec des **outils numériques et expérimentaux**.

Estimer le plus précisément les extrêmes de ces aléas marins → méthodes statistiques avancées

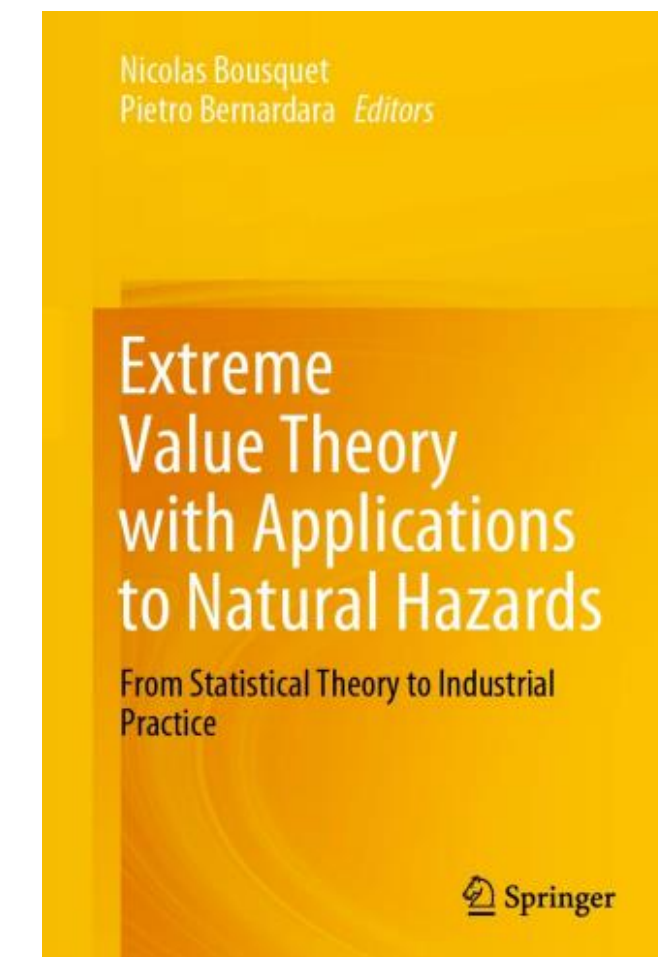
Recueil des données

- Mesures in situ : marégraphes (**RONIM - SHOM**), bouées de vagues (**CANDHIS - Cerema**)
- Données satellitaires
- Simulations numériques longues durées



Théorie des valeurs extrêmes

- Développement de **méthodes et outils statistiques**
- Logiciel **R-Astex**
- Validation extensive

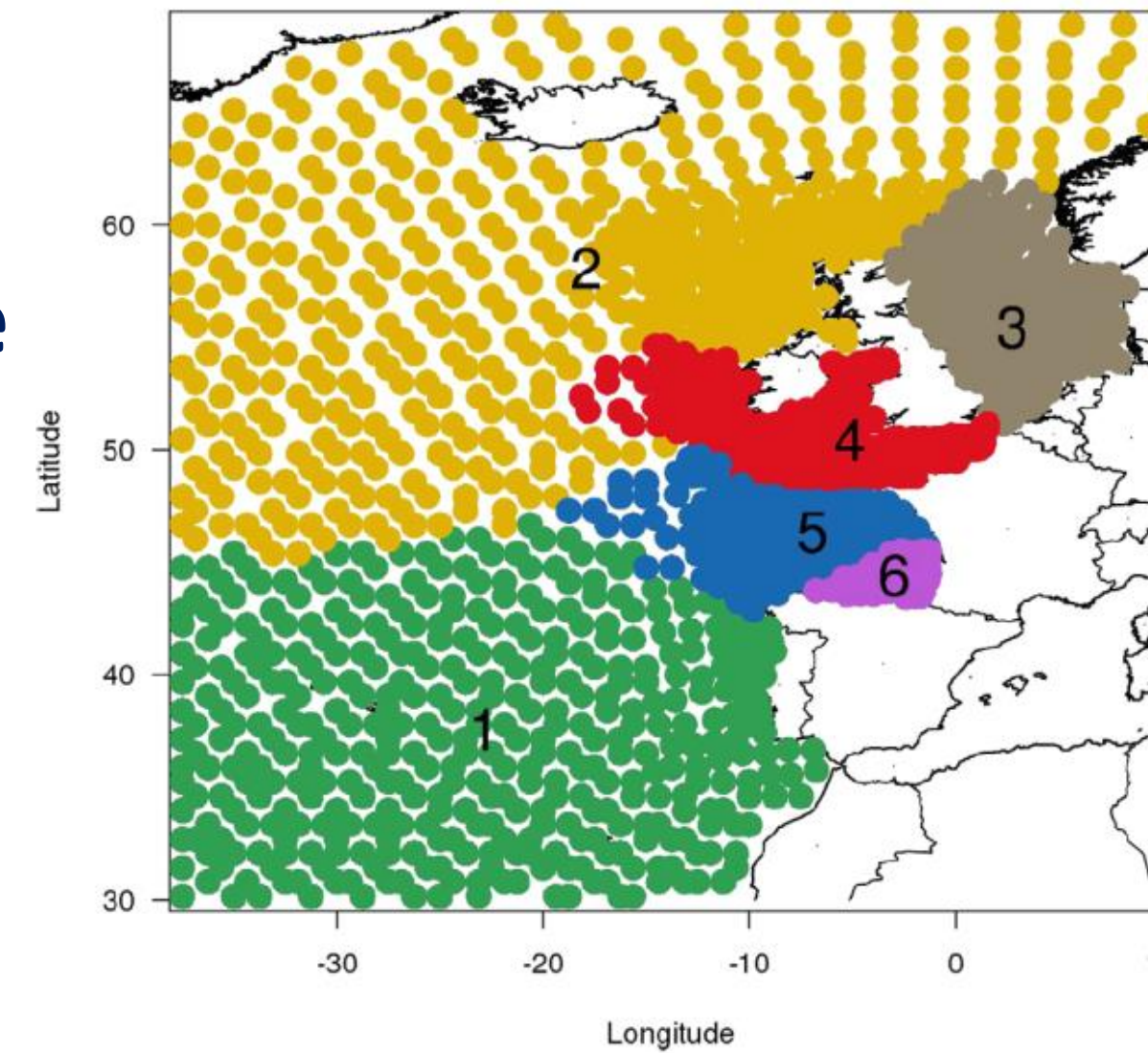


Bousquet, Bernardara et al. (2018, 2021)

Estimer le plus précisément les extrêmes de ces aléas marins ➔ méthodes statistiques avancées

Méthode innovante d'analyse fréquentielle régionale

[thèses J. Weiss (2014) et R. Frau (2018)]



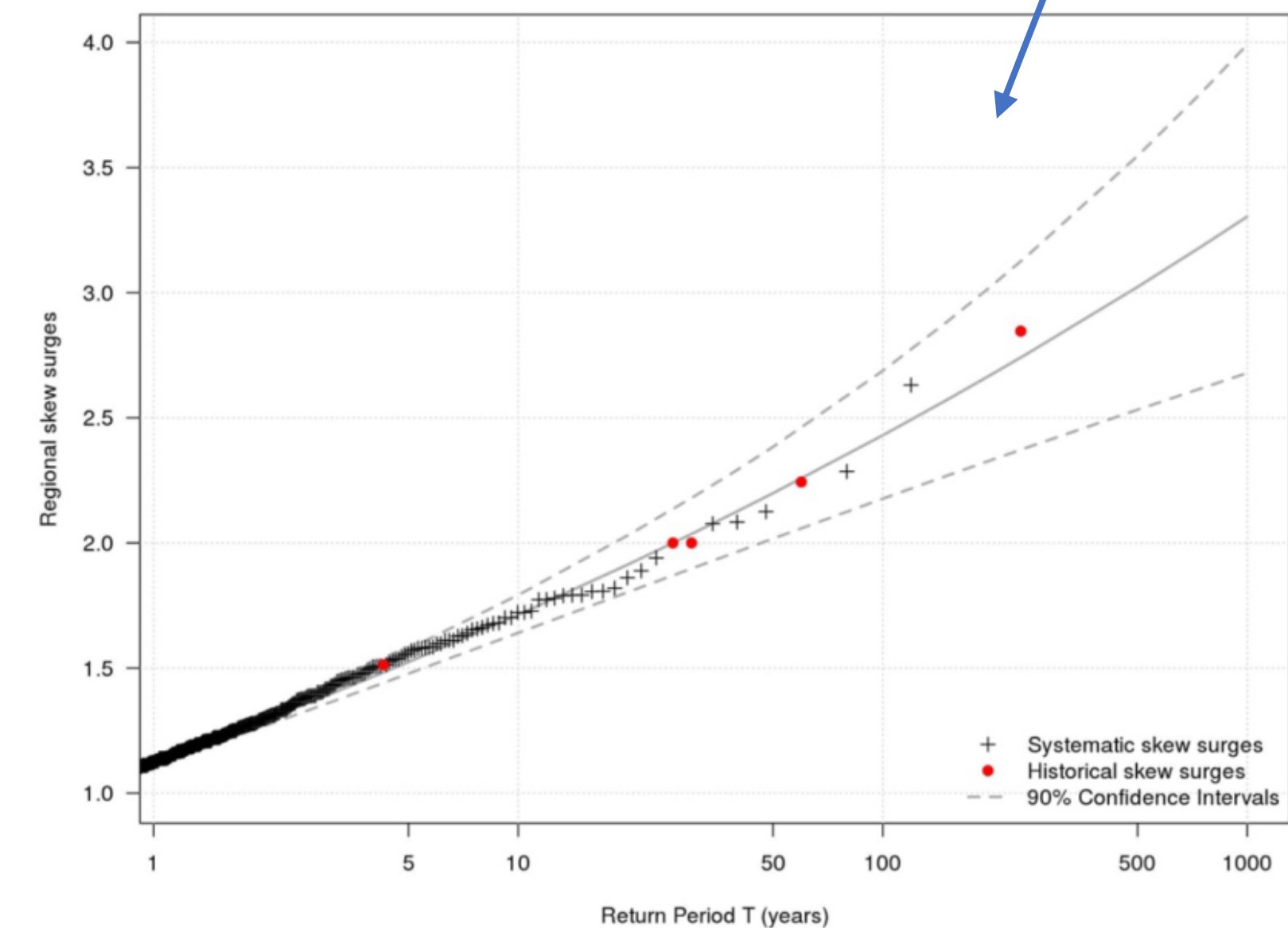
Recherche + caractérisation d'évènements historiques

[thèses R. Frau (2018) et A. Sacher (2024-2027)]

➔ **Echantillons plus complets et exhaustifs**

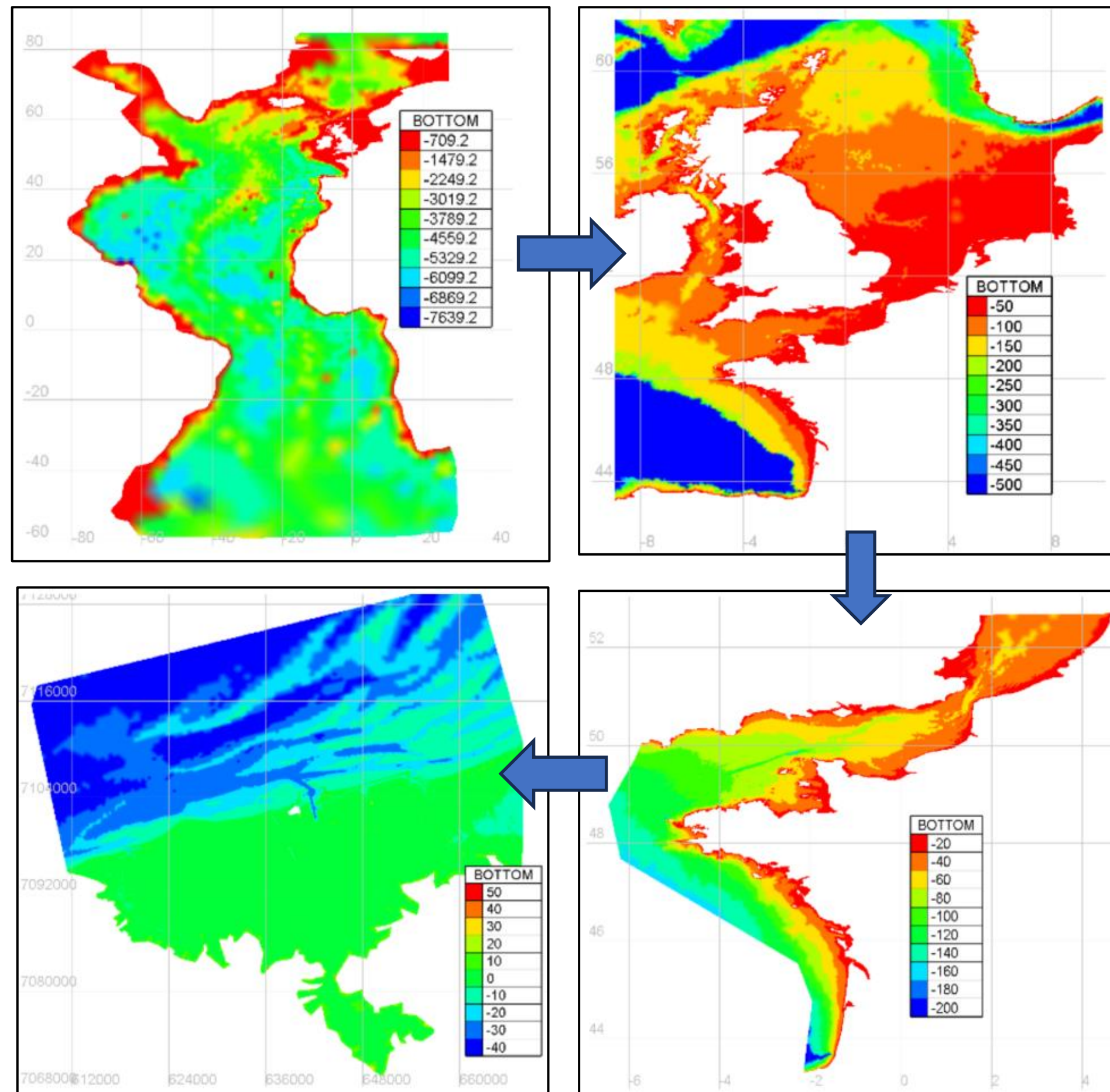
➔ **Incertitudes sur extrêmes réduites**

Regional Return Level plot - Region 2

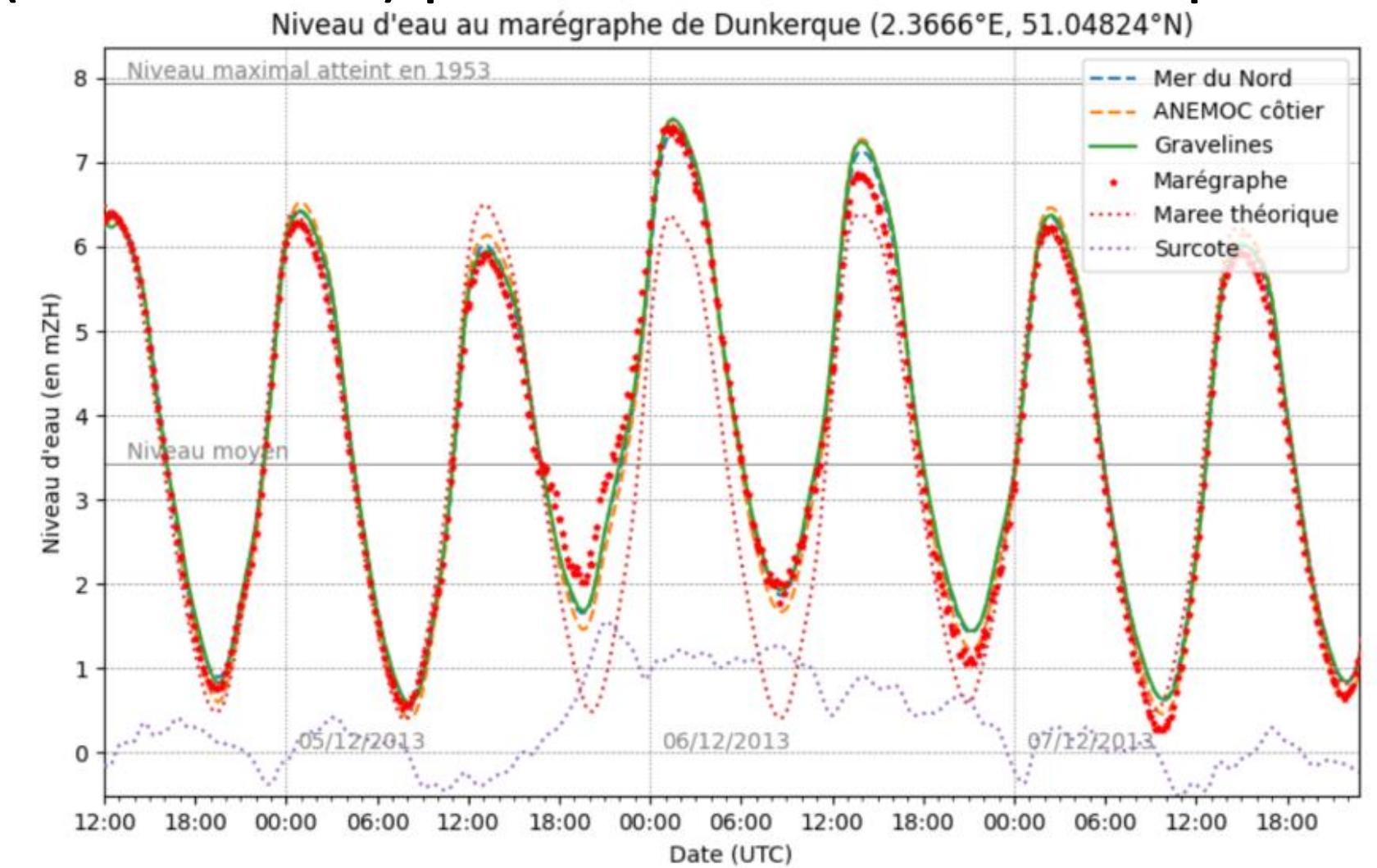


Resimuler numériquement les tempêtes passées les plus fortes → impacts sur le littoral / submersion

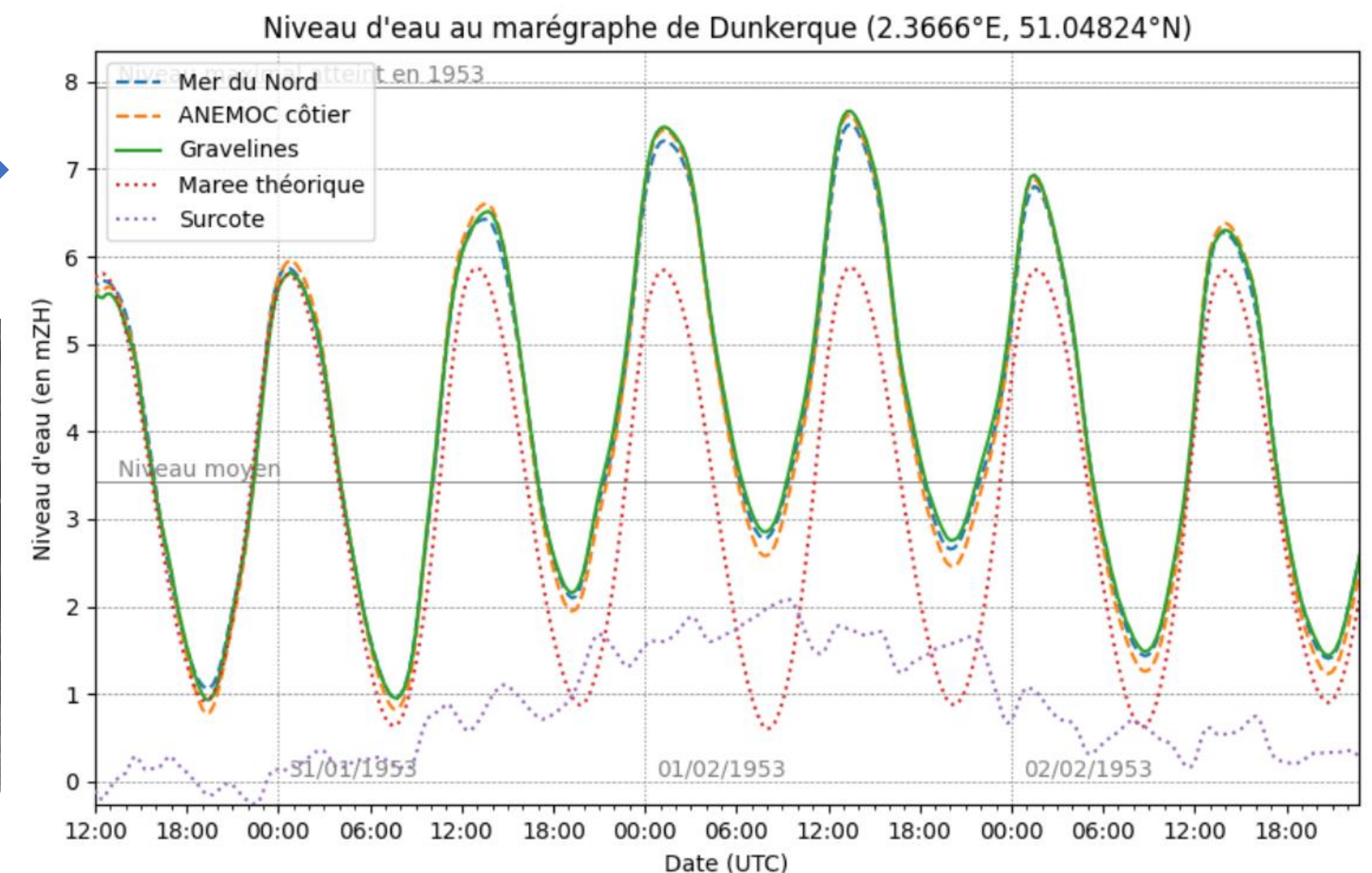
- Collecte des tempêtes intenses sur littoral dunkerquois : 03/1949, 02/1953, 01/1978, 02/1990, Xaver (2013)
- Développement de modèles de vagues (**Tomawac**) et de marée/surcotes (**Telemac2D**) pour les resimuler avec précision



Validation des modèles :
Niveau marin mesuré et simulé lors de la tempête Xaver (2013)



Niveau marin simulé lors de la tempête hiver 1953

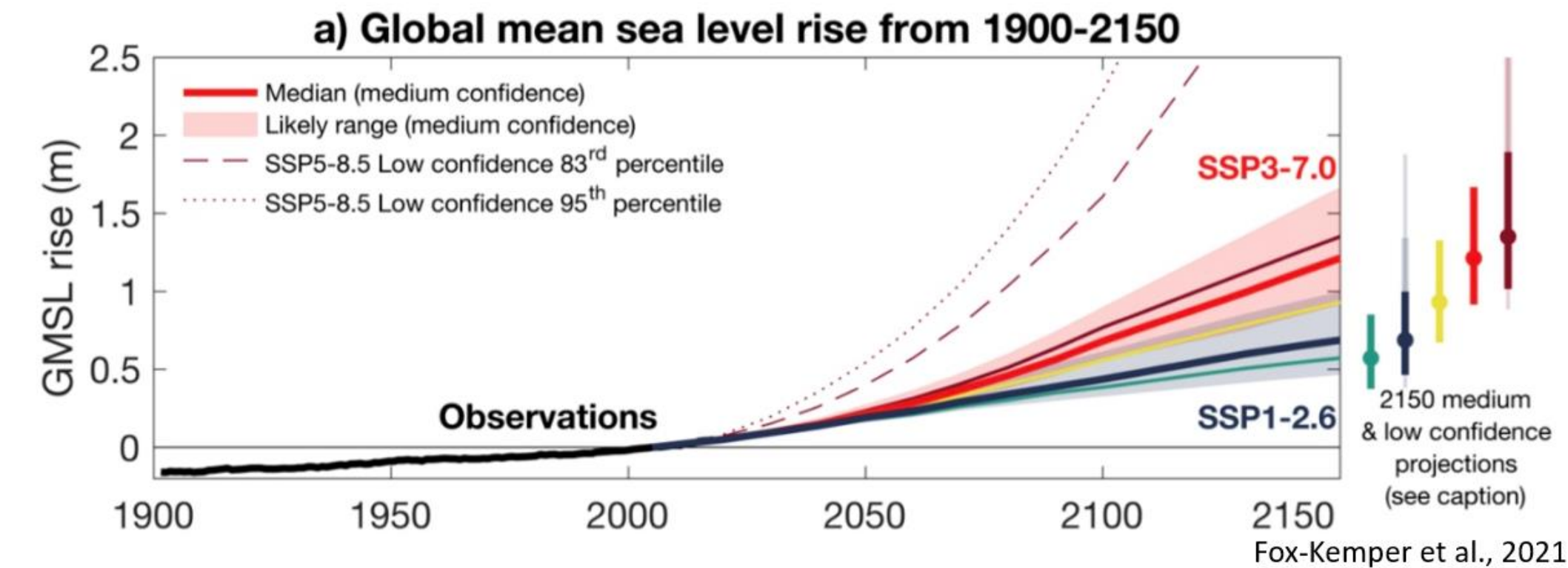


Chaîne de 4 modèles de résolution croissante depuis l'Océan Atlantique jusqu'au littoral dunkerquois

Anticiper les effets du CC sur les aléas marins → protection des installations EDF et des territoires

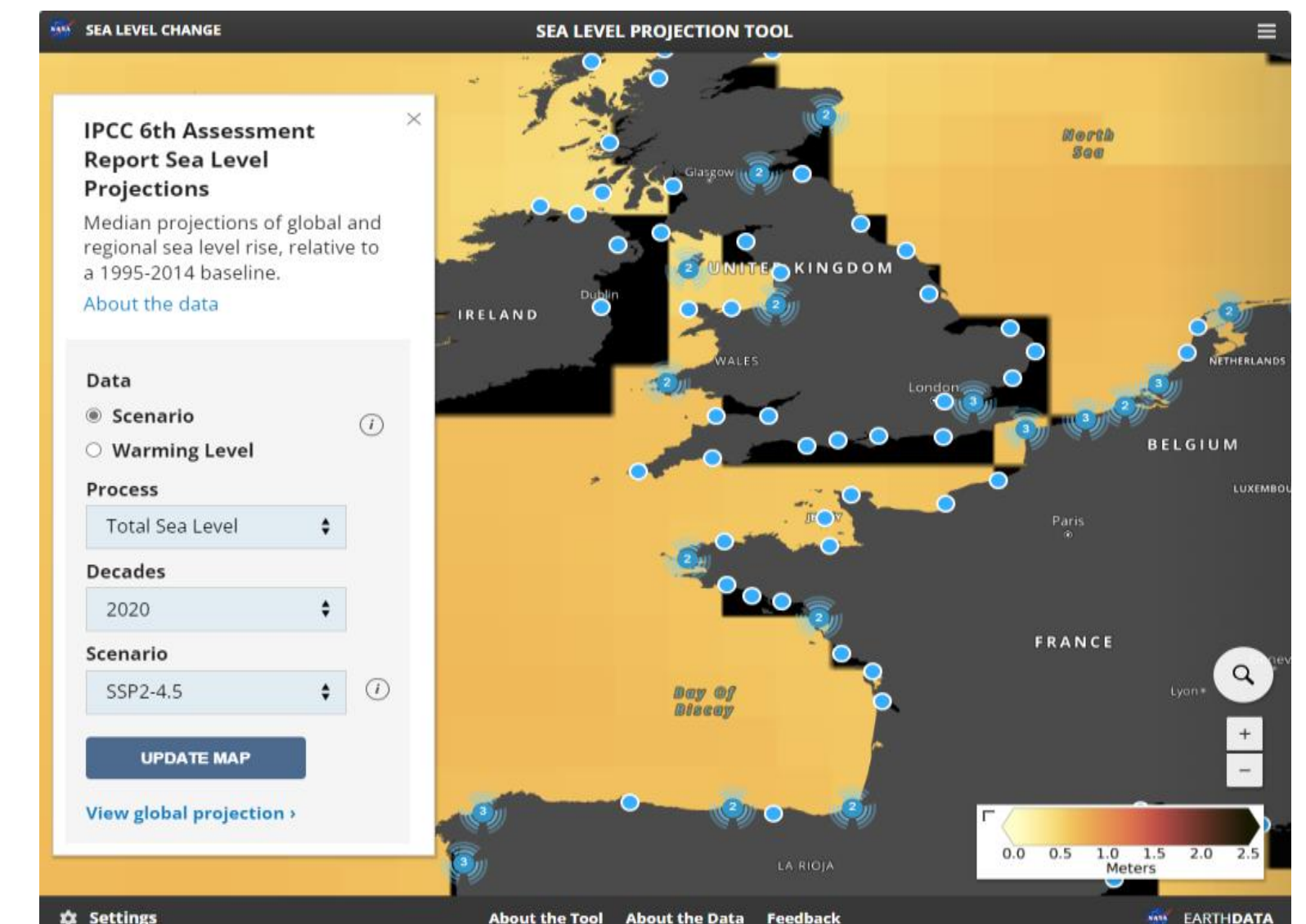
Evolution du niveau marin moyen :

- Veille bibliographique internationale sur les **différents scénarios climatiques** avec le **Service Climatique d'EDF R&D** : rapports GIEC, etc.
- Etudes en propre sur aléas vagues et surcotes marines [thèse A. Laugel, 2013 ; post-doc M. Canard en cours]
- Etudes d'impact de scénarios sur les territoires et installations EDF.



Etudes spécifiques niveau marin à Dunkerque :

- Exploitation des **projections d'évolution AR6** du site de la NASA.
- Effets locaux de **subsidence** pris en compte
- Traitement de **plusieurs scénarios futurs** (SSPx-y.z)
- **Incertitudes** associées aux différents modèles climatiques
- Analyse des projections à **différentes échelles de temps jusqu'en 2100**

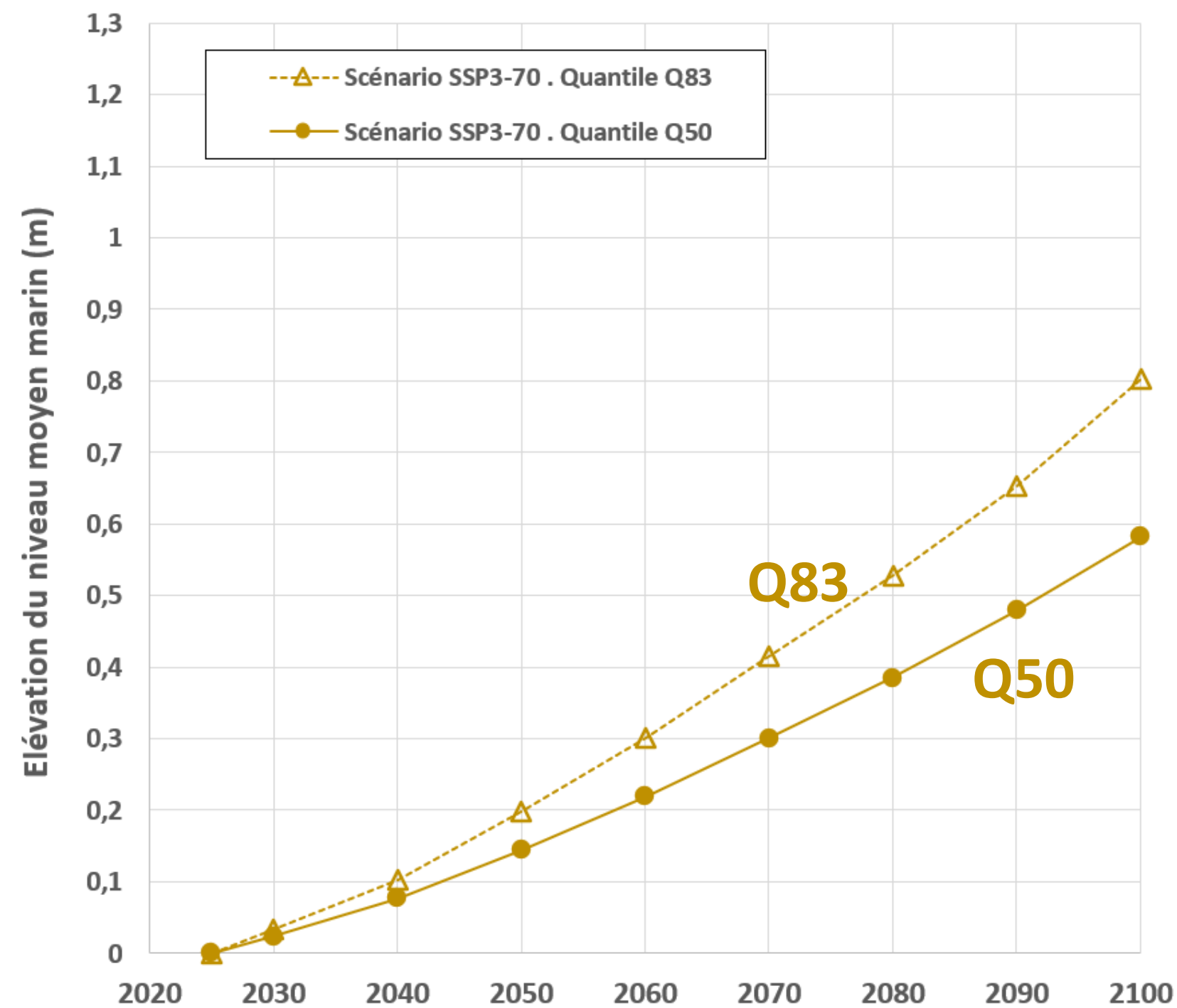


Anticiper les effets du CC sur les aléas marins → protection des installations EDF et des territoires

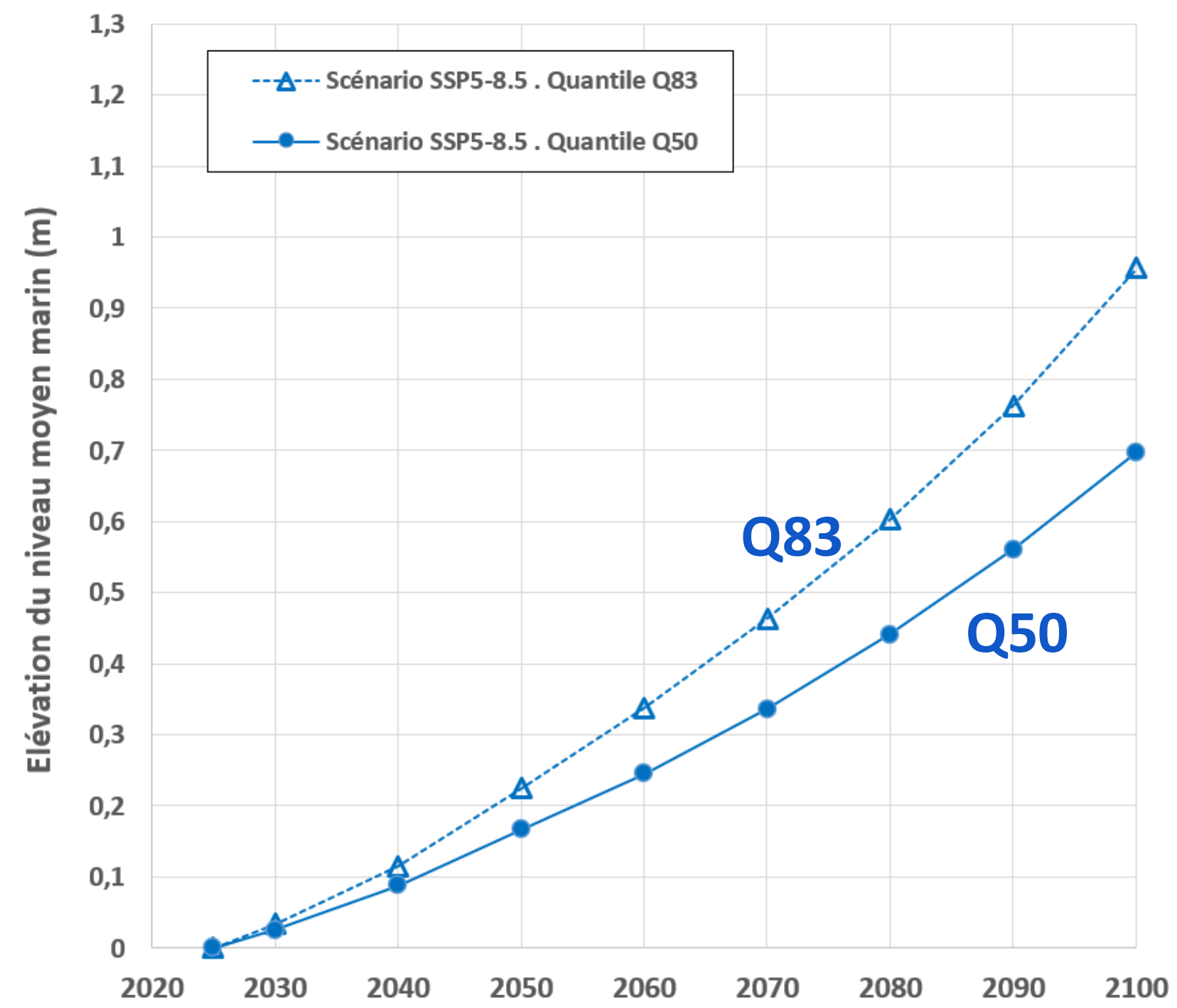
Etudes spécifiques niveau marin à Dunkerque – Extraits pour les scénarios les plus pénalisants (base AR6 – site NASA)

Projection de variation du niveau moyen par rapport à 2025 – effets de subsidence inclus

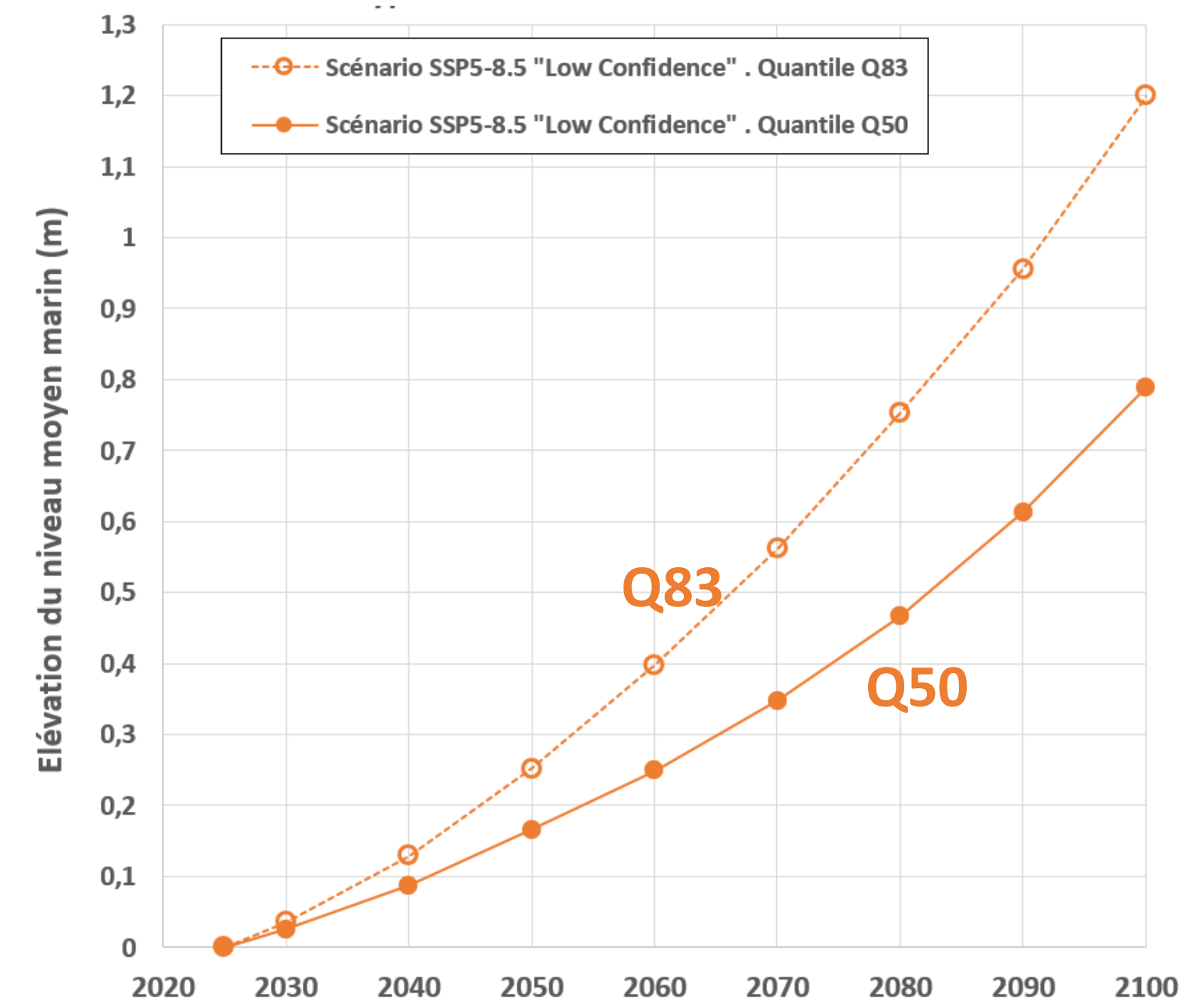
Scénario SSP3-7.0



Scénario SSP5-8.5 « faiblement vraisemblable » (extrême)



Scénario SSP5-8.5 avec MICI « Low confidence » (peu probable et très incertain, d'après AR6)



Projections réactualisées régulièrement pour intégrer les connaissances les plus à jour.

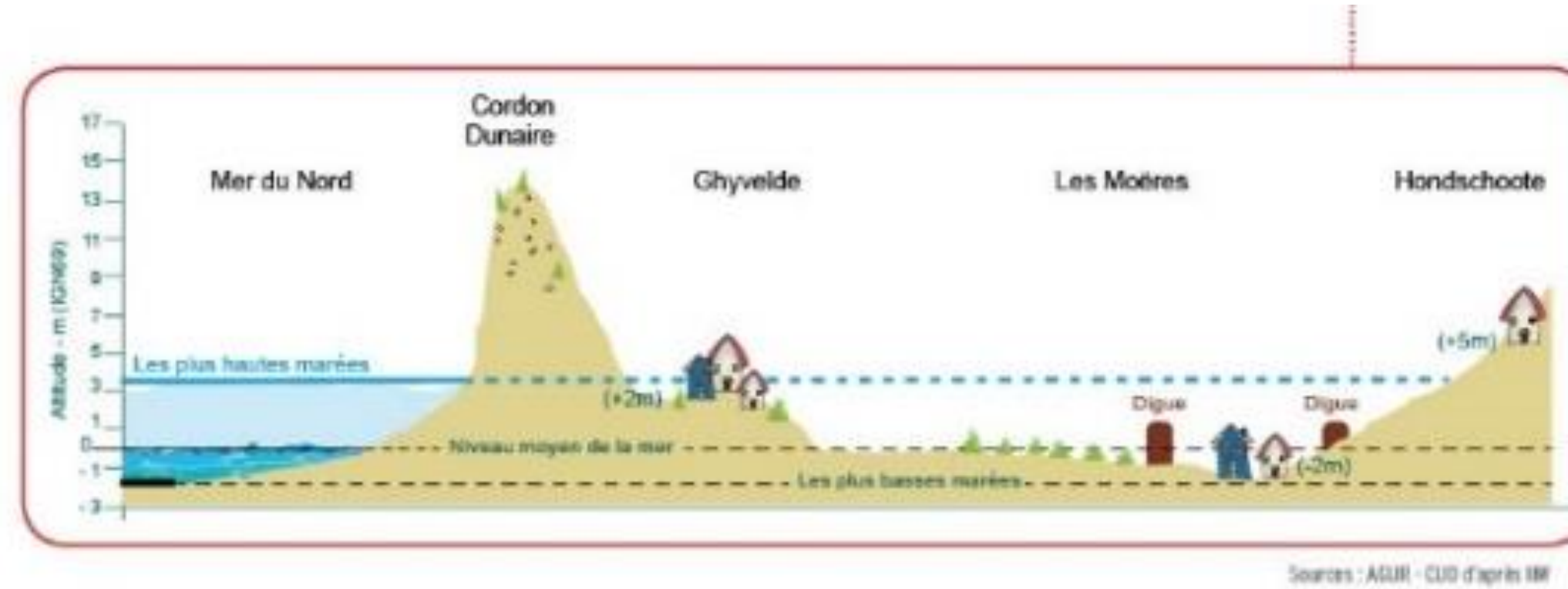
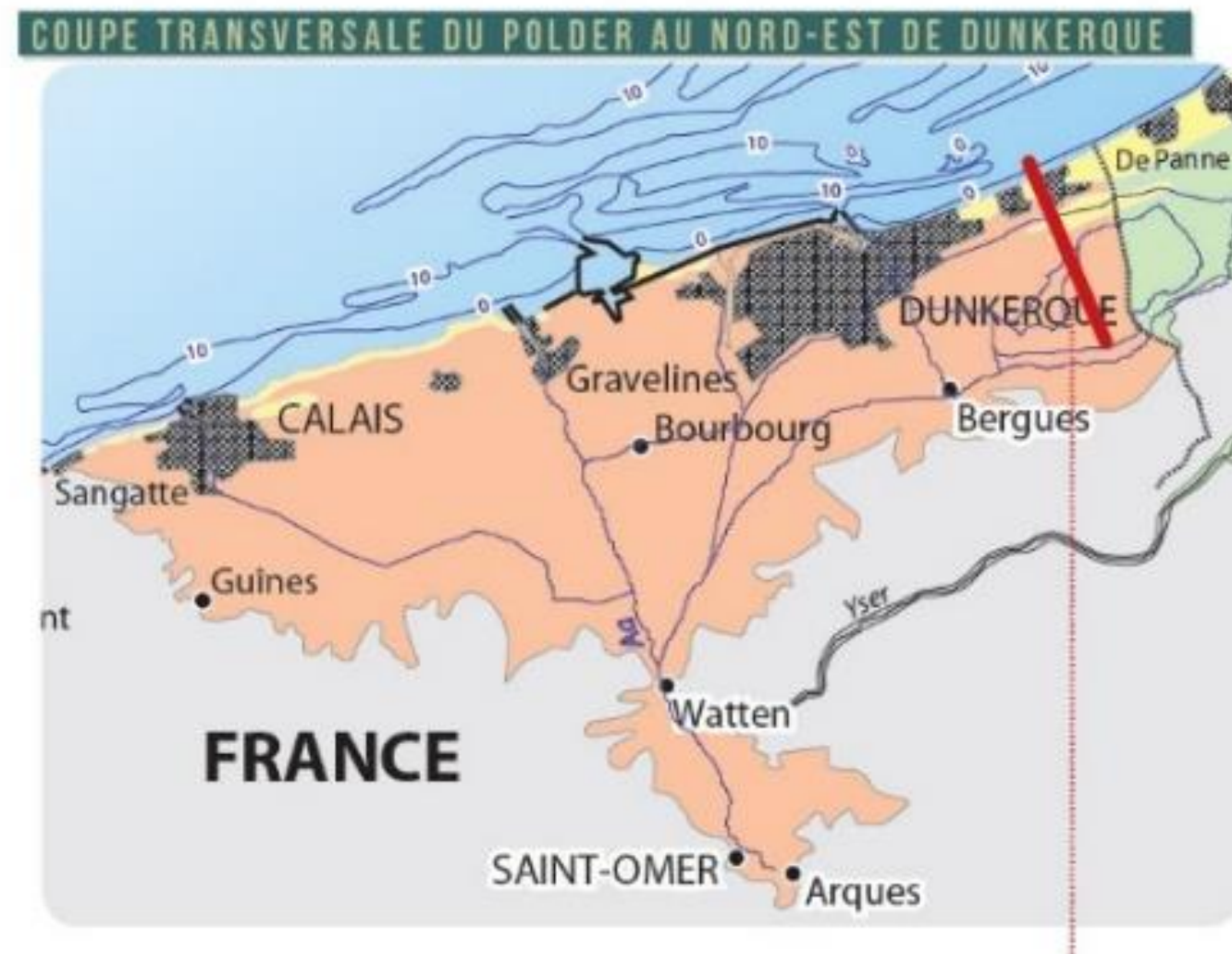
Anticiper les effets du CC sur les aléas marins → adaptation au risque inondation

Etude des **phénomènes d'érosion du littoral et du cordon dunaire** dans la modélisation des submersions futures :

- échelle événementielle (tempêtes)
- long terme (plusieurs décennies).

Programme de recherche avec **BRGM** et **ENPC** (Laboratoire d'Hydraulique Saint-Venant) sur le territoire dunkerquois :

- Thèse C. Dif (2024 -2027) **sur l'érosion du cordon dunaire / brèches** et les risques de submersion futurs
- Collaborations avec acteurs académiques locaux, dont Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences (LOG)
- Prise en compte de scénarios d'évolutions d'occupation du sol.



Anticipation & Adaptation les 2 éléments clés dans la conception EPR2 Gravelines pour garantir la sûreté

Anticipation =

Prendre en compte à la conception aujourd'hui les hypothèses les plus sévères

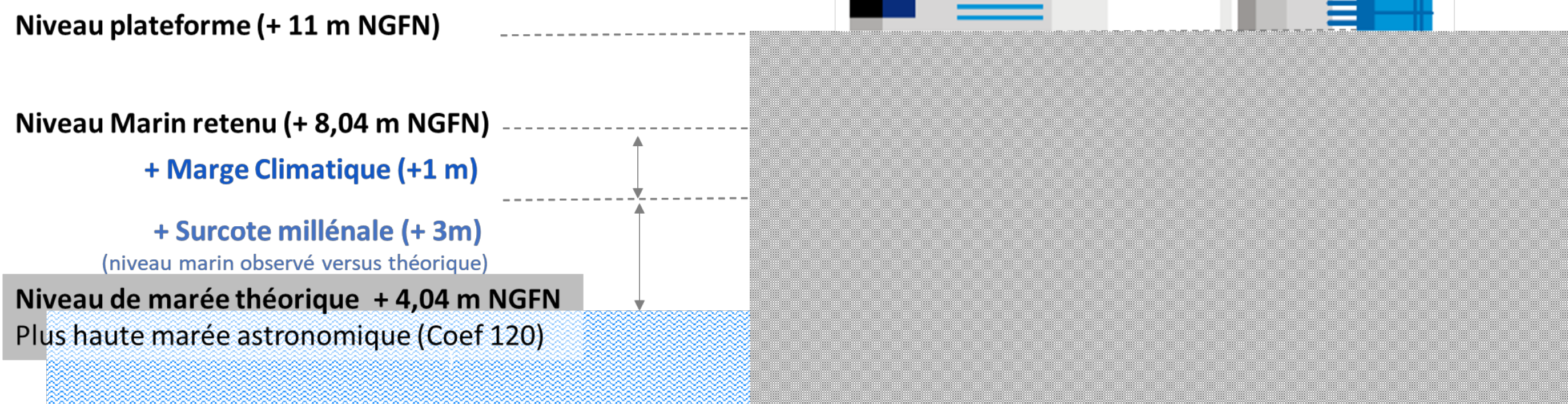
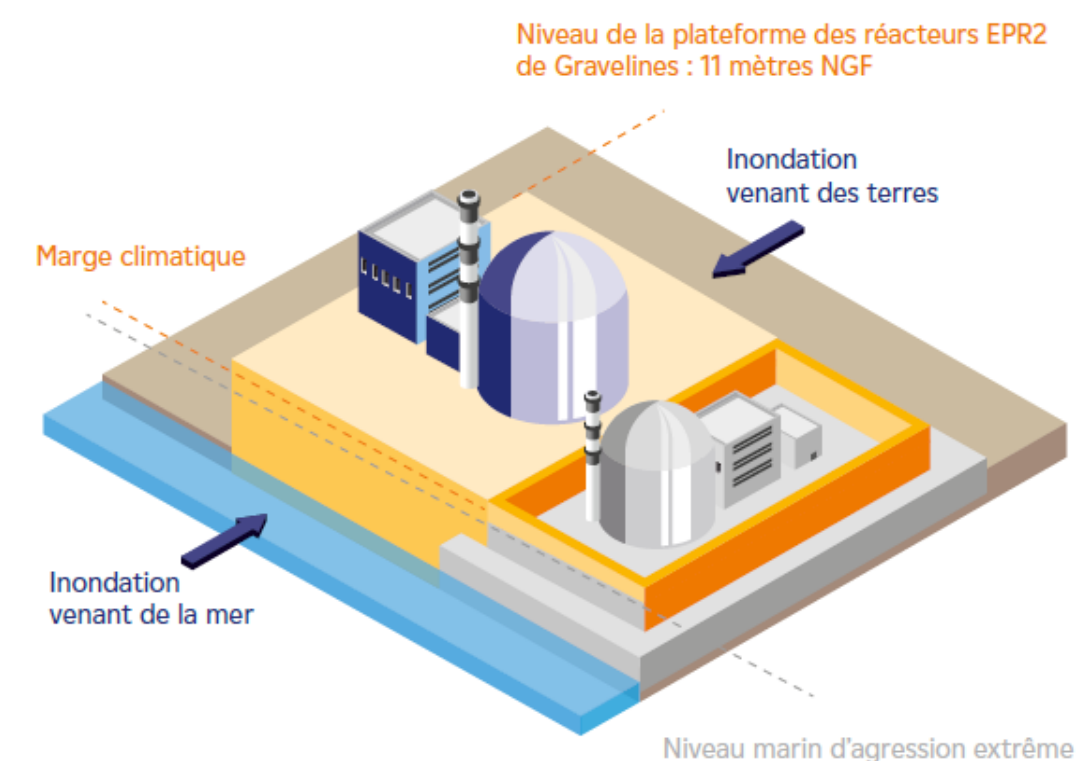


Figure 61. Protection des réacteurs EPR2 en projet contre les inondations



Adaptation =

Renforcer la sûreté demain chaque fois que nécessaire comme EDF l'a toujours fait et le fera toujours

- **Veille climatique :**
Prise en compte de l'évolution des connaissances
- **Retour d'expérience du parc nucléaire** en France et à l'international :
(constat en l'état de la résilience des installations à des hypothèses plus sévères que celles prises en compte à la conception)
- **Processus de réexamen périodique a minima chaque 10 ans :**
Actualisation des exigences y compris par ASN, et mise en œuvre de modifications si nécessaires



MERCI



10 | Temps d'échange avec le public

11 | Conclusion de la rencontre

MERCI

**Rendez-vous ce soir pour
la Réunion Publique :**
sur la thématique « **Environnement** »

À la Salle des Fêtes de Saint-Folquin
Place Maurice Lambert 62370 Saint-Folquin
De 18h à 20h