

6 Avril 2023

Changement climatique | Quels risques côtiers et quelles solutions d'adaptation pour nos littoraux ?

Gonéri Le Cozannet, BRGM, Auteur principal, WGII

Merci à mes 269 co-auteurs !



Rendez-vous Climat d'Antea Group

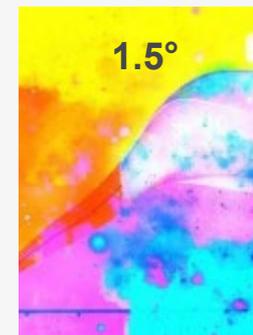
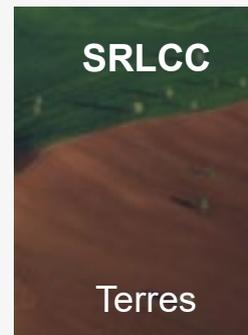
Le 6^{ème} rapport du GIEC

- Synthèse la plus récente et la plus précise sur la science du climat, les conséquences du changement climatique, l'adaptation et l'atténuation
- Rapport d'évaluation : 721 scientifiques de 90 pays

www.ipcc.ch



Rapports spéciaux



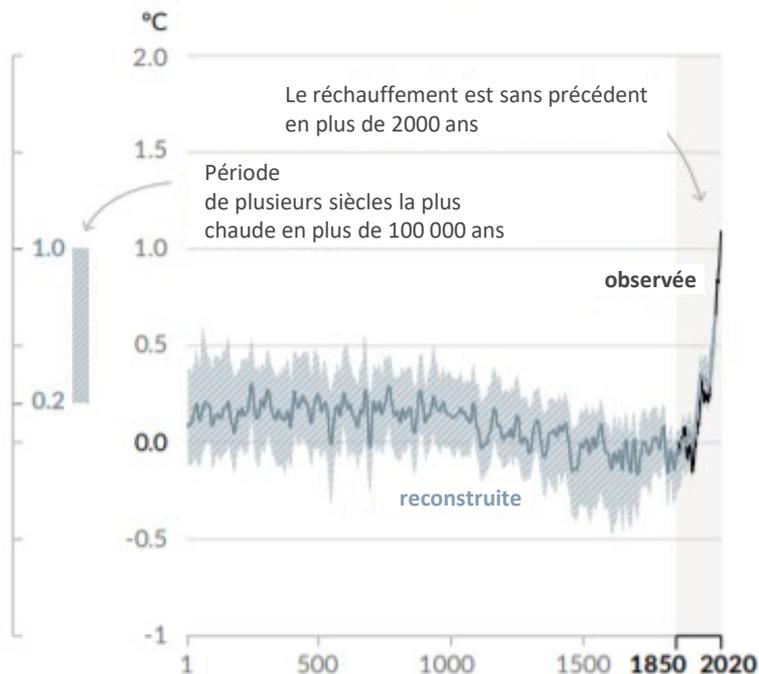
Rapports d'évaluation



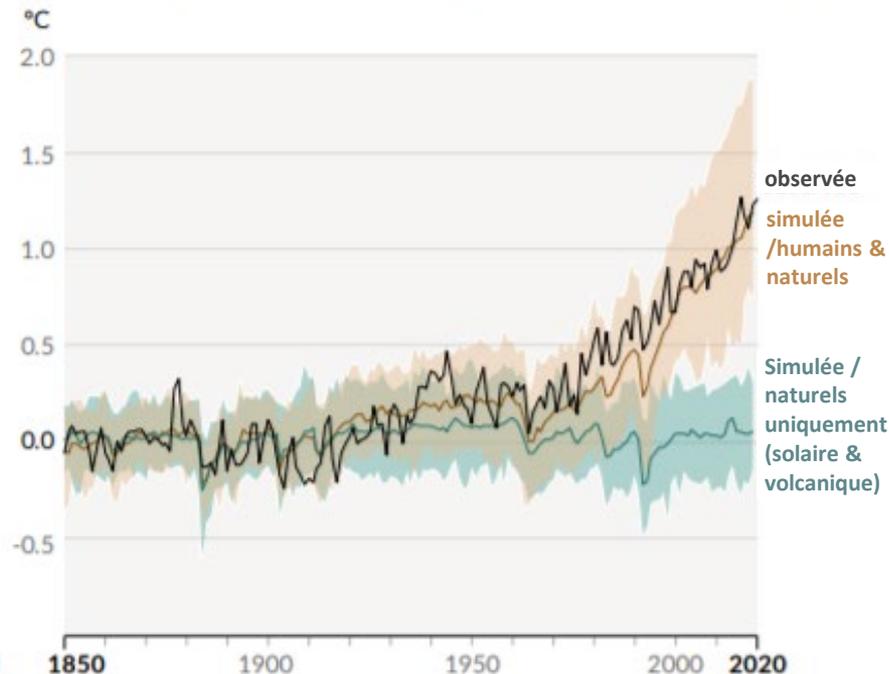
Depuis 1850, le climat s'est réchauffé de 0,8 à 1,3°C

WGI – Juillet 2021

a) Variation de la température à la surface du globe (moyenne décennale) telle que **reconstruite** (1-2000) et **observée** (1850-2020)



b) Changement de la température à la surface du globe (moyenne annuelle) **observée** et simulée à l'aide de facteurs **humains & naturels** et **uniquement naturels** (1850-2020)



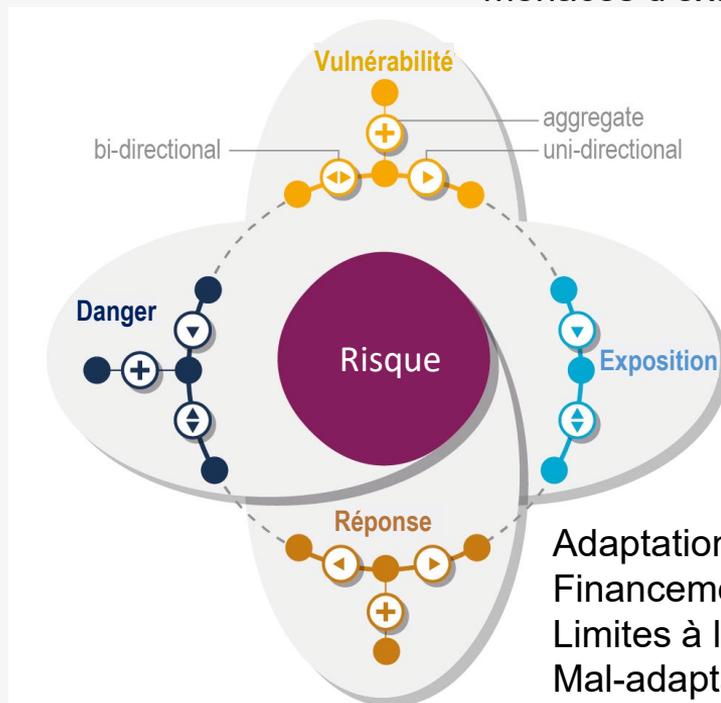
Risques du changement climatique

3,3-3,6 milliards de personnes dans des contextes hautement vulnérables

25% des espèces de la plupart des groupes d'animaux et de végétaux étudiés sont déjà menacés d'extinction (IPBES, 2019)

Chaque incrément de réchauffement supplémentaire intensifie les aléas climatiques

- Vagues de chaleur
- Ressources en eau
- Inondations
- Impacts en cascade (société, écosystèmes)



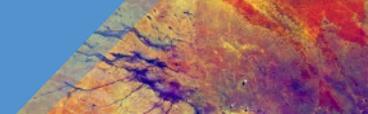
Pression sur les terres
Expansion urbaine

Adaptation
Financements
Limites à l'adaptation
Mal-adaptation



Élévation du niveau de la mer : qu'apprend-on dans le 6^{ème} rapport du GIEC?

[Photo: GLC, Brest]



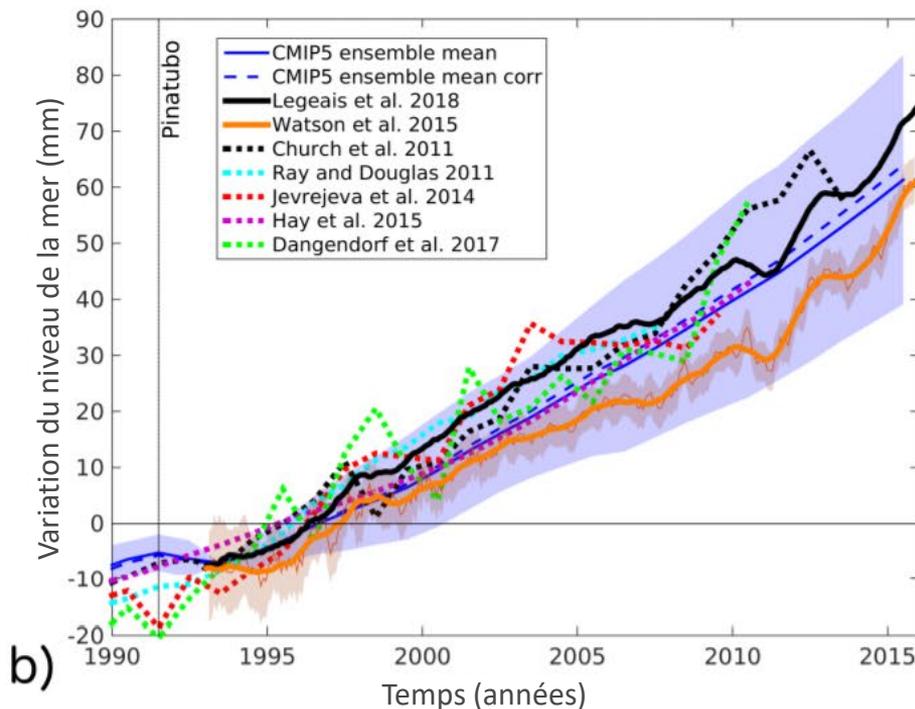
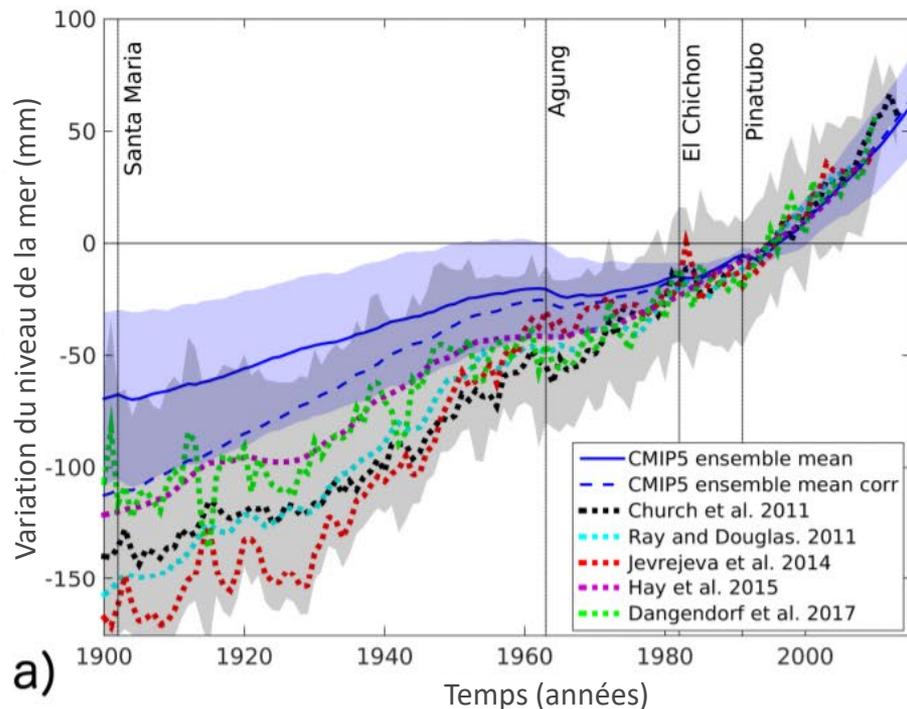
Les observations montrent que l'élévation du niveau de la mer s'accélère

1901-1990 : $1,4 \pm 0,5$ mm/an

1971-2018 : $2,3 \pm 0,8$ mm/an

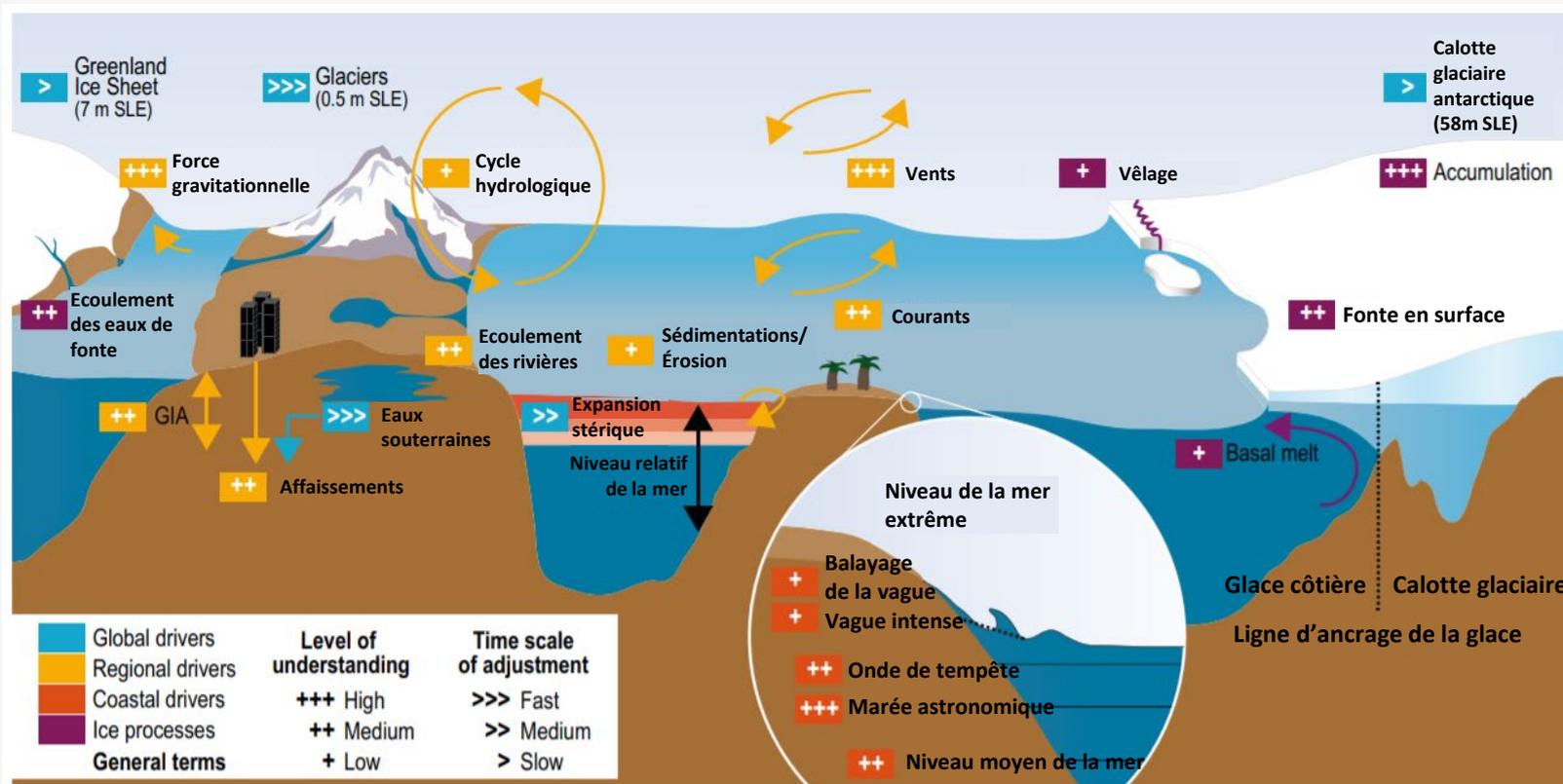
2006-2018 : $3,7 \pm 0,5$ mm/an

Les modèles de climat parviennent à reproduire l'élévation du niveau de la mer globale de manière satisfaisante, au moins depuis 1980



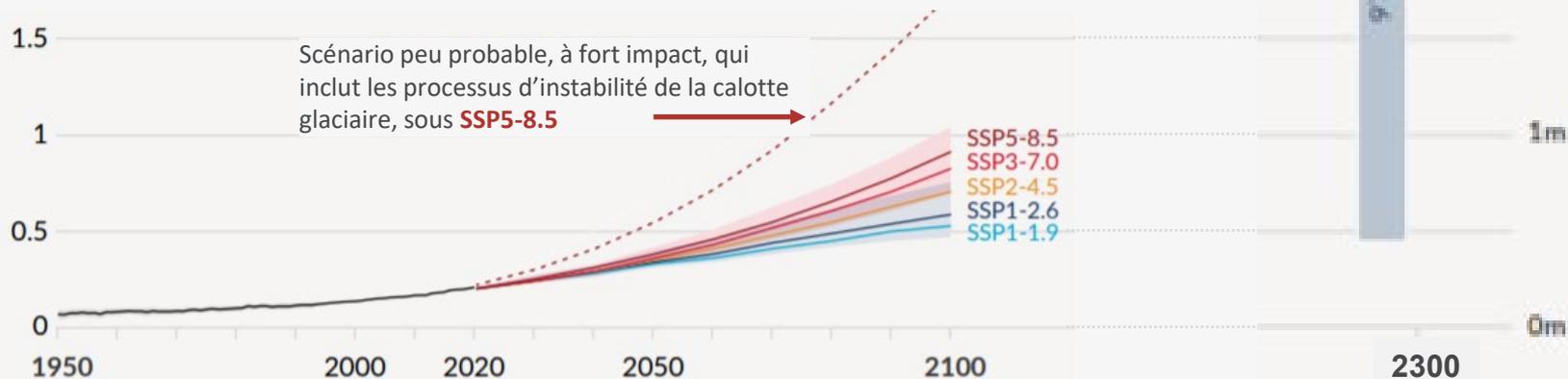
Causes de l'élévation du niveau de la mer

- Global : expansion thermique, fonte des glaces, eaux souterraines et de surface
- Régional/local : circulations océaniques, changements gravitationnels, mouvements du sol



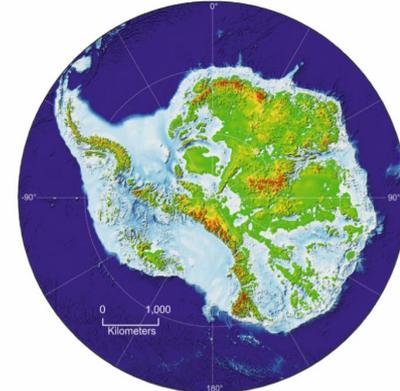
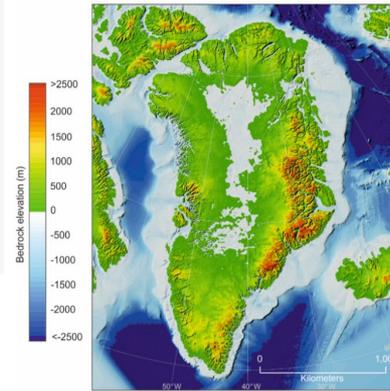
L'élévation du niveau de la mer se poursuivra pendant des siècles

- On ne peut pas exclure un scénario d'élévation du niveau de la mer très rapide (1,7m en 2100, 15m en 2300).
- Atténuer le changement climatique donne du temps à l'adaptation.

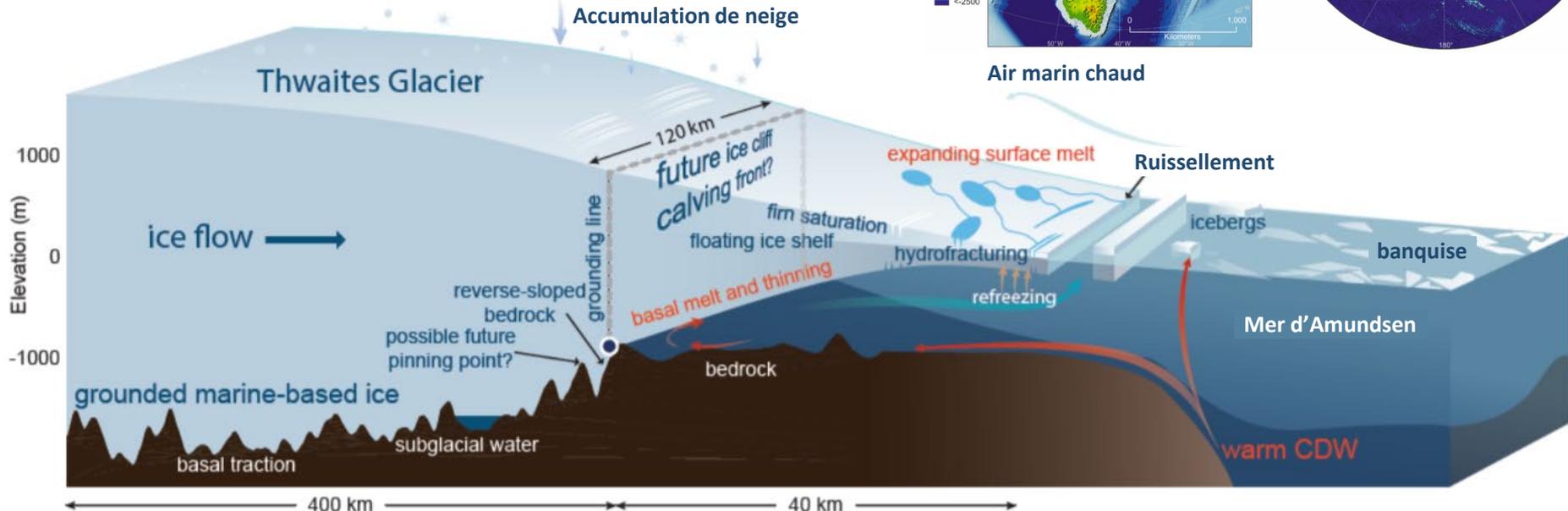


Des changements abrupts ne peuvent pas être exclus

Exemple: calotte de glace en Antarctique

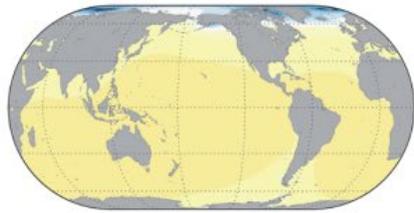


Air marin chaud

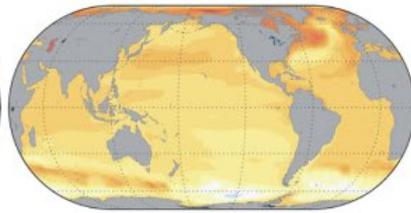


Variations régionales de l'élévation du niveau de la mer

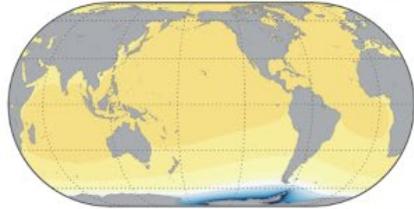
Glaciers



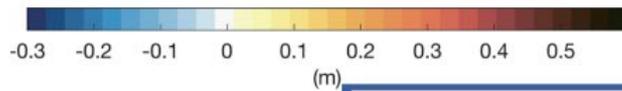
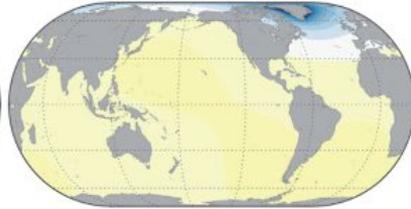
Ocean Dynamics & Thermal Expansion



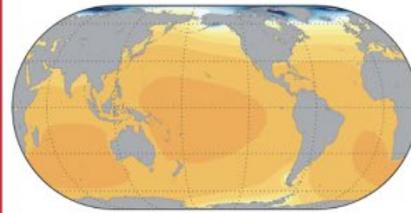
Antarctic Ice Sheet



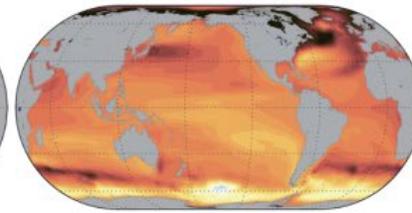
Greenland Ice Sheet



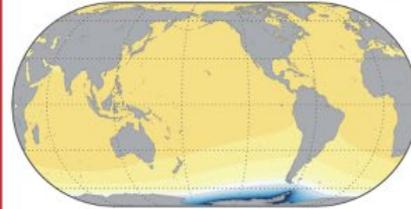
Glaciers



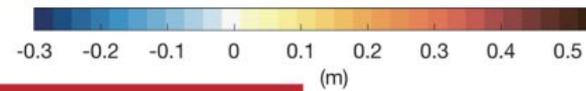
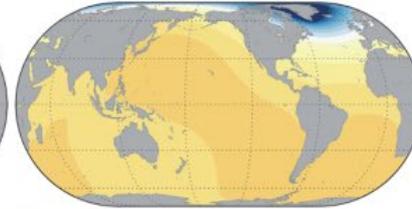
Ocean Dynamics & Thermal Expansion



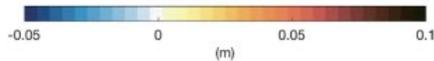
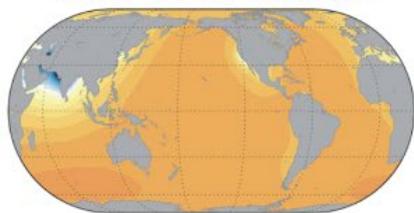
Antarctic Ice Sheet



Greenland Ice Sheet

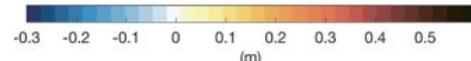
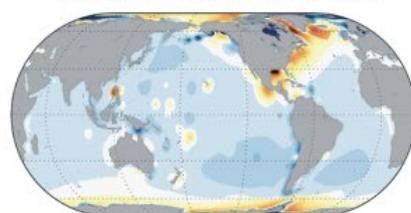


Land Water Storage

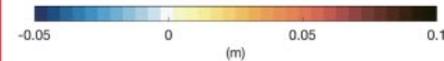
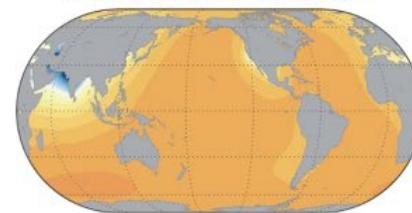


Vertical Land Motion

Contribution is identical across scenarios (SSPs)



Land Water Storage

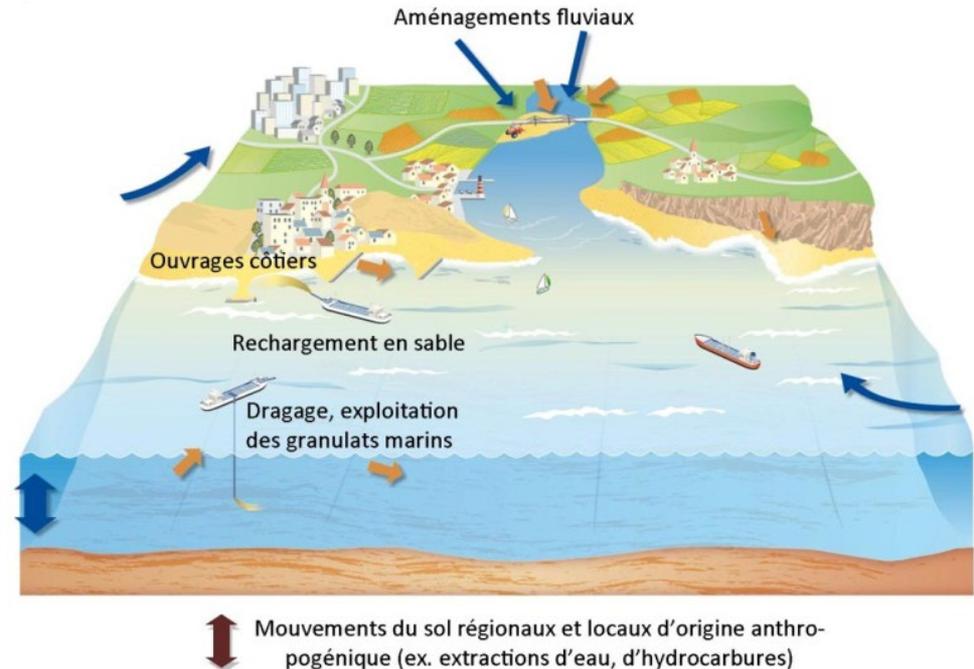
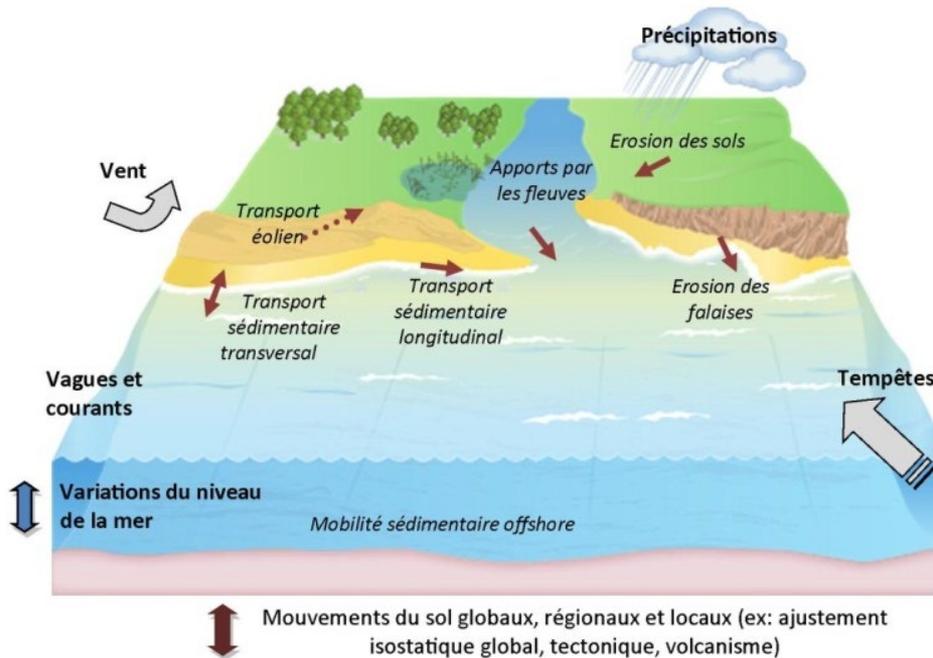




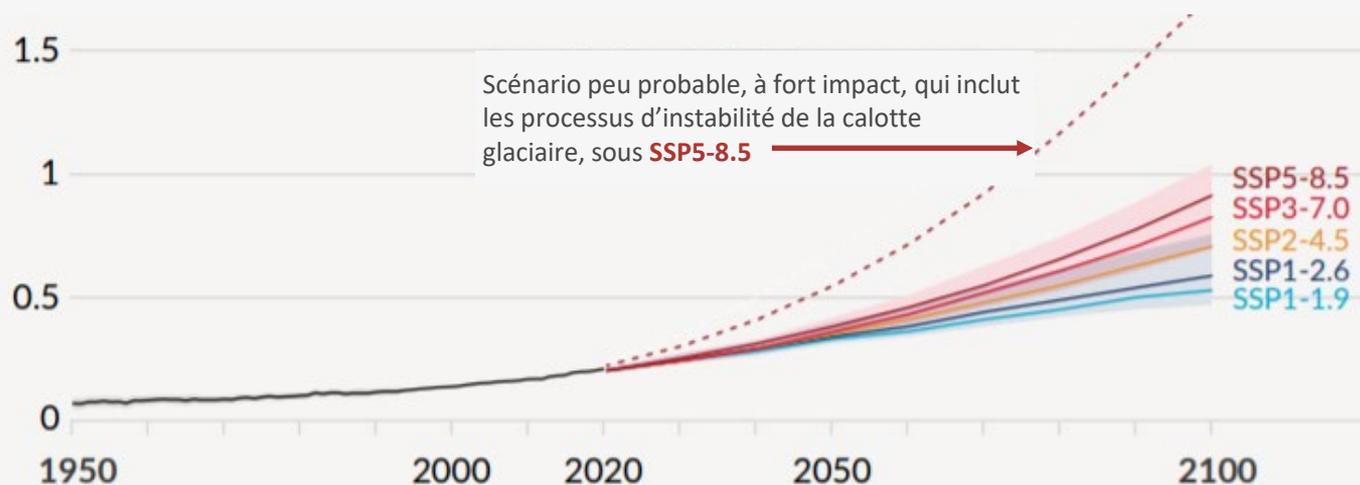
Risques côtiers et élévation du niveau de la mer

Les socio-écosystèmes côtiers sont très vulnérables au changement climatique

- Niveau de la mer, sécheresses, températures, salinisation, eutrophisation, hypoxie, acidification...
- Au 20^{ème} siècle, les activités humaines et les processus naturels étaient le principal facteur de changement.
- Les effets du changement climatique deviennent de plus en plus évidents depuis quelques décennies.



Risques côtiers affectés par l'élévation du niveau de la mer

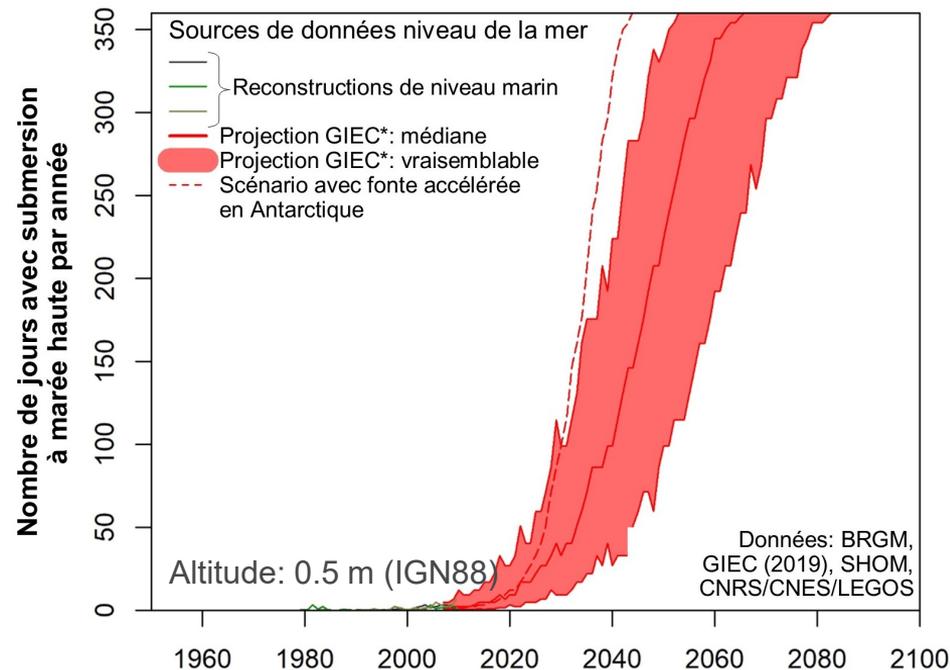
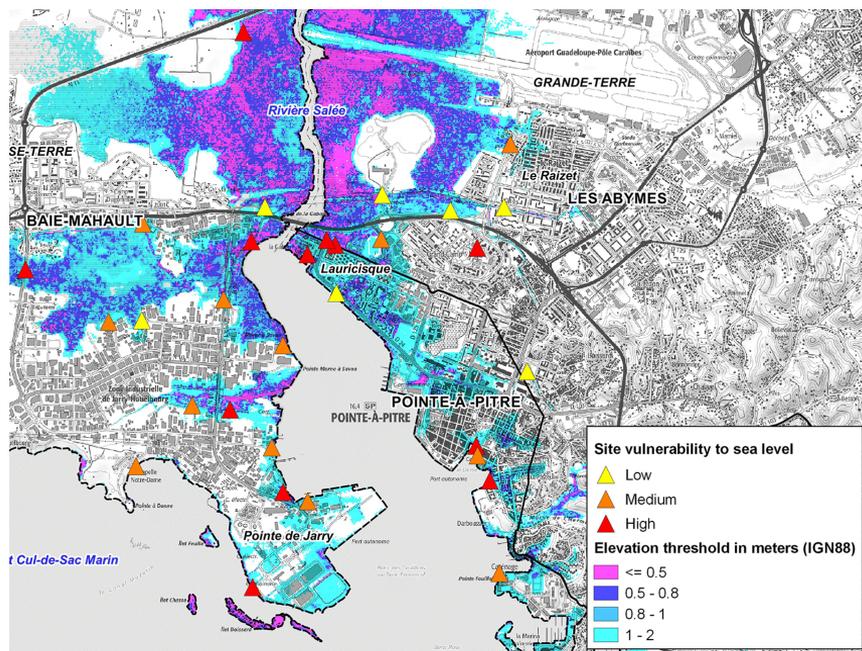


- Submersions chroniques à marée haute
- Augmentation des submersions lors de tempêtes
- Accentuation de la salinisation
- Sites les plus sensibles
- Aggravation de l'érosion
- Submersion permanente



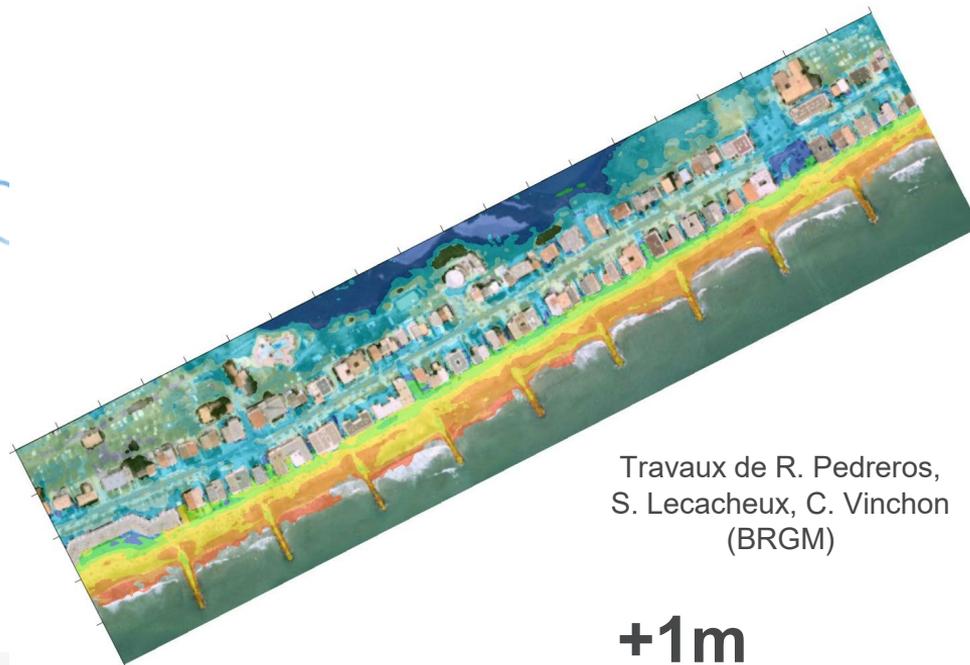
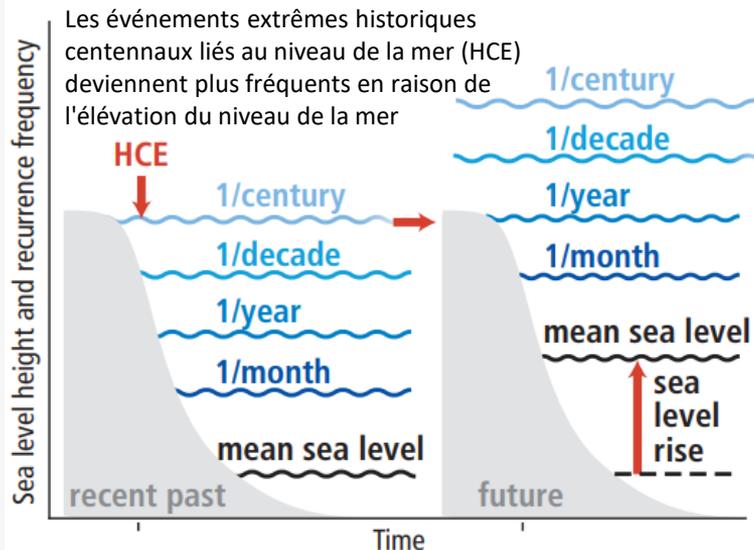
SUBMERSIONS CHRONIQUES : L'EXEMPLE DE LA GUADELOUPE

Également : ressources en eau, biodiversité, cyclones, tsunamis, risques sismiques et volcaniques...



Sans adaptation, les risques côtiers augmenteront considérablement bien avant 2100 du fait de l'élévation du niveau de la mer (confiance: très haute)

(a) Effet schématisé de l'élévation du niveau de la mer à l'échelle régionale sur les événements futurs extrêmes liés au niveau de la mer (pas à l'échelle)

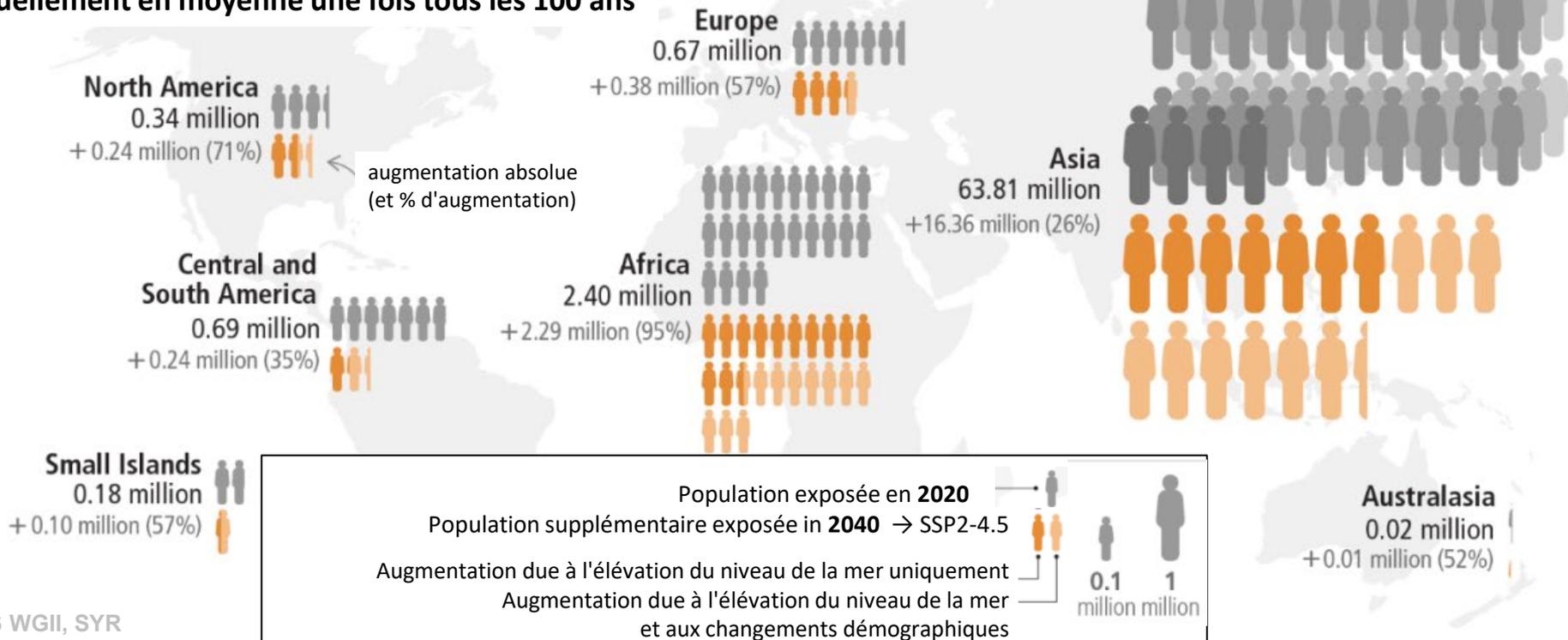


Travaux de R. Pedreros,
S. Lecacheux, C. Vinchon
(BRGM)

+1m

Population exposée aux submersions marines entre 2020 et 2040

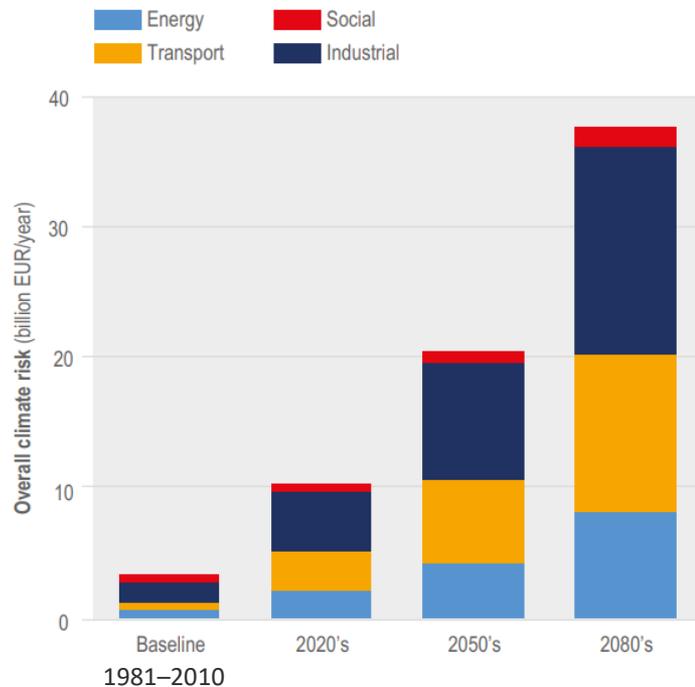
Exposition à une submersion marine qui se produit actuellement en moyenne une fois tous les 100 ans



Coûts des dommages aux infrastructures en Europe

Risque climatique global pour les infrastructures critiques en Europe

(a) Agrégation par secteur



(b) Agrégation par aléa climatique

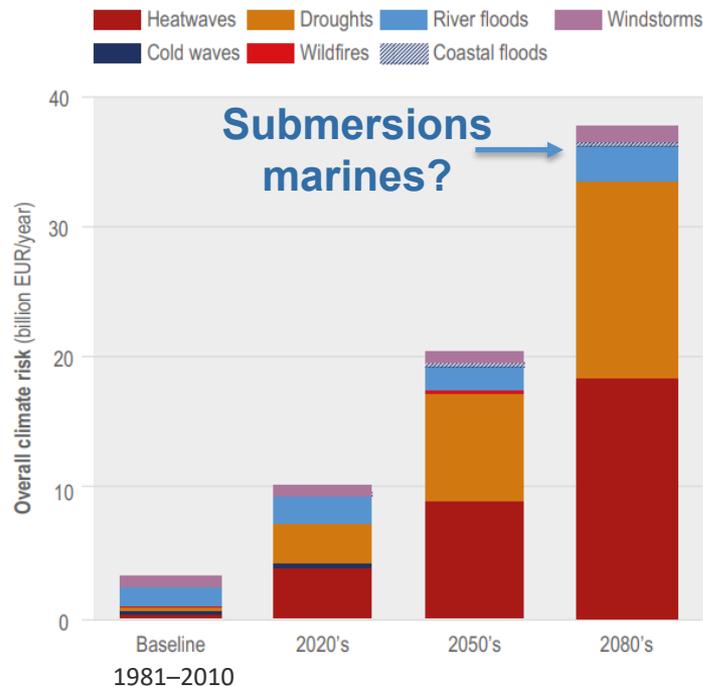


Figure 13.18 | Climate risks to critical infrastructures, aggregated at European (EU+) level under the SRES A1B scenario (Forzieri et al., 2018). Baseline: 1981–2010; 2020s: 2011–2040; 2050s: 2041–2070; 2080s: 2071–2100

~RCP 6.0



Quelle adaptation face à l'élévation du niveau de la mer?

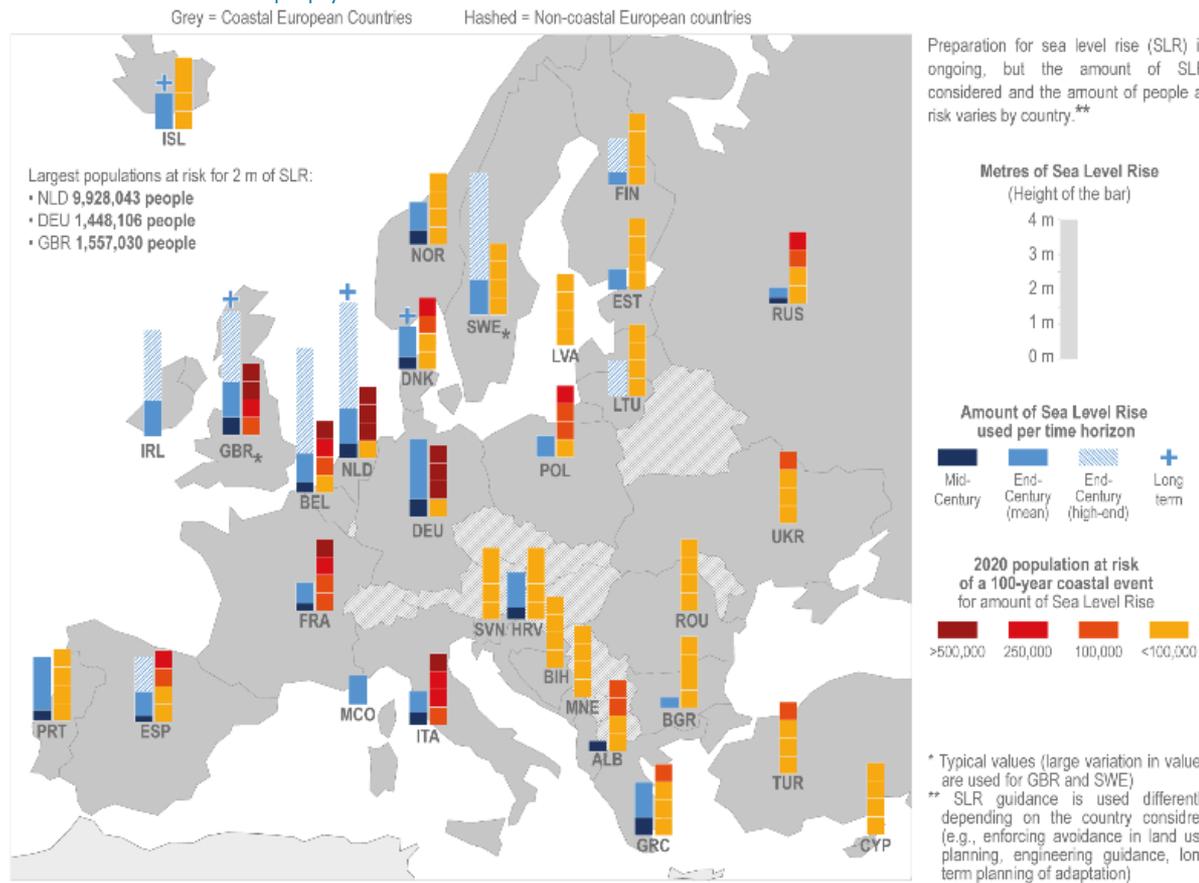
[Photo: The Guardian]

L'adaptation progresse en Europe

- accès plus aisé à l'information
- nouvelles politiques publiques
- nouveaux cadres réglementaires
- nouvelles solutions techniques
- nouvelles expérimentations (ex: solutions fondées sur la nature)
- actions au niveau des villes (mais avec des ambitions très variables)

Risques et plans nationaux d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer en Europe

(a) Niveau d'élévation du niveau de la mer utilisé dans la planification nationale par pays et population à risque en fonction du niveau d'élévation du niveau de la mer par pays

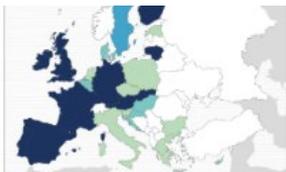


Même en Europe, l'adaptation demeure insuffisante face à la rapidité des changements

Progress of National Adaptation in Europe



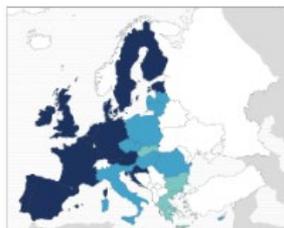
Suivi et
évaluation



Préparer
l'adaptation



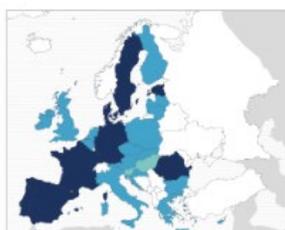
Evaluer les
risques



Mise en œuvre



Identifier les options



- L'adaptation reste souvent incrémentale, locale, ou limitée à un segment d'activité.
- Le fossé entre la planification et la mise en œuvre continue de se creuser.
- Les acteurs publics et privés restent mal préparés au changement climatique.
- Malgré l'adaptation, les impacts du changement climatique sont de plus en plus évidents.

⇒ Adaptation transformationnelle

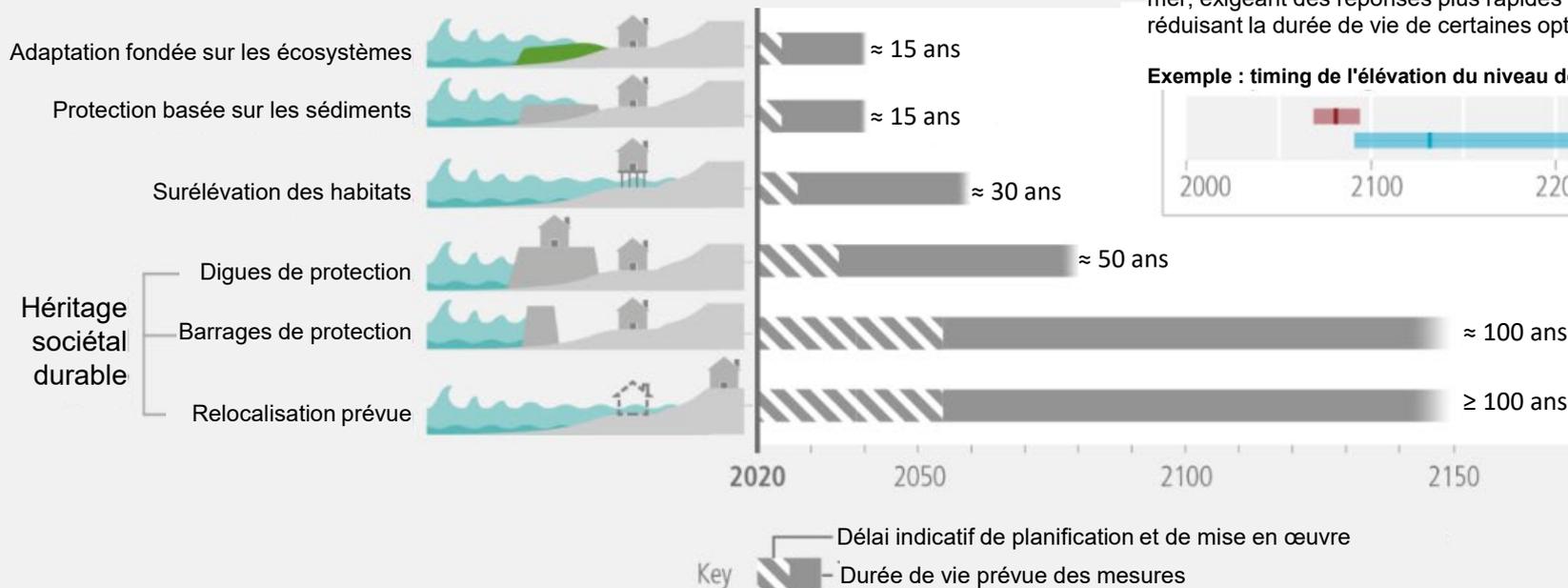


Depuis 2020, la barrière MOSE, un système de barrières mobiles, permet d'éviter les submersions de Venise

S'adapter à l'élévation du niveau de la mer demande du temps

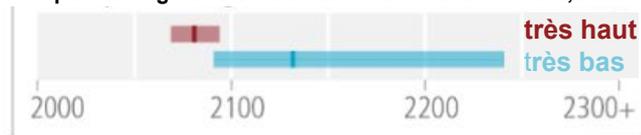
Eviter l'urbanisation de zones côtières basses permet de limiter les risques futurs !

b) Echelles de temps typiques des mesures de gestion des risques côtiers



Des émissions de gaz à effet de serre plus élevées entraînent une élévation plus importante et plus rapide du niveau de la mer, exigeant des réponses plus rapides et plus fortes et réduisant la durée de vie de certaines options.

Exemple : timing de l'élévation du niveau de la mer de 0,5 m





(c) Protection



**Coûts ?
Calendrier ?
Effets verrou ?
Impacts sur les
écosystèmes ?
Désirable ?**



(e) Logements



Teignmouth, UK



Source: France Info - MANUEL SILVESTRI / REUTERS



Source: Grimshaw – WE Forum

(e) Habitat



Teignmouth, UK

Faisabilité selon le
contexte local ?
Efficacité ?



Source: France Info - MANUEL SILVESTRI / REUTERS



Source: Grimshaw – WE Forum

(f) Adaptation fondée sur les écosystèmes



(f) Adaptation fondée sur les écosystèmes

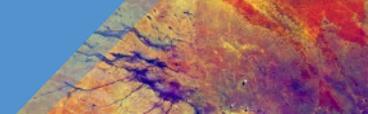


Faisabilité selon le
contexte local ?
Efficacité ?

1999

2009

2018



L'évaluation de la faisabilité et de l'efficacité des mesures

Efficacité et faisabilité des options d'adaptation aux impacts et aux risques climatiques liés à l'eau en Europe

Impact type	Adaptation option	Effectiveness	Feasibility					Confidence		
			Economic	Technological	Institutional	Socio-cultural	Ecological	Geophysical	Evidence	Agreement
Flooding - Coast/River	Flood defenses (Protect)	●	●	●	●	/	●	1	●	●
	Flood preparedness and early warning plans (Protect/Accommodate)	●	2	●	●	●	/	●	●	●
	Planned relocation (Retreat)	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	No-build zone, restrict new developments (Avoidance)	●	●	●	●	/	/	/	●	●
Flooding - Coast	Flood insurance (Supporting)	●	●	●	●	●	/	●	●	●
	Ecosystem based (e.g. wetlands, oyster reefs) (Protect)	●	●	●	/	/	●	1	●	●
	Sediment based (e.g. nourishment) (Protect)	●	●	●	/	●	●	3	●	●
Flooding - River	Wet and dry proofing (Accommodate)	●	●	/	●	●	/	●	●	●
	Ecosystem based (e.g. floodplain restoration, widening riverbed) (Protect)	●	●	●	/	/	●	●	●	●
	Retention and diversion (Accommodate)	●	●	●	/	/	/	●	●	●
Flooding - Pluvial	Wet and dry proofing (Accommodate)	●	●	●	●	/	/	●	●	●
	Retention: green roofs (Accommodate)	●	/	/	/	●	●	●	●	●
	Retention: parks (Accommodate)	●	/	●	/	●	●	●	●	●
	Update drainage systems and pumps (Accommodate)	/	●	/	/	/	●	●	●	●

Assesment score

● Medium ● High

Low Medium High

/ = no/limited evidence

- 1 = Physically hampered in highly urbanized regions.
- 2 = Low on preventing damage, medium on preventing fatalities.
- 3 = Availability of sand can hamper feasibility in Southern Europe.
- 4 = In Southern Europe, no evidence for other parts of Europe.
- 5 = Medium in Southern Europe and high in Western and Central Europe/Northern Europe.



ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change



L'élévation du niveau de la mer pose la question des verrouillages à long terme dus au développement actuel

[Photo: The Guardian]

Pendant des prochaines décennies et siècles : des enjeux importants menacés

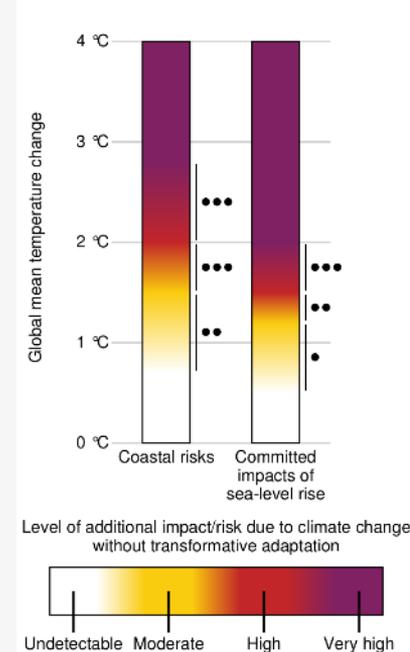
- Menace existentielle pour des états insulaires
- Infrastructures à longue durée de vie : énergie, transport, ports, villes...
- Sites culturels
- Sites et sols pollués



A) Situation avant l'enlèvement des déchets en 2016

B) Novembre 2017

C) Après la réhabilitation en mai 2018





VISUALISER LES DONNÉES

RECHERCHER DES DONNÉES

DONNÉES ET SERVICES

THÉMATIQUES

MOBILES

Map interface with navigation and data layers.

Zoom: - +

Localisation: [Search bar]

Données

Légendes

Impression

Données [X]

Thèmes

- Dossiers sur le sous-sol
- Forages d'eau
- Anciens sites industriels
- Mouvements de terrain
- Cavités souterraines
- Aléa retrait-gonflement
- Cartes géologiques

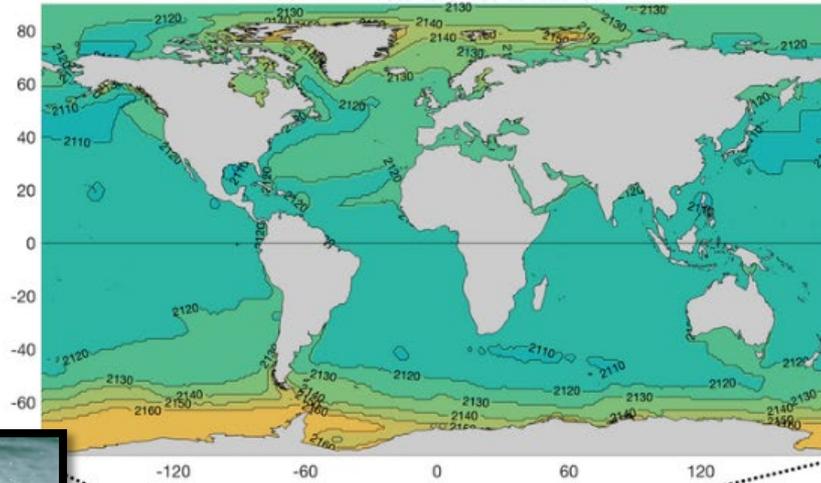
Fonds

- Cartes géologiques
- Cartes topographiques

Map: LE HAVRE, LA SEINE, CÔTE

Allez directement à... [Dropdown]

Survenue précoce d'une élévation de 2 m du niveau régional de la mer pour des émissions de gaz à effet de serre très élevées (SSP5-8.5) et le déclenchement de l'effondrement des calottes glaciaires.



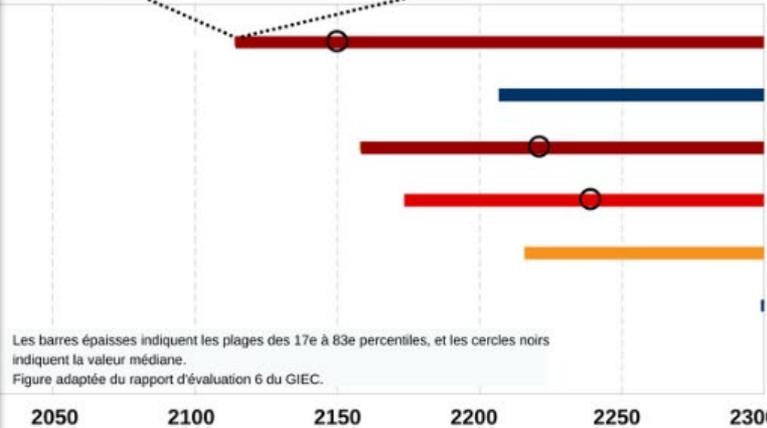
Première année de la décennie au cours de laquelle une élévation relative du niveau de la mer de 2 m est dépassée dans différentes régions du globe, sur la base du 83e percentile des projections SSP5-8.5. La subsidence locale peut entraîner un dépassement plus précoce dans certaines villes.

Trajectoires socio-économiques partagées (Shared Socioeconomic Pathways, SSP)

Anomalies de température °C

Déclenchement de l'effondrement des calottes glaciaires

			On	Off
SSP5-8.5	4.8 (3.6-6.5)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SSP1-2.6	2.0 (1.3-2.8)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
SSP5-8.5	4.8 (3.6-6.5)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SSP3-7.0	3.9 (2.8-5.5)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SSP2-4.5	2.9 (2.1-4.0)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
SSP1-2.6	2.0 (1.3-2.8)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
SSP1-1.9	1.5 (1.0-2.2)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	



Les barres épaisses indiquent les plages des 17e à 83e percentiles, et les cercles noirs indiquent la valeur médiane.
Figure adaptée du rapport d'évaluation 6 du GIEC.

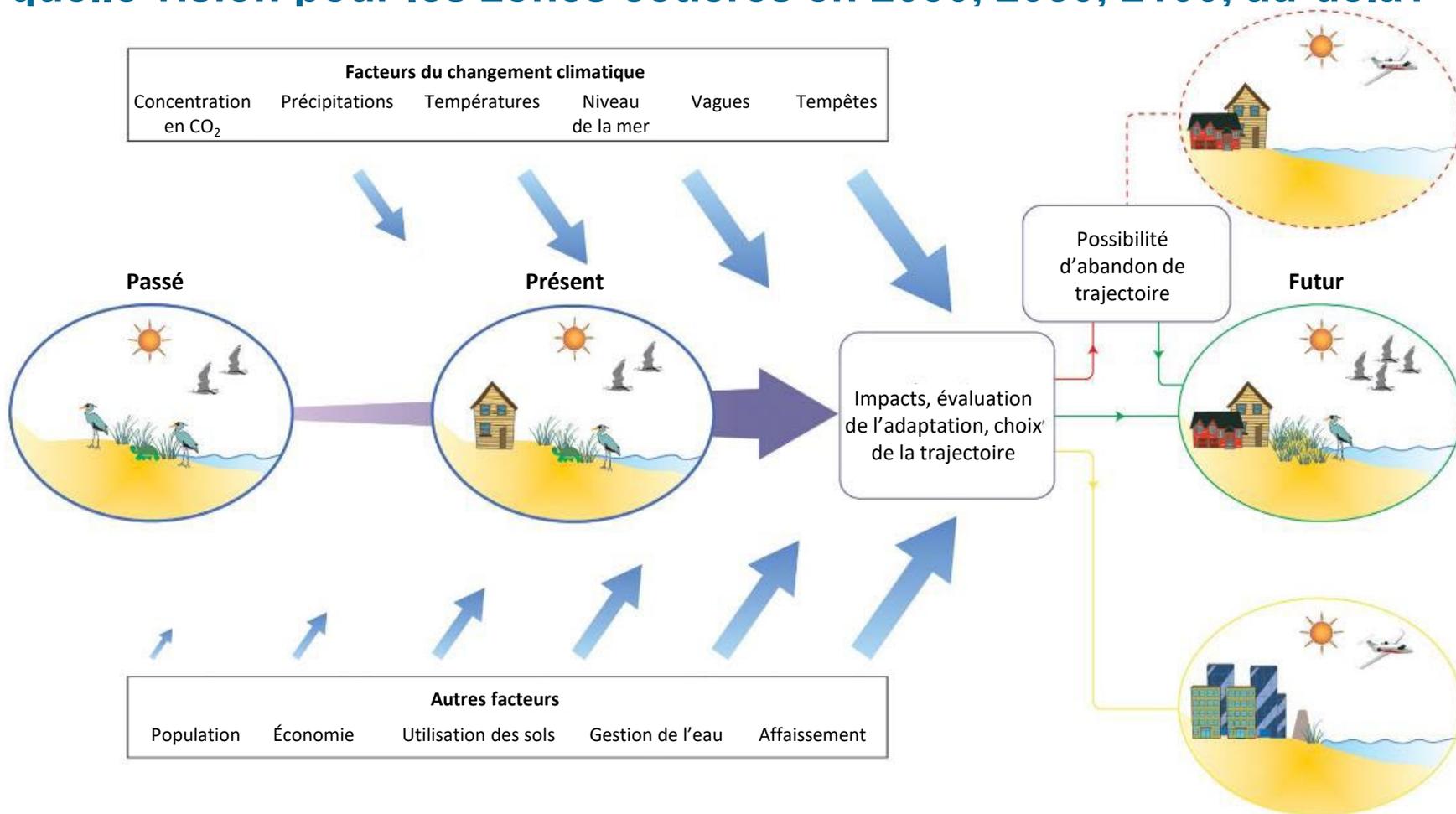
Echéance de dépassement d'un seuil de 2 mètres d'élévation du niveau de la mer par rapport au niveau moyen de 1995-2014

Anomalies de la température moyenne de l'air en 2081-2100 par rapport à 1850-1900 : valeur moyenne et plage très probable (données issues du tableau 4.2 du GIEC AR6)

PROTECT / COCLICO / SCORE

A quelle échéance l'élévation du niveau de la mer dépassera-t-elle 2 mètres? Comment s'y adapter?

La question clé : quelle vision pour les zones côtières en 2030, 2050, 2100, au-delà?



Conditions favorables à l'adaptation côtière

Confiance haute

- Cohérence avec les priorités de développement et les valeurs socio-culturelles
- Un processus d'engagement inclusif des acteurs et des personnes exposées
- Une gouvernance et des institutions capables d'anticiper et d'accompagner les transformations

L'adaptation et sa gouvernance mettent typiquement une ou plusieurs décennies à se mettre en place.



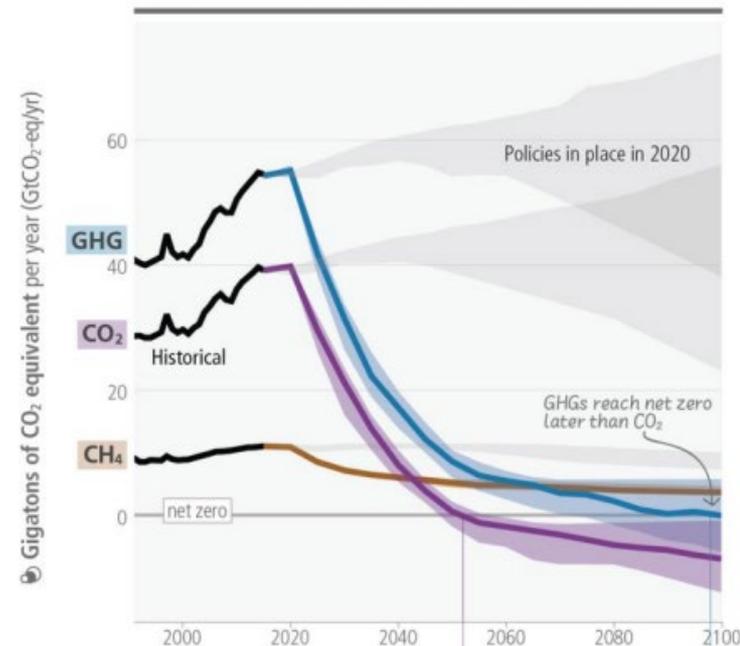
Teignmouth, UK, 2013

L'avenir des zones côtières dépend d'actions immédiates

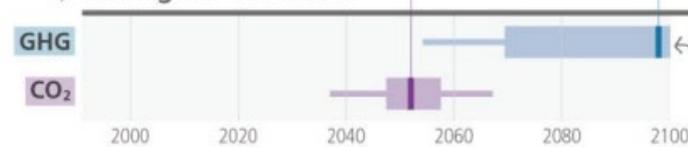
- **Atténuation** : pour stabiliser le réchauffement climatique et la vitesse d'élévation du niveau de la mer
- **Adaptation** : aux conséquences inévitables, en développant une vision intégrée pour les zones côtières, et une stratégie allant du court au long terme

Les transformations sont inévitables : elles donnent une opportunité de mieux gérer les zones côtières.

a) While keeping warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot



c) Timing for net zero



MERCI

Gonéri Le Cozannet

BRGM

g.lecozannet@brgm.fr  @goneri76

Pour plus d'informations :

 www.ipcc.ch

 IPCC Secretariat : ipcc-sec@wmo.int

IPCC Press Office : ipcc-media@wmo.int

Suivez-nous :

 /  @IPCC

 @IPCC_CH #IPCCReport

 [linkedin.com/company/ipcc](https://www.linkedin.com/company/ipcc)