



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Géosciences pour une Terre durable

brgm

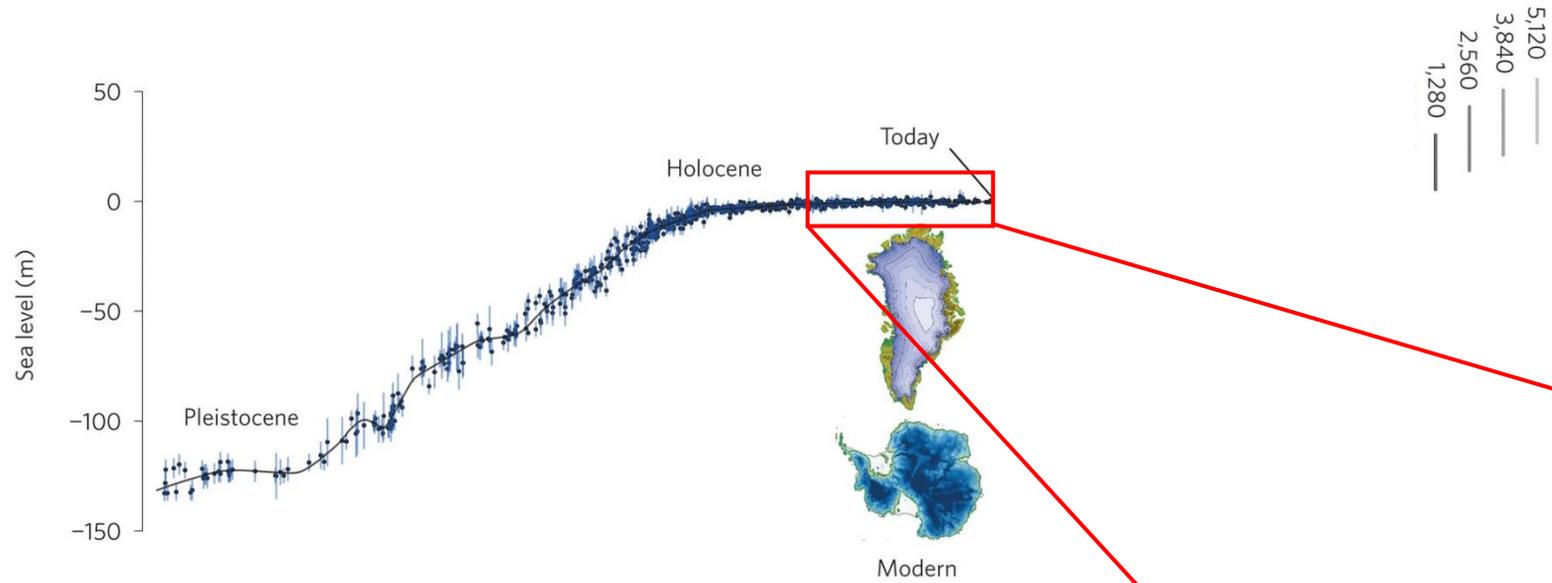
CONSTRUCTION DE TRAJECTOIRES POUR LA HAUSSE DU NIVEAU DE LA MER DANS UNE FRANCE À +4° EN FIN DE SIÈCLE

Rémi Thiéblemont & Gonéri Le Cozannet (BRGM)

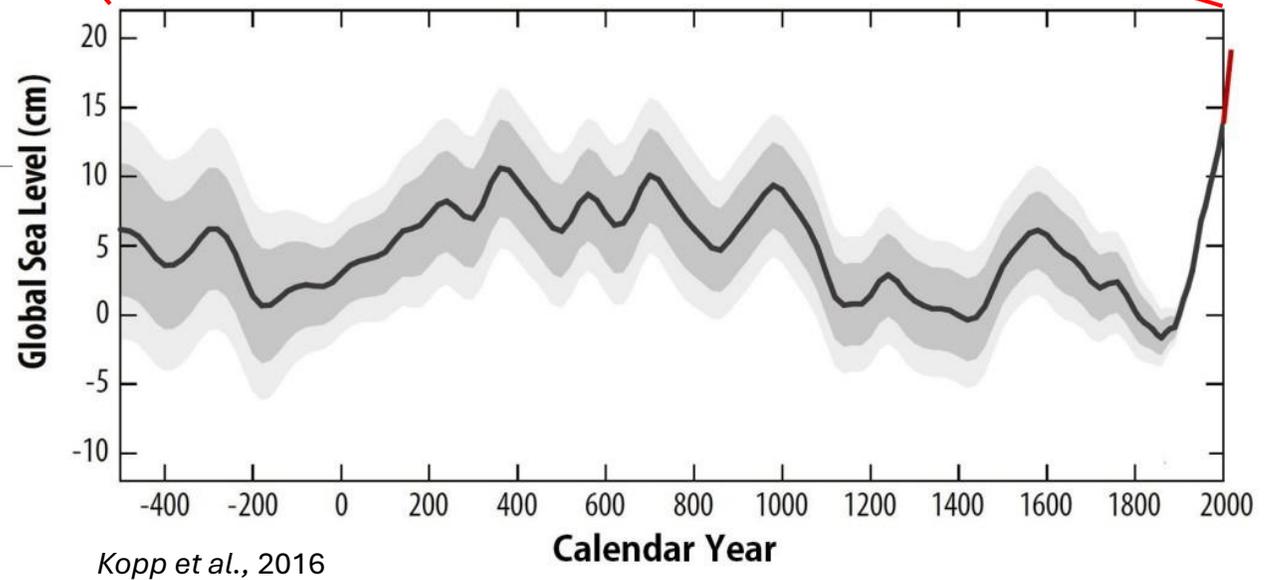
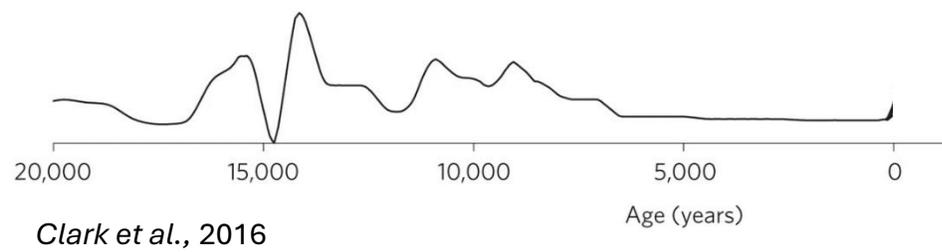
Haut Conseil Breton pour le Climat, 27/11/2024

Evolution paléoclimatique du niveau marin global

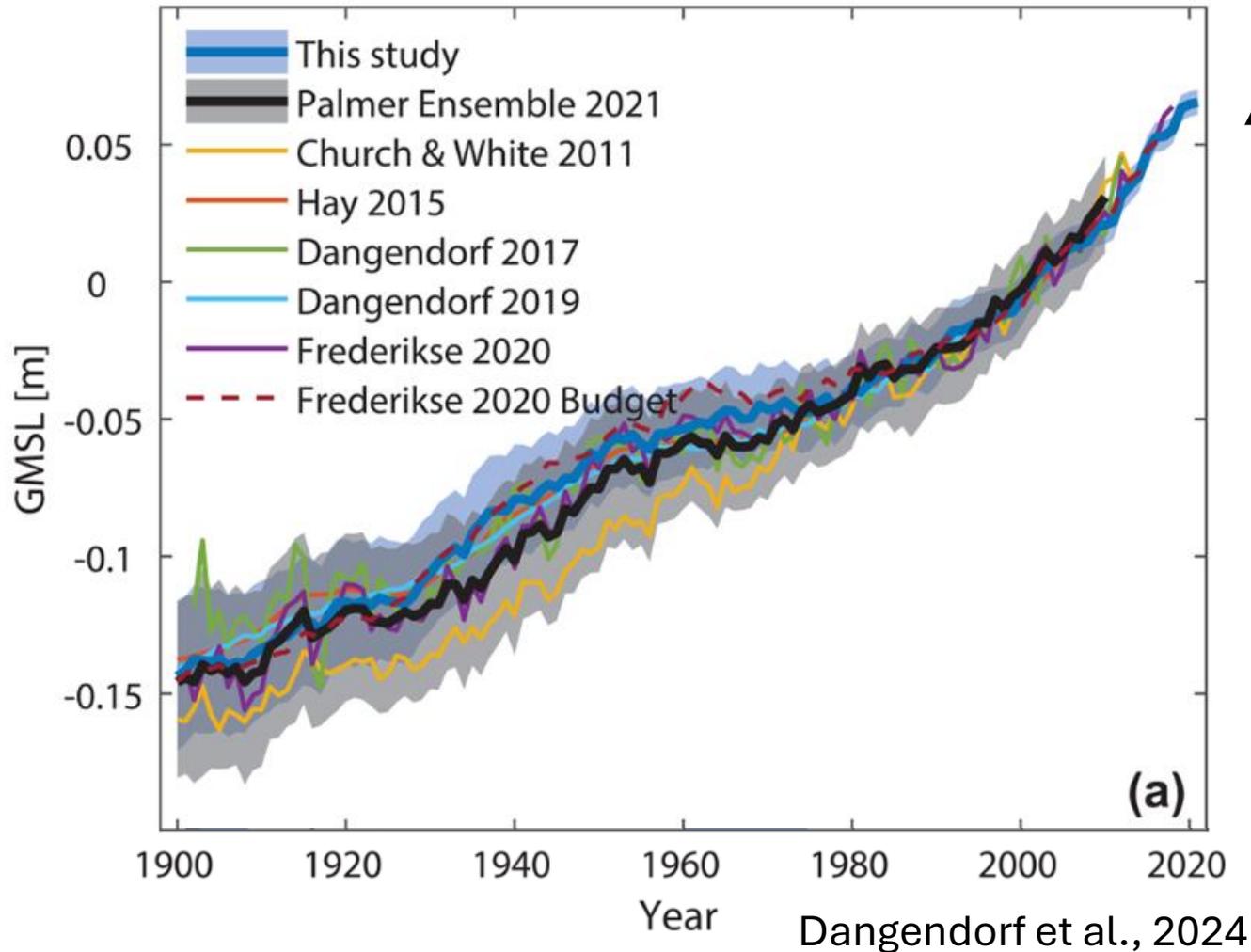
a



b



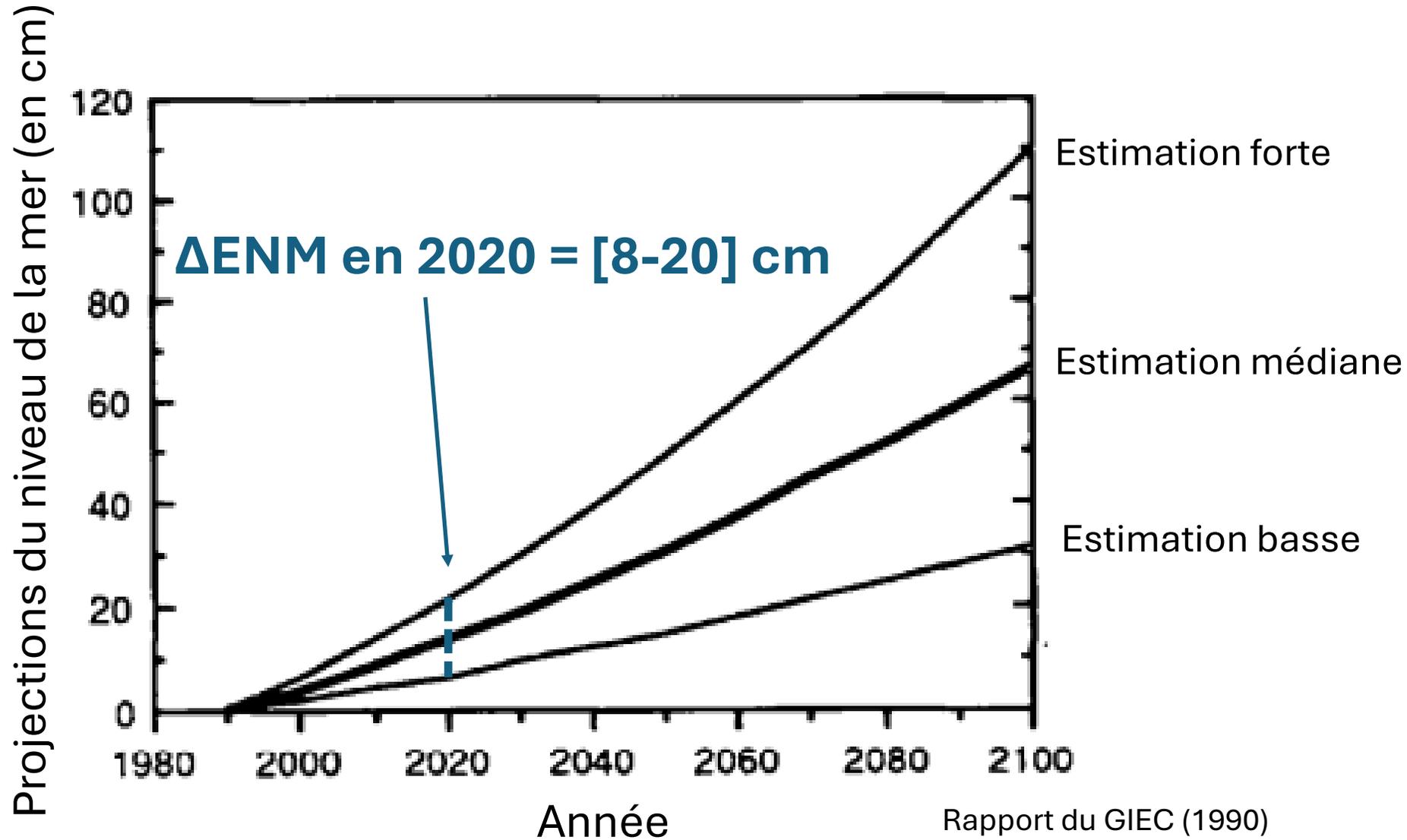
L'élévation du niveau marin global au 20^{ème} siècle



+ 20 cm entre 1900 et 2020

+ 11 cm entre 1993 et 2023
(accélération)

Que disait le rapport du GIEC en 1990 ?

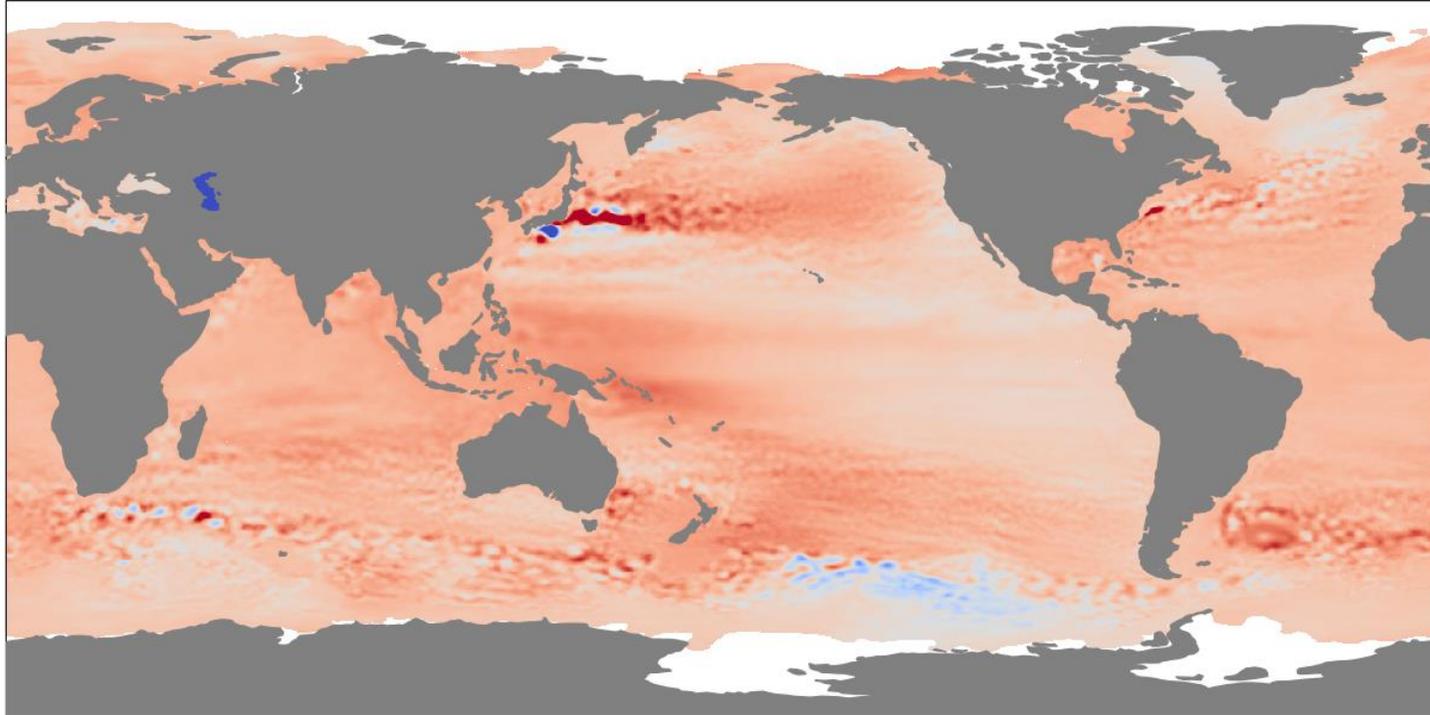


L'élévation du niveau marin a une forte composante régionale

Gridded Regional Sea Level Trends

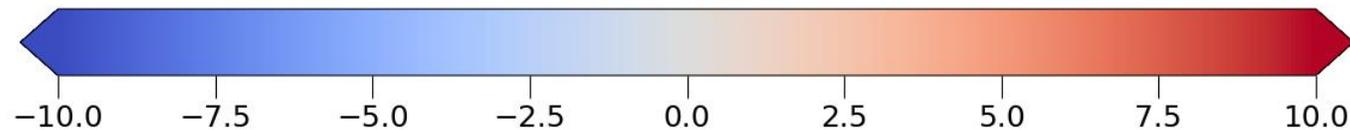
Period: 1993-01-01 - 2023-06-07

© CNES/LEGOS/CLS, 2024

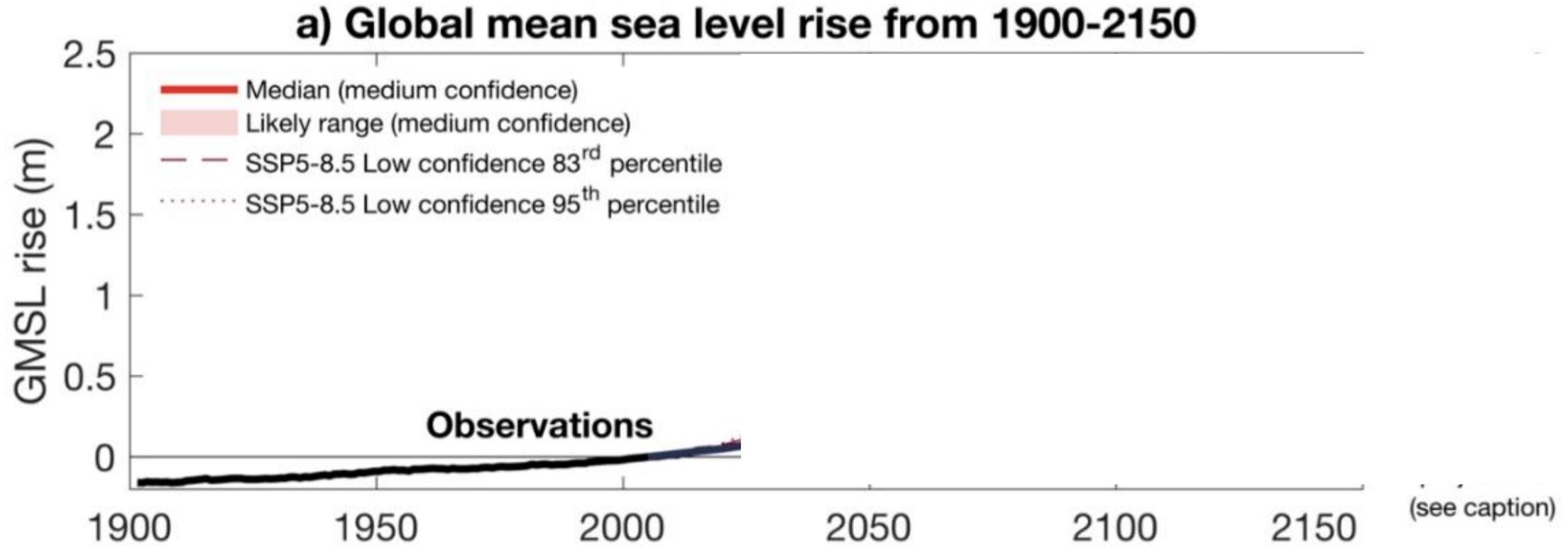


Tendances entre
1993 et 2023

Regional Sea Level Trend: mm/yr



Les dernières projections de l'AR6



Fox-Kemper et al., 2021



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Géosciences pour une Terre durable

brgm

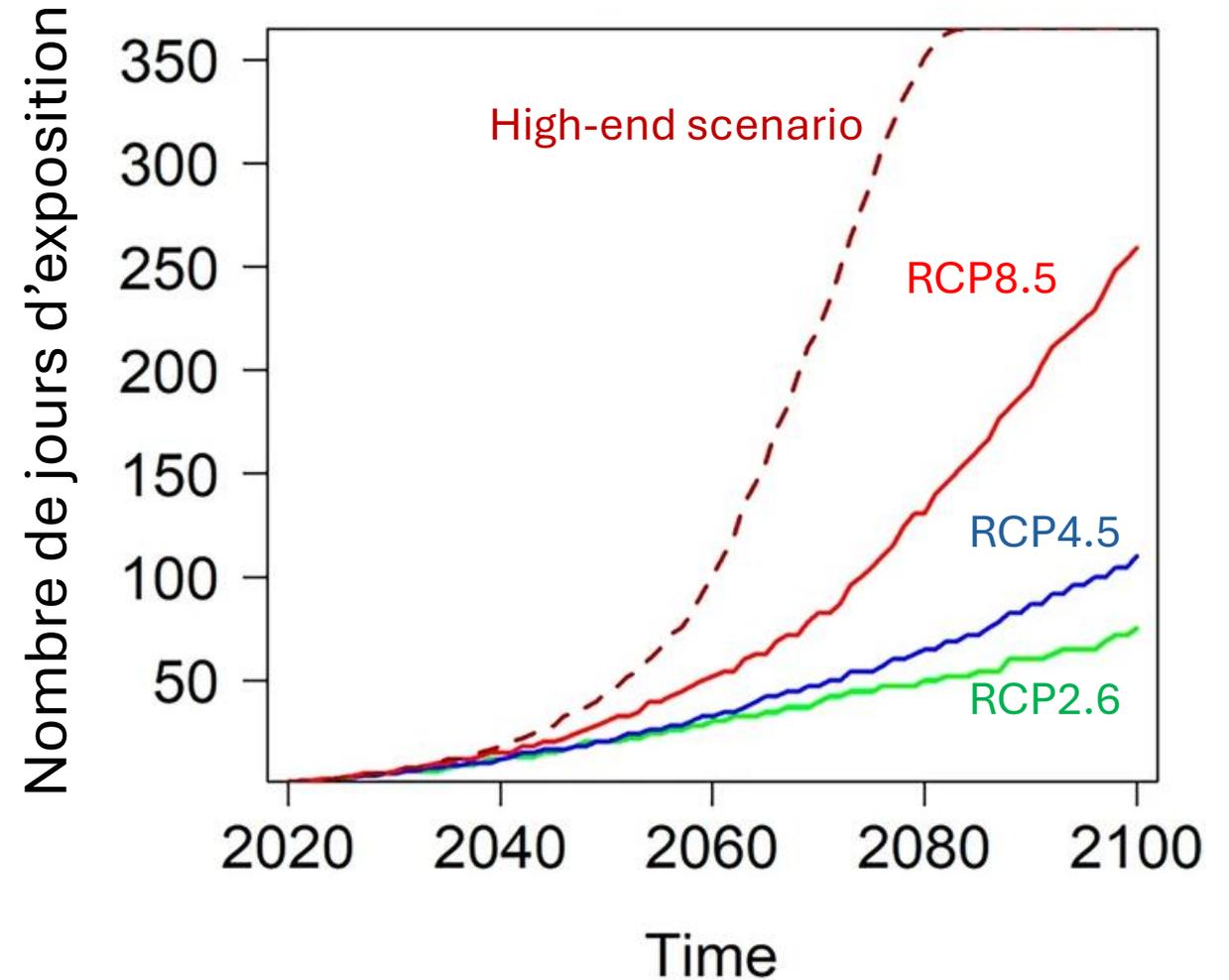
LES IMPACTS DE L'ÉLÉVATION DU NIVEAU MARIN

L'élévation du niveau de la mer – des impacts déjà visibles

Inondation à marée haute à Cayenne (Guyane) –
16 Octobre 2020



Thiéblemont et al., Sci. Rep., (2023)



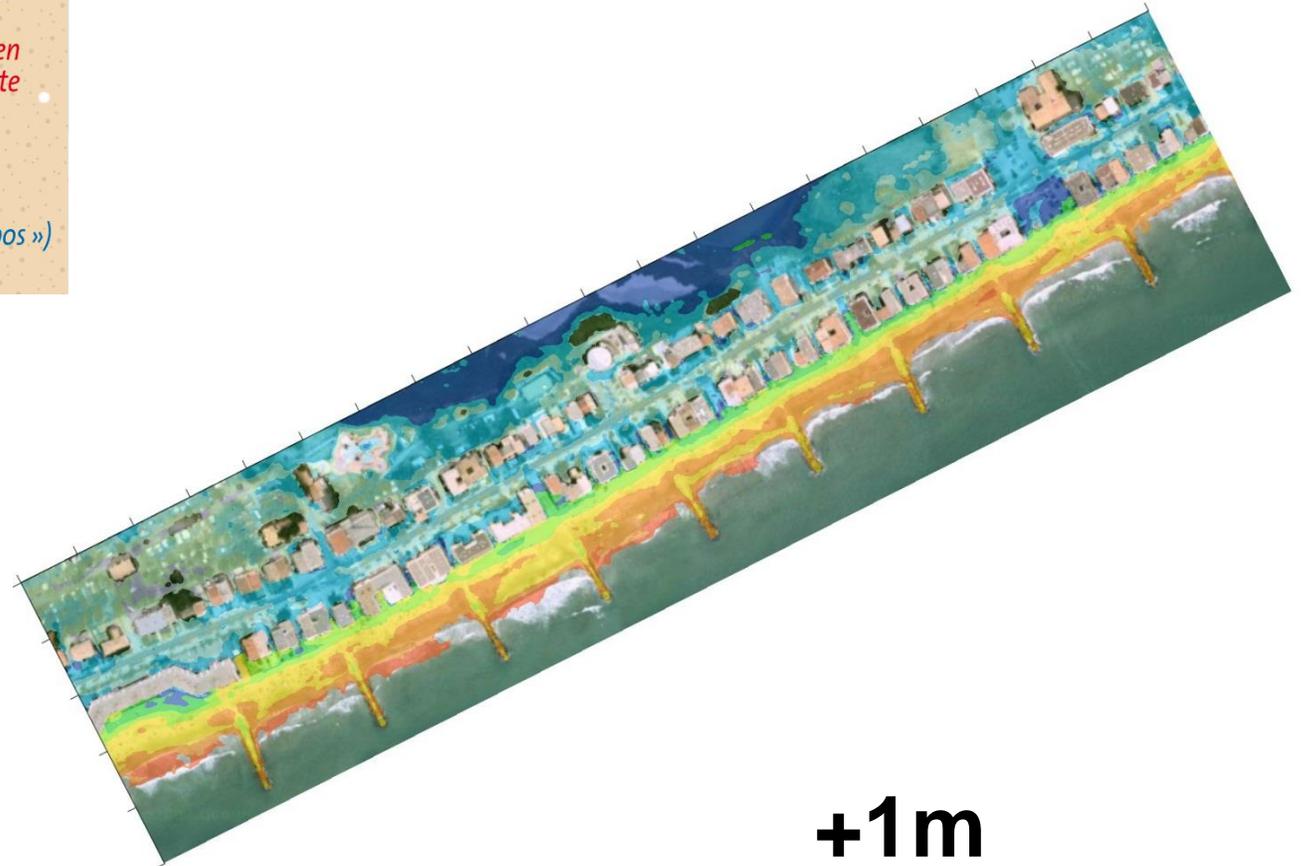
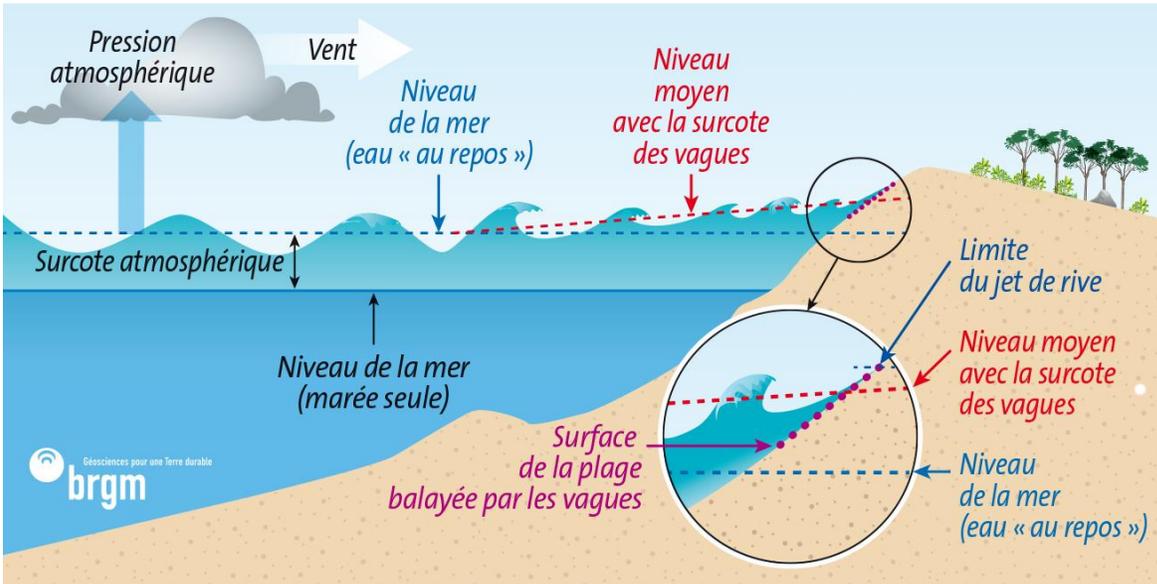


Submersions chroniques

[Marie d'Awala-Yalimapo/Eric Léon
via François Longueville, BRGM]

Submersions marines lors de tempêtes et cyclones

En première approximation, l'élévation du niveau de la mer se superpose aux niveaux marins extrêmes lors des tempêtes ou des cyclones.



+1m

Erosion et recul du trait de côte

Superposition:
d'événements extrêmes
d'une variabilité saisonnière
de tendances pluriannuelles
Effets de l'élévation du niveau de la mer
A terme: submersion permanente



1954



2013

Garcin et al., 2016



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

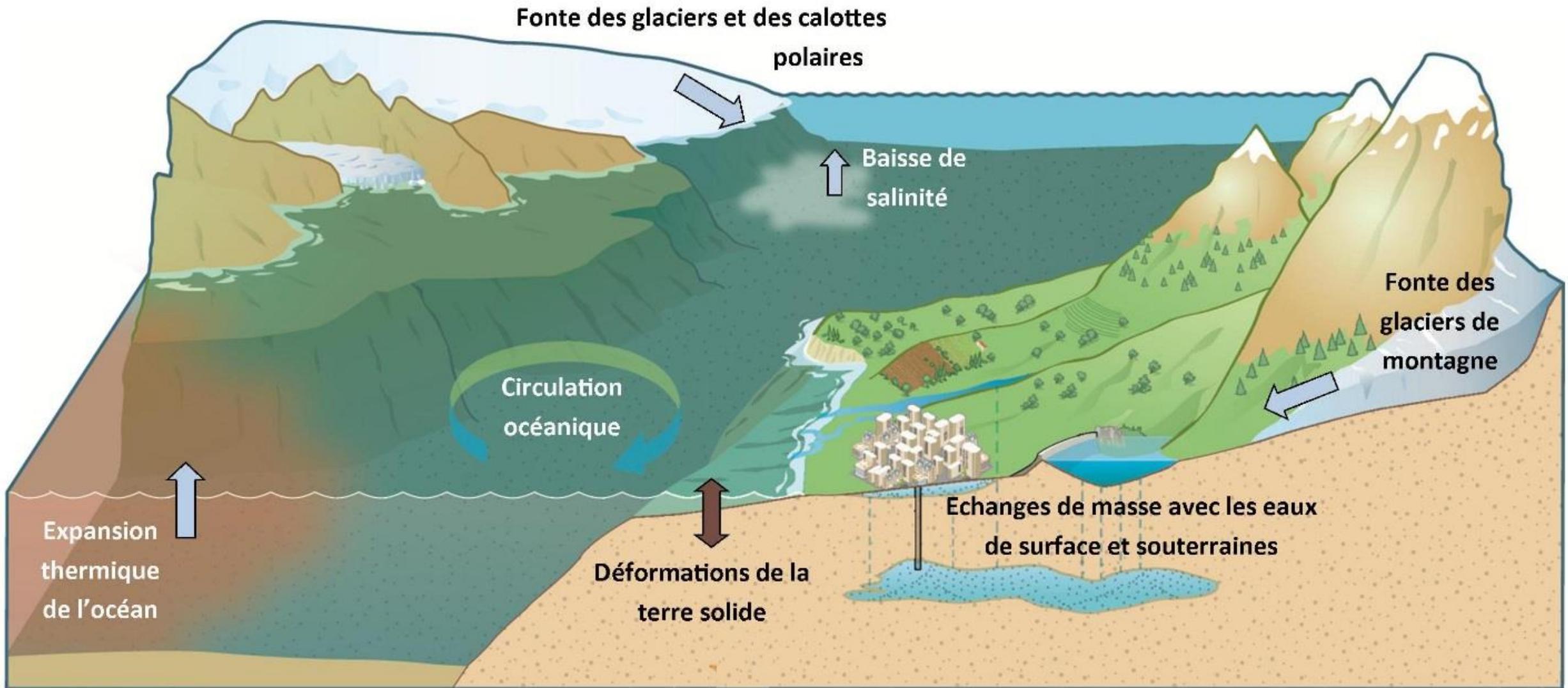


Géosciences pour une Terre durable

brgm

MÉTHODES POUR LES PROJECTIONS DU NIVEAU MARIN MOYEN

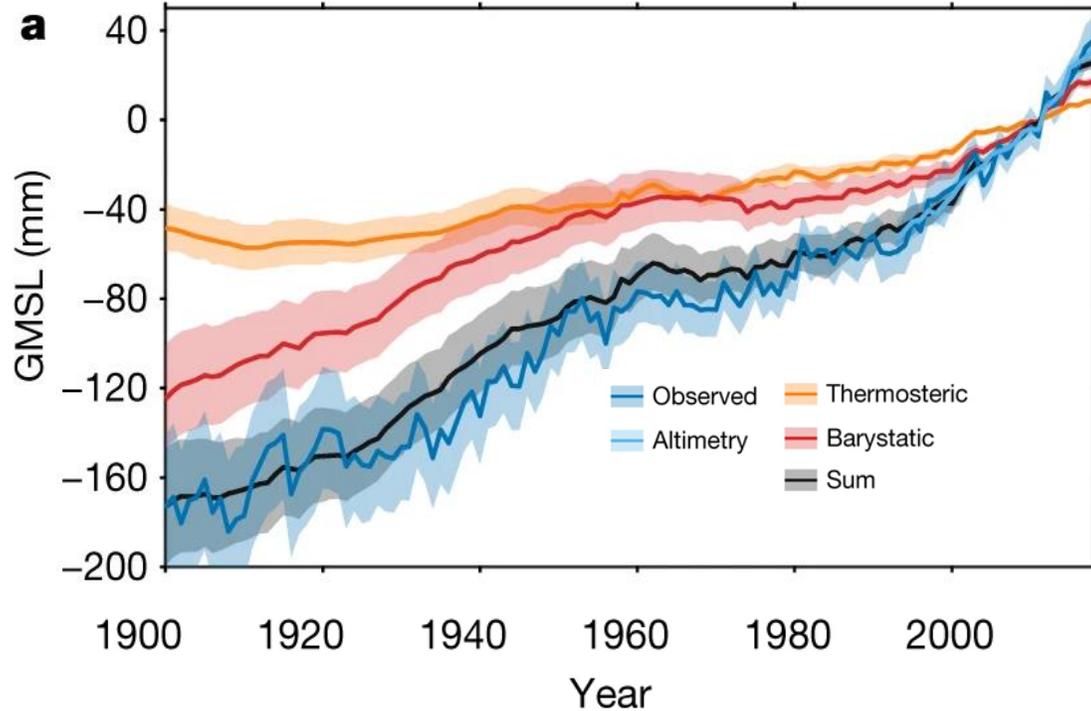
Les différentes composantes de l'élévation du niveau marin



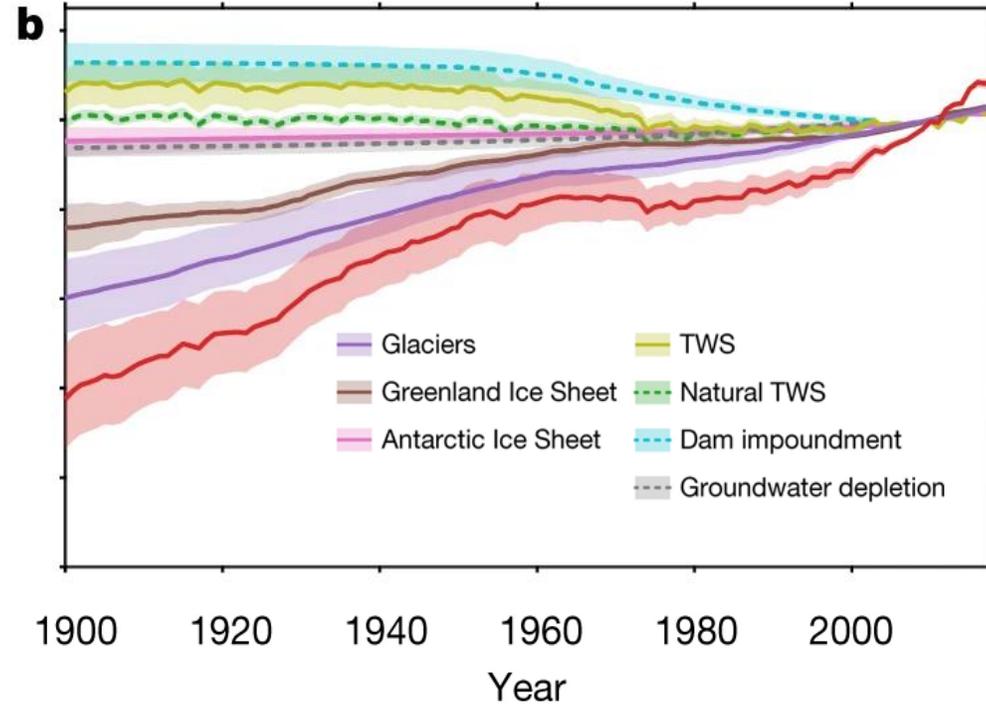
Reconstructions historiques du niveau marin

$$\Delta GMSL = \Delta Ocean + \Delta Glaciers + \Delta Groeland + \Delta Antarctique + \Delta Eaux continentales$$

Observations vs. reconstruction



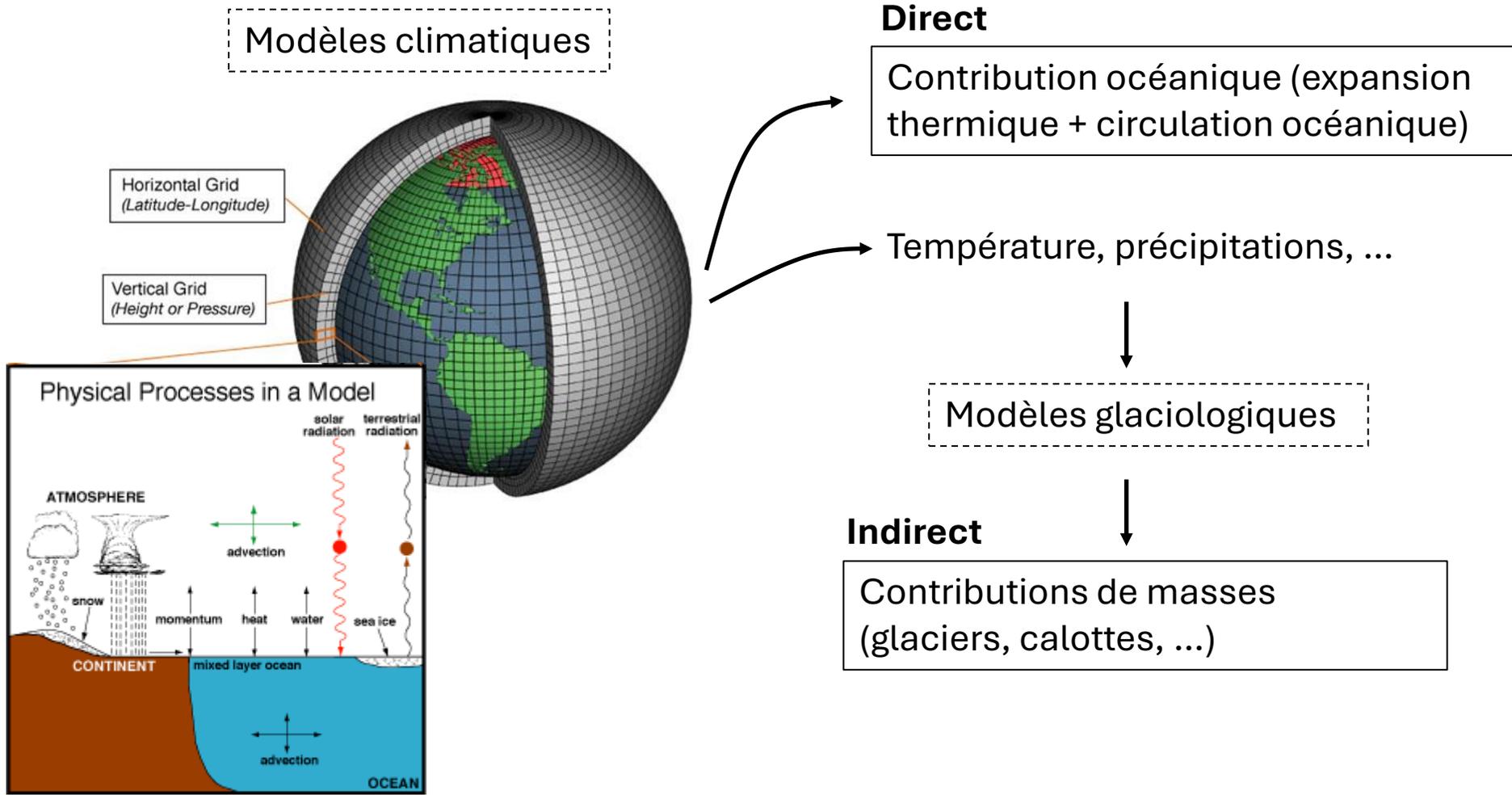
Composantes de la reconstruction



Frederikse et al., *Nature*, 2020.

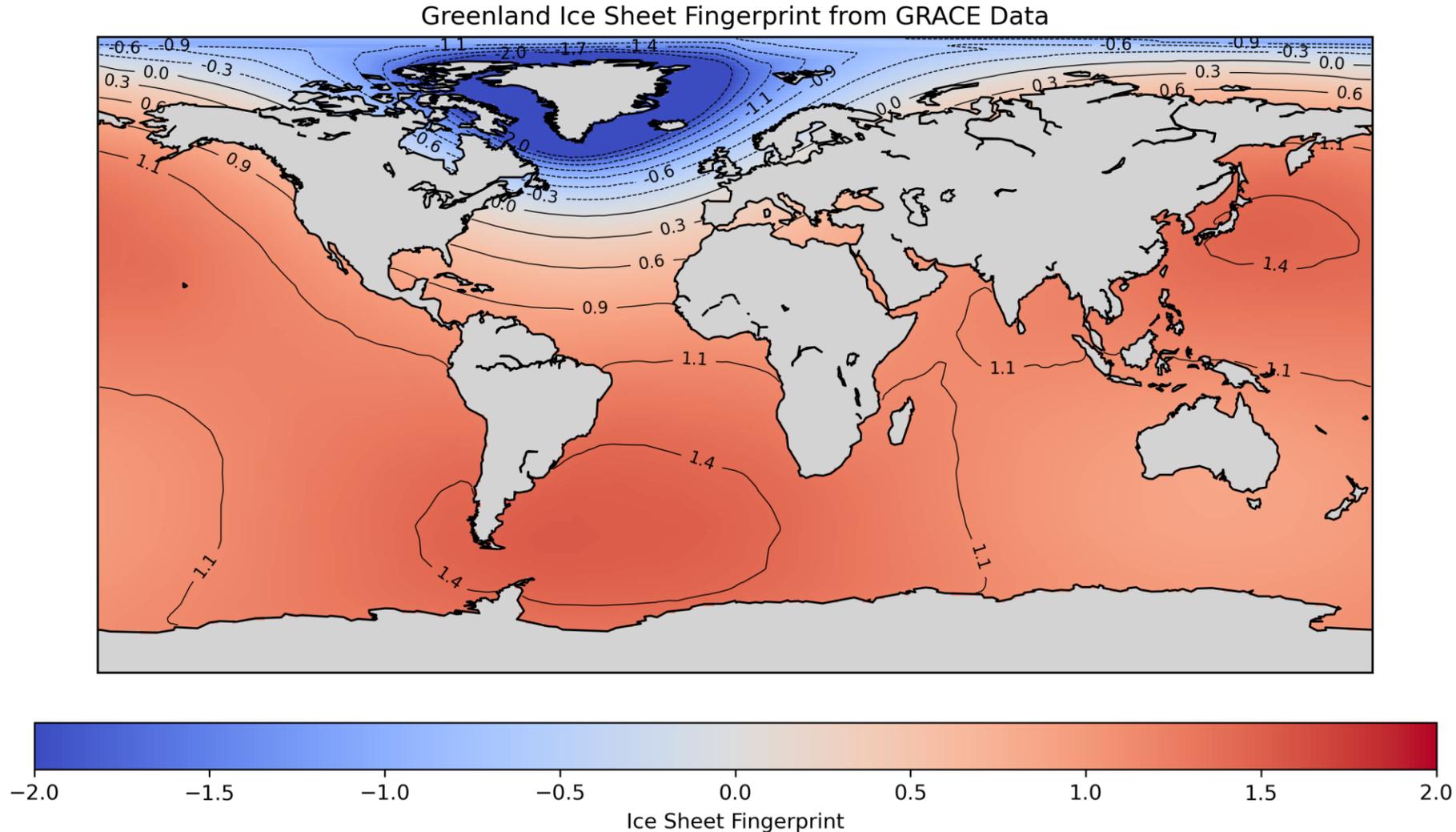
Première étude à « clore le budget » !

Les projections du niveau marin à partir de modèles de climat



La régionalisation

Les pertes de masse localisées entraînent des modifications du champ gravitationnel et de la rotation de la Terre, et des déformations de la Terre solide => « Effets GRD »





RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Géosciences pour une Terre durable

brgm

LES PROJECTIONS DU NIVEAU MARIN POUR LA TRACC

Le PNACC

Les 5 axes:



Nécessité de définir un scénario de ref:

TRAJECTOIRE DE RÉCHAUFFEMENT DE RÉFÉRENCE (TRACC)



9 — Intégrer la TRACC dans tous les documents de planification publique. — MESURE 23

La TRACC sera intégrée dans tous les documents de planification et sectoriels locaux pertinents, comme le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), le schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE), le schéma d'aménagement régional (SAR), le plan climat-air-énergie territorial (PCAET), le schéma de cohérence territoriale (SCoT), le plan local d'urbanisme intercommunal (PLUI), et le schéma (directeur) d'aménagement et de gestion de l'eau (S(D)AGE) ou encore les chartes des parcs naturels régionaux afin que le climat futur soit bien intégré dans les décisions locales, au fur et à mesure de leur renouvellement.

Concrètement, les collectivités territoriales n'auront plus à se poser la question du scénario climatique à adopter pour leur politique d'adaptation et les analyses de vulnérabilité réalisées seront harmonisées et comparables.

L'affiche est sur un fond orange vif. En haut à gauche, le logo du Gouvernement français est visible avec le slogan "Liberté Égalité Fraternité". Au centre, une image circulaire montre un bâtiment moderne à structure rouge et une personne à vélo. Le titre principal "PRÉSENTATION DU PLAN NATIONAL D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE" est écrit en lettres blanches capitales. À gauche de ce titre, un cercle rouge contient le texte "Préparer la France à +4°C". En bas à droite, le slogan "LA FRANCE S'ADAPTE" est écrit en lettres blanches, avec "Vivre à +4°C" en dessous.

La TRACC

Approche par niveau de réchauffement

- Lien direct avec les négociations internationales (accords de Paris)
- Rendre cohérents des modèles individuels malgré des rythmes de réchauffement très différents

! \ ! \ !

- Une large gamme d'impacts (e.g. vagues de chaleurs, sécheresses, etc...) ne dépend ni de la trajectoire pour atteindre un niveau de réchauffement, ni de la date à laquelle il est atteint...
- Mais pas tous ! (Niveau marin, glaciers, etc) !



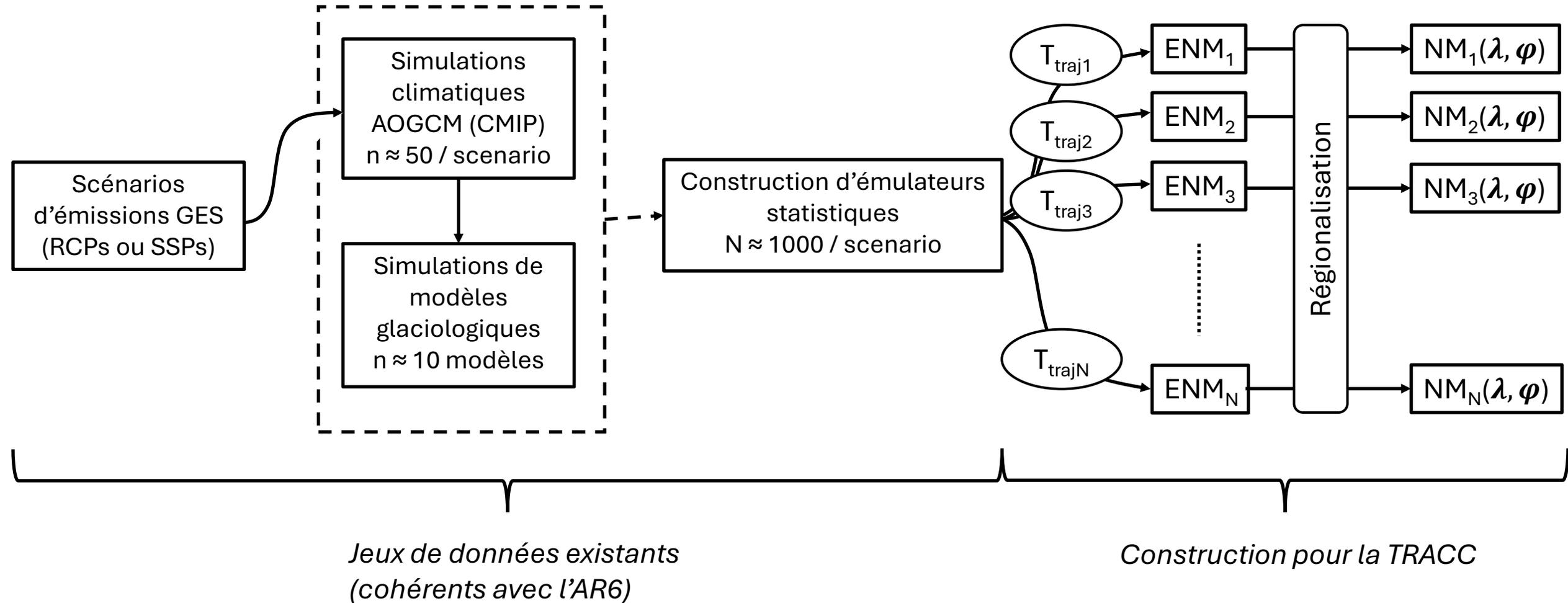
Scénarios de référence

- échelles de temps:
 - **2050, 2100, 2150**
- Scénarios de réchauffement global – suivant la TRACC
 - avec et sans effondrement rapide de l’Antarctique de l’Ouest et fonte rapide au Groenland pour chacun des scénarios.

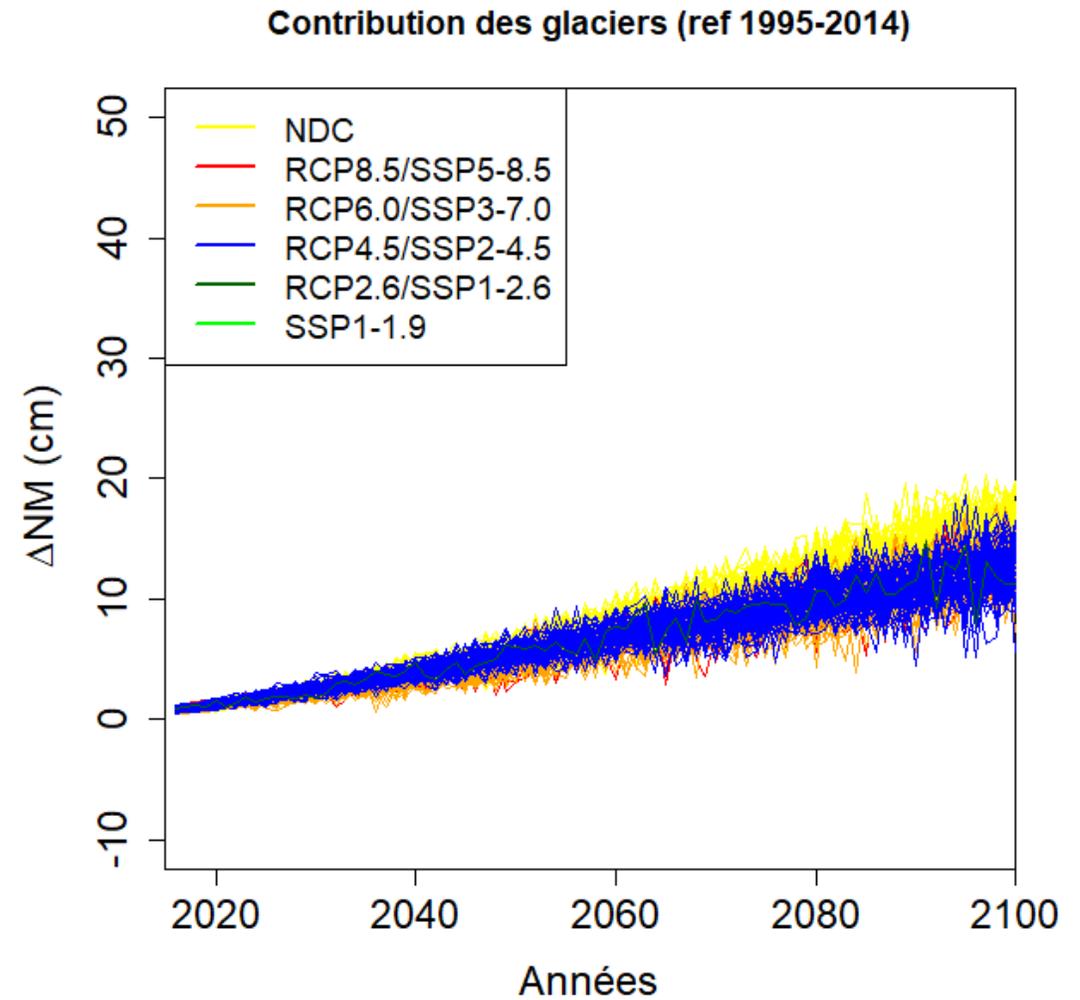
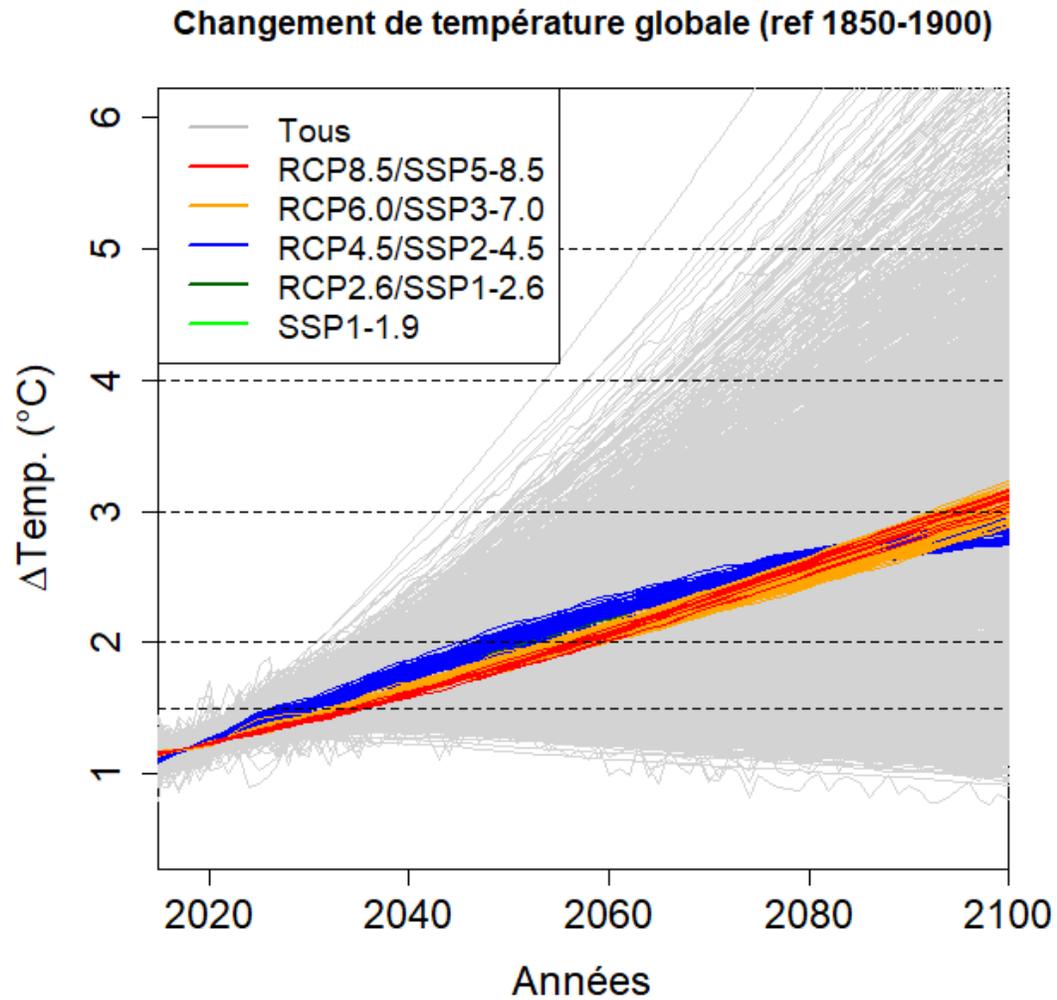
Echéance	Réchauffement par rapport à la période préindustrielle (1850-1900)			
	Accords de Paris		Scénario à 3°C de la TRACC	
	Moyenne globale	Moyenne en France Métropolitaine	Moyenne globale	Moyenne en France Métropolitaine
Entre 2030 et 2040	1,5°C	2°C	1,5°C	2°C
Vers 2050	1,5°C	2°C	2°C	2,7°C
Vers 2100	1,5°C	2°C	3°C	4°C
2150	1,5°C	2°C	Non spécifié	Non spécifié

- Scénarios complémentaires (2°C, 4°C & 5°C, avec et sans effondrement Antarctique/Groenland)

Sélection de trajectoires individuelles: principe



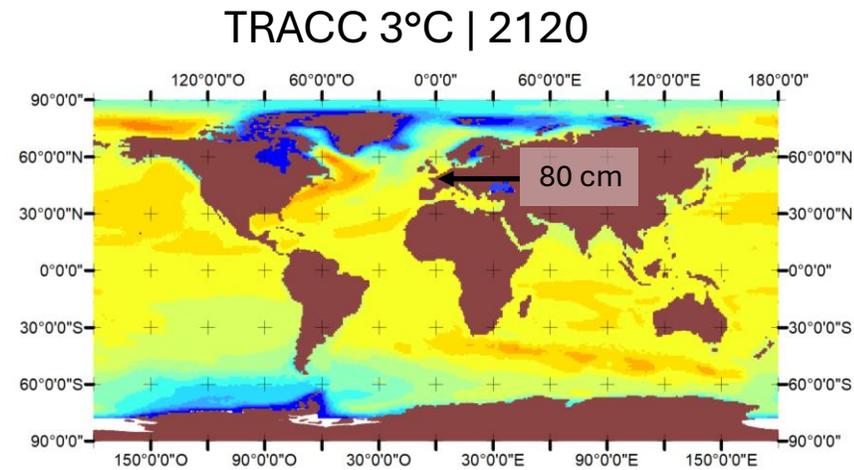
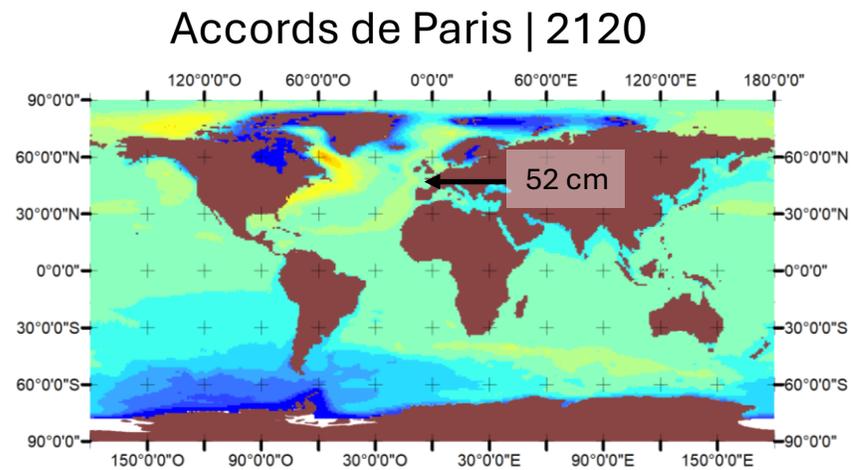
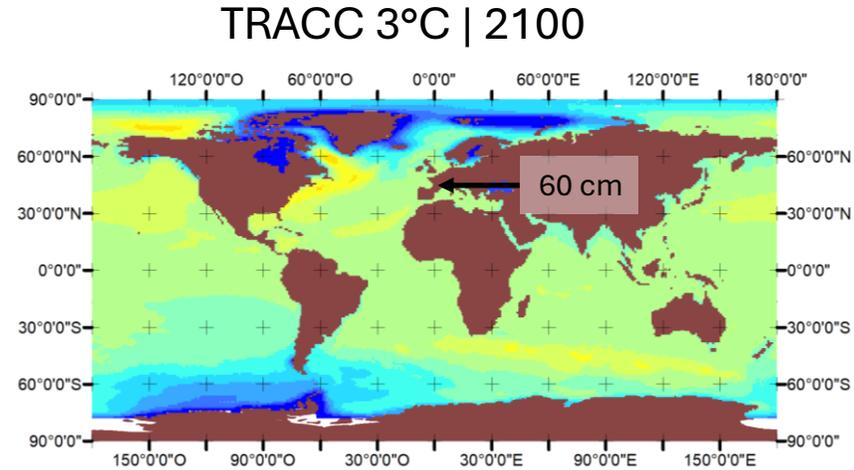
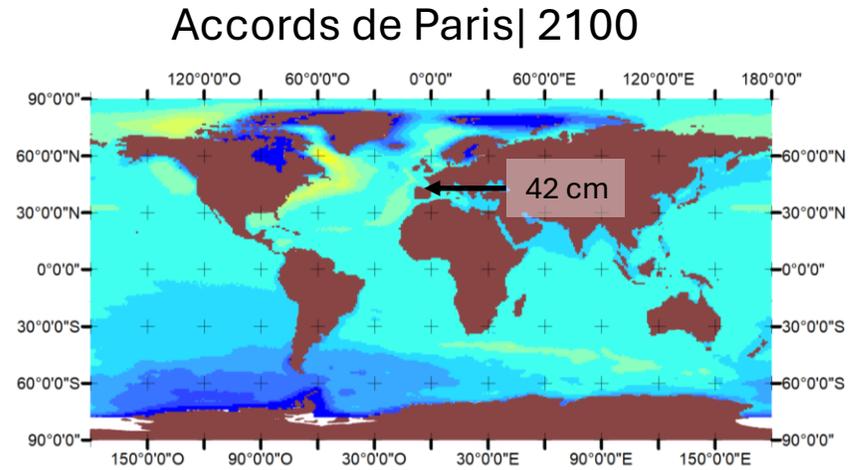
Sélection de trajectoires individuelles: ex. composante glaciers



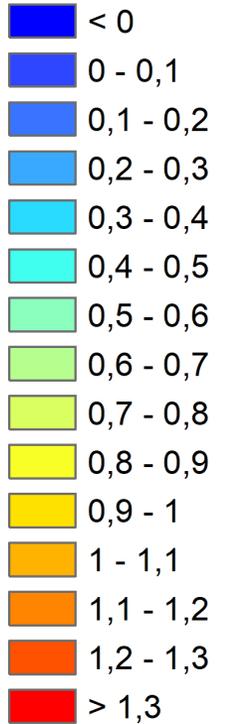
! Extrapolation pour atteindre 2120 !

Les projections de la TRACC

Valeurs médianes

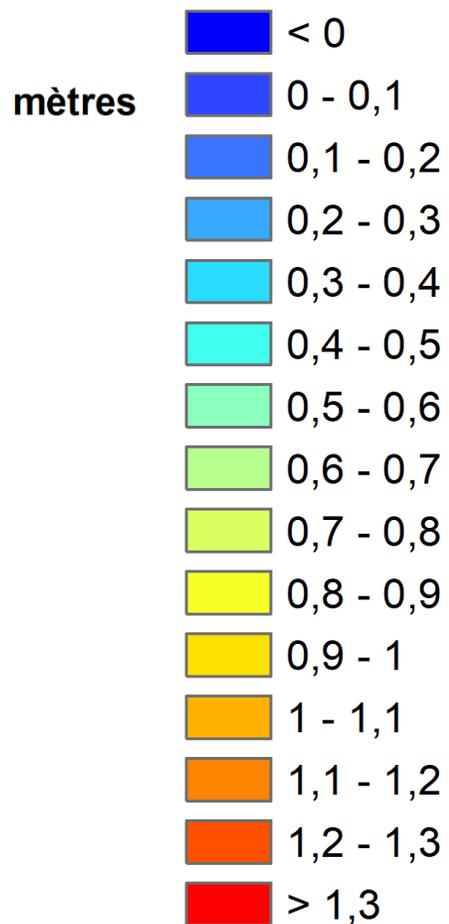


mètres

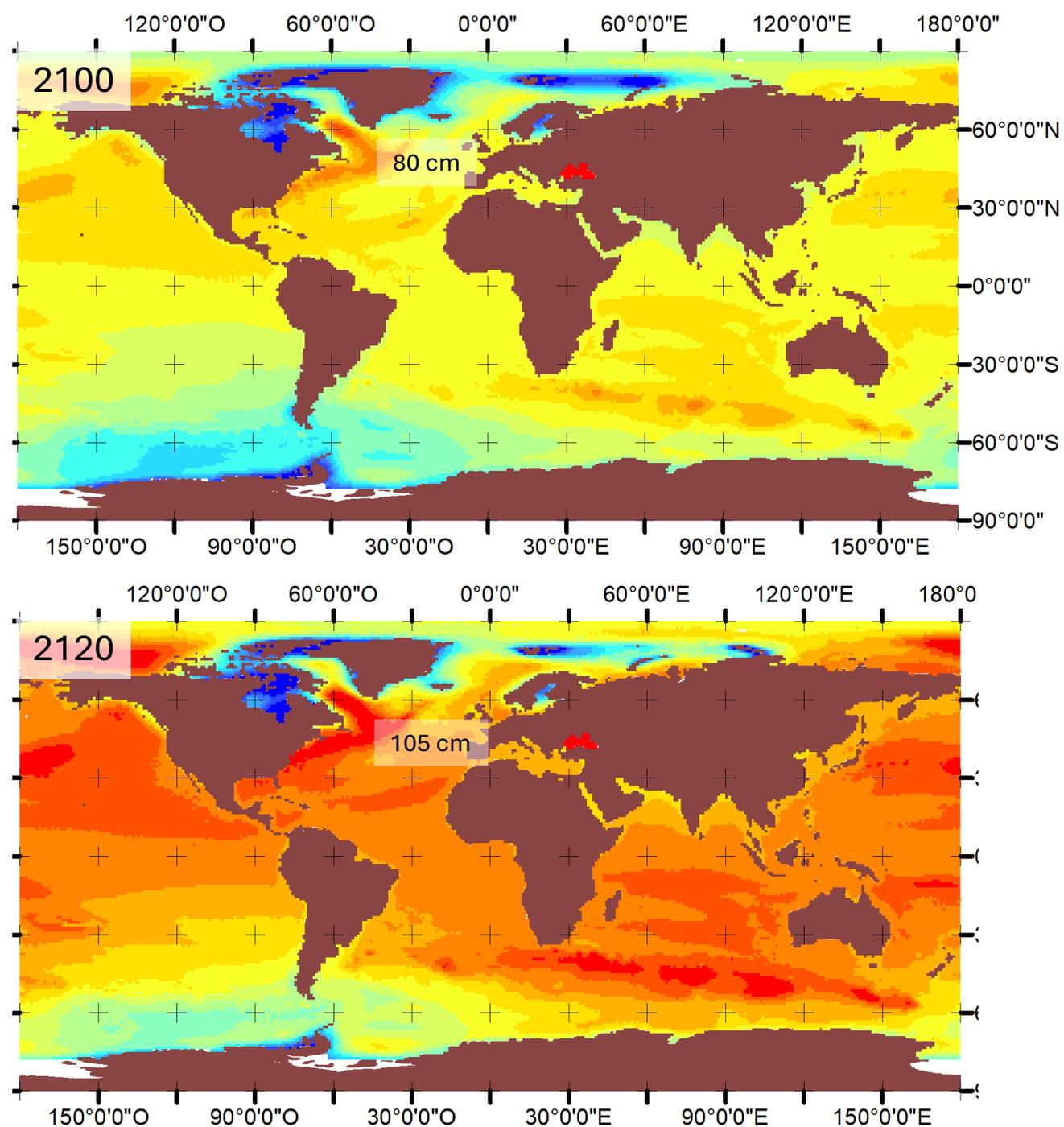


Différences minimales en 2050 (~20 cm)

S'il ne faut retenir qu'une valeur :
TRACC à 3° (83^{ème} percentile)



Le Cozannet et al., *CR Geo.*, 2024



Des variations régionales

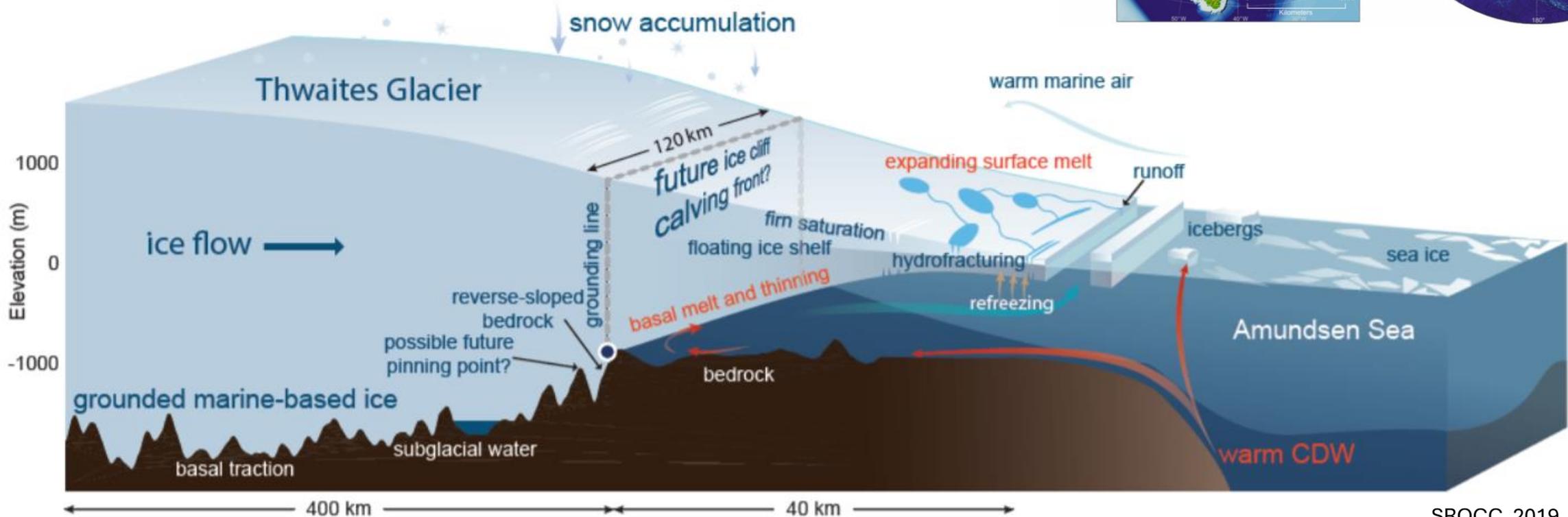
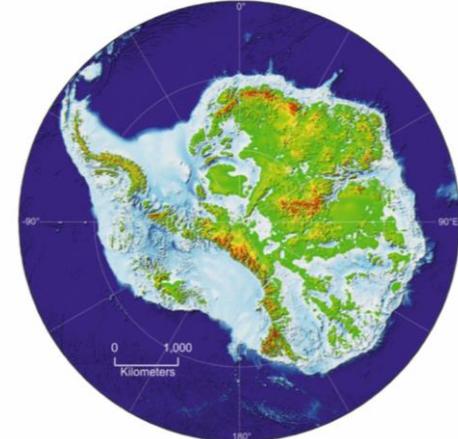
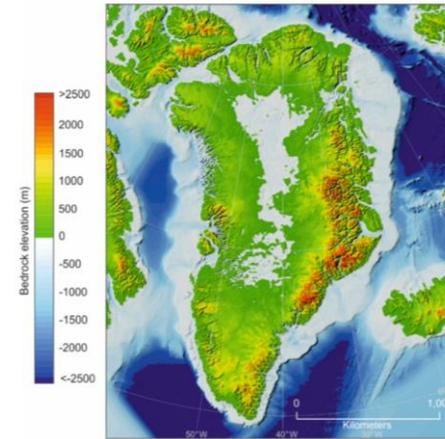
TRACC à 3°C (83 ^{ème} percentile)		2050	2100	2120
Dunkerque	2,37°E/51,05°N	37	87	110
Le Havre	0,11°E/49,48°N	36	84	107
La Rochelle	1,22°O/46,16°N	33	80	105
Bastia	9,45°E/42,70°N	34	81	107
La Réunion	55,29°E/20,93°S	28	89	121
Rémire-Montjoly	52,28°O/4,85°N	28	84	111
Kourou	52,63°O/5,17°N	29	85	113
Pointe-à-Pitre	61,53°O/16,22°N	30	92	120

Variations de ~20 cm régionalement à l'horizon +100 ans

L'évolution des calottes de glace change la donne

On ne peut pas exclure que le niveau de la mer s'élève de:

- 1,7m en 2100
- 3 ou 4m en 2150
- 15m en 2300

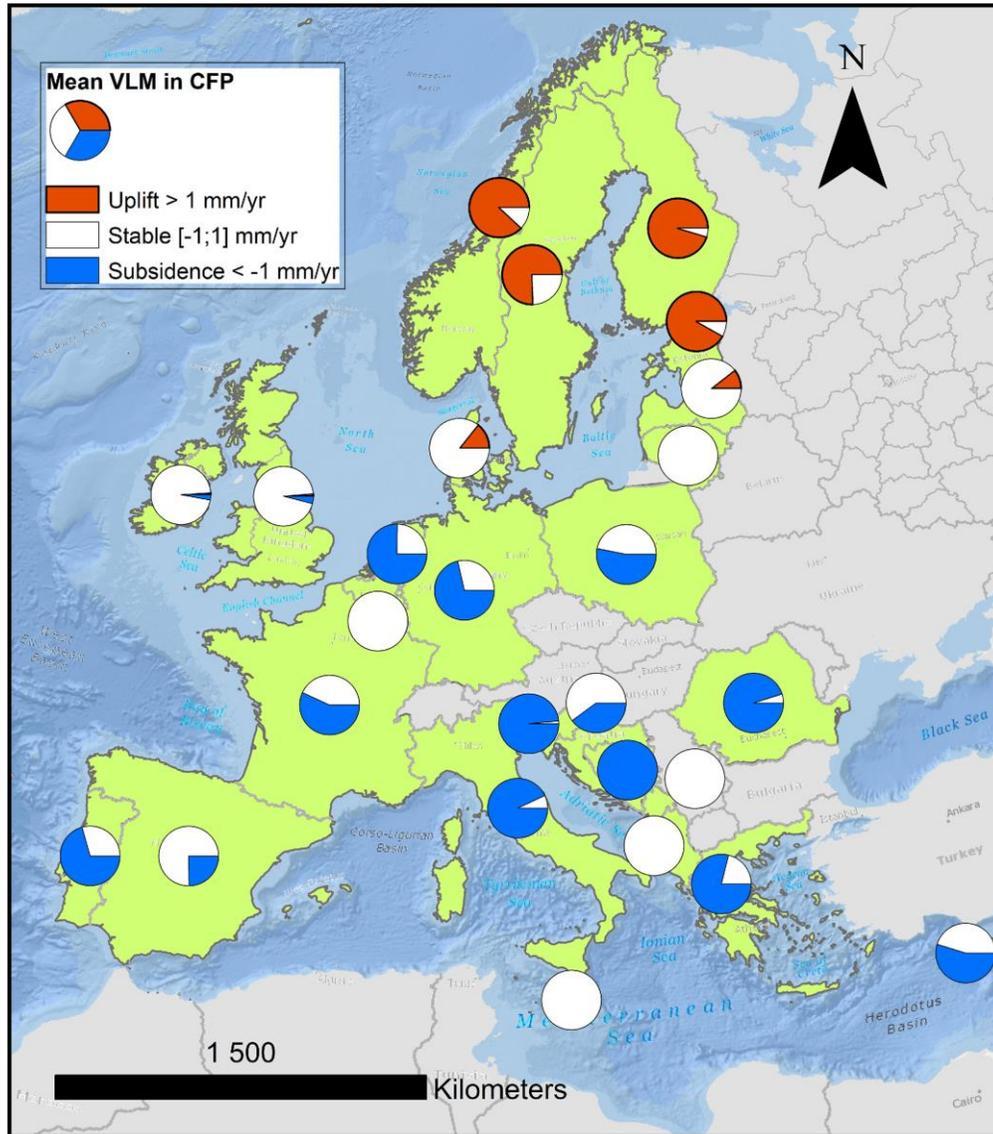


Trajectoire à 5°C global en 2100 & influence du MICI

5°C en 2100, 83%		2050		2100		2120	
		noMICI	MICI	noMICI	MICI	noMICI	MICI
Dunkerque	2,37°E/51,05°N	33	34	99	122	135	218
Le Havre	0,11°E/49,48°N	31	33	98	121	134	218
La Rochelle	1,22°O/46,16°N	31	30	96	119	131	217
Bastia	9,45°E/42,70°N	31	30	101	123	139	218
La Réunion	55,29°E/20,93°S	31	24	106	132	148	243
Rémire-Montjoly	52,28°O/4,85°N	31	25	104	128	142	228
Kourou	52,63°O/5,17°N	32	28	105	129	144	231
Pointe-à-Pitre	61,53°O/16,22°N	33	29	110	136	150	244

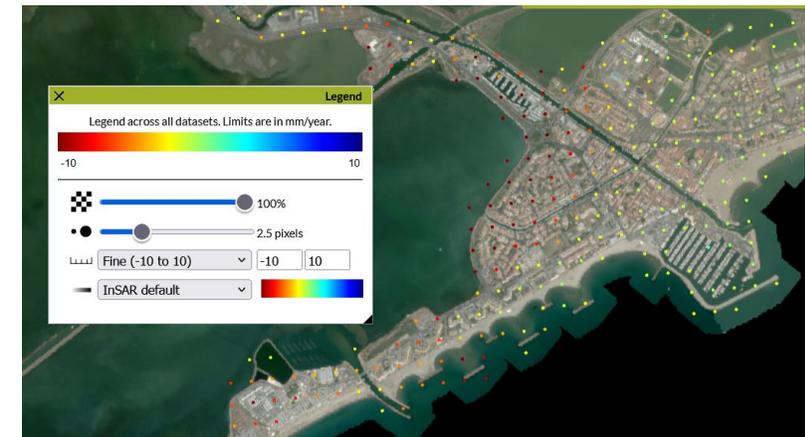
L'impact des processus (très incertains) d'emballlement de perte de masse antarctique émerge à la fin du 21^{ème} siècle

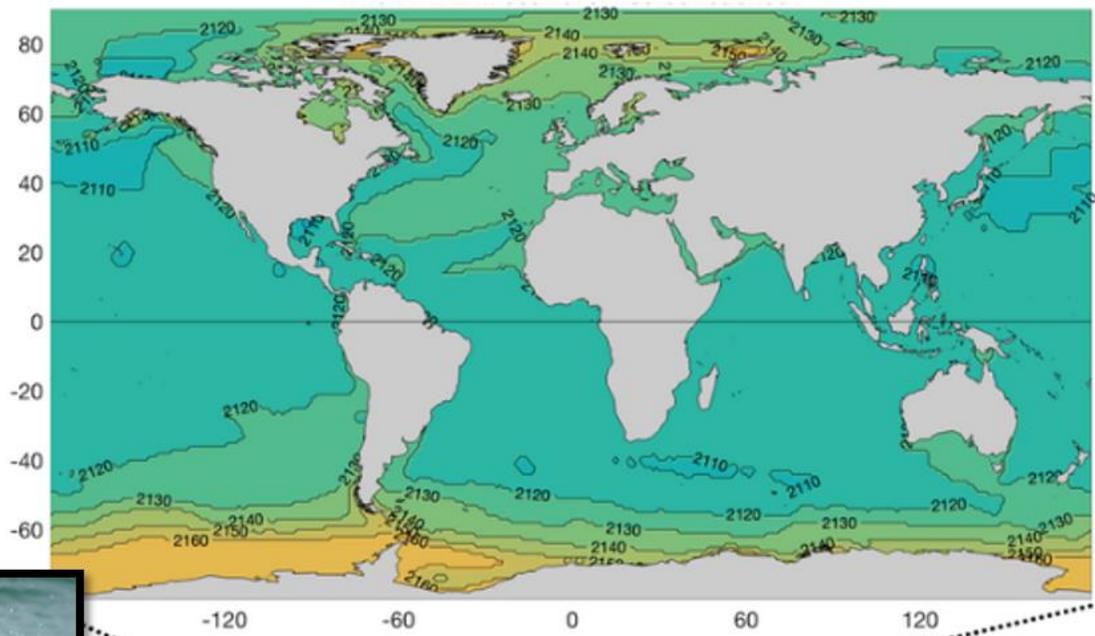
D'autres processus locaux sont à l'œuvre



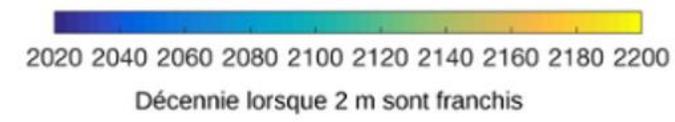
- Le service Copernicus EGMS permet de cartographier les mouvements verticaux du sol.
- A l'exception de la Scandinavie, les résidents dans les plaines côtières en Europe subissent une subsidence moyenne de ~ 1 mm/an.
- Localement, la subsidence peut être supérieure à 5 mm/an.

Subsidence à Palavas les flots





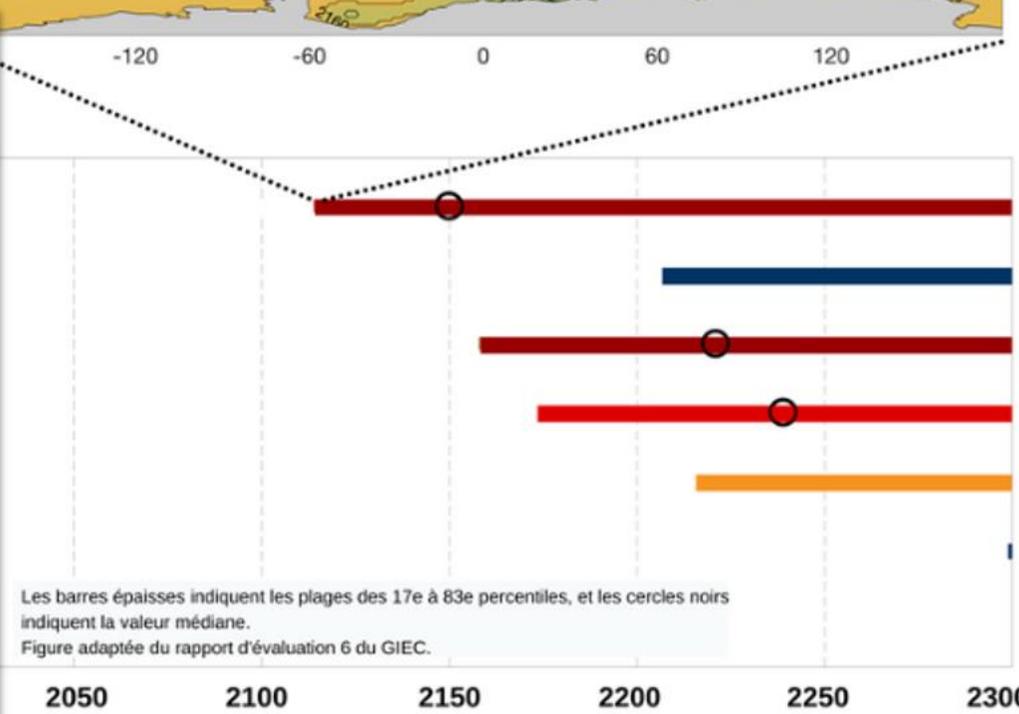
Survenue précoce d'une élévation de 2 m du niveau régional de la mer pour des émissions de gaz à effet de serre très élevées (SSP5-8.5) et le déclenchement de l'effondrement des calottes glaciaires.



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.

PROTECT / COCLICO / SCORE

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



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

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

Anomalies de température °C

Déclenchement de l'effondrement des calottes glaciaires

Trajectoires socio-économiques partagées (Shared Socioeconomic Pathways, SSP)	Anomalies de température °C	Déclenchement de l'effondrement des calottes glaciaires
SSP5-8.5	4.8 (3.6-6.5)	<input type="checkbox"/>
SSP1-2.6	2.0 (1.3-2.8)	<input type="checkbox"/>
SSP5-8.5	4.8 (3.6-6.5)	<input type="checkbox"/>
SSP3-7.0	3.9 (2.8-5.5)	<input type="checkbox"/>
SSP2-4.5	2.9 (2.1-4.0)	<input type="checkbox"/>
SSP1-2.6	2.0 (1.3-2.8)	<input type="checkbox"/>
SSP1-1.9	1.5 (1.0-2.2)	<input type="checkbox"/>

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)

Des services climatiques pour consulter les projections du niveau marin

SEA LEVEL PROJECTION TOOL

Outreach

Projection tools

IPCC Viewer <

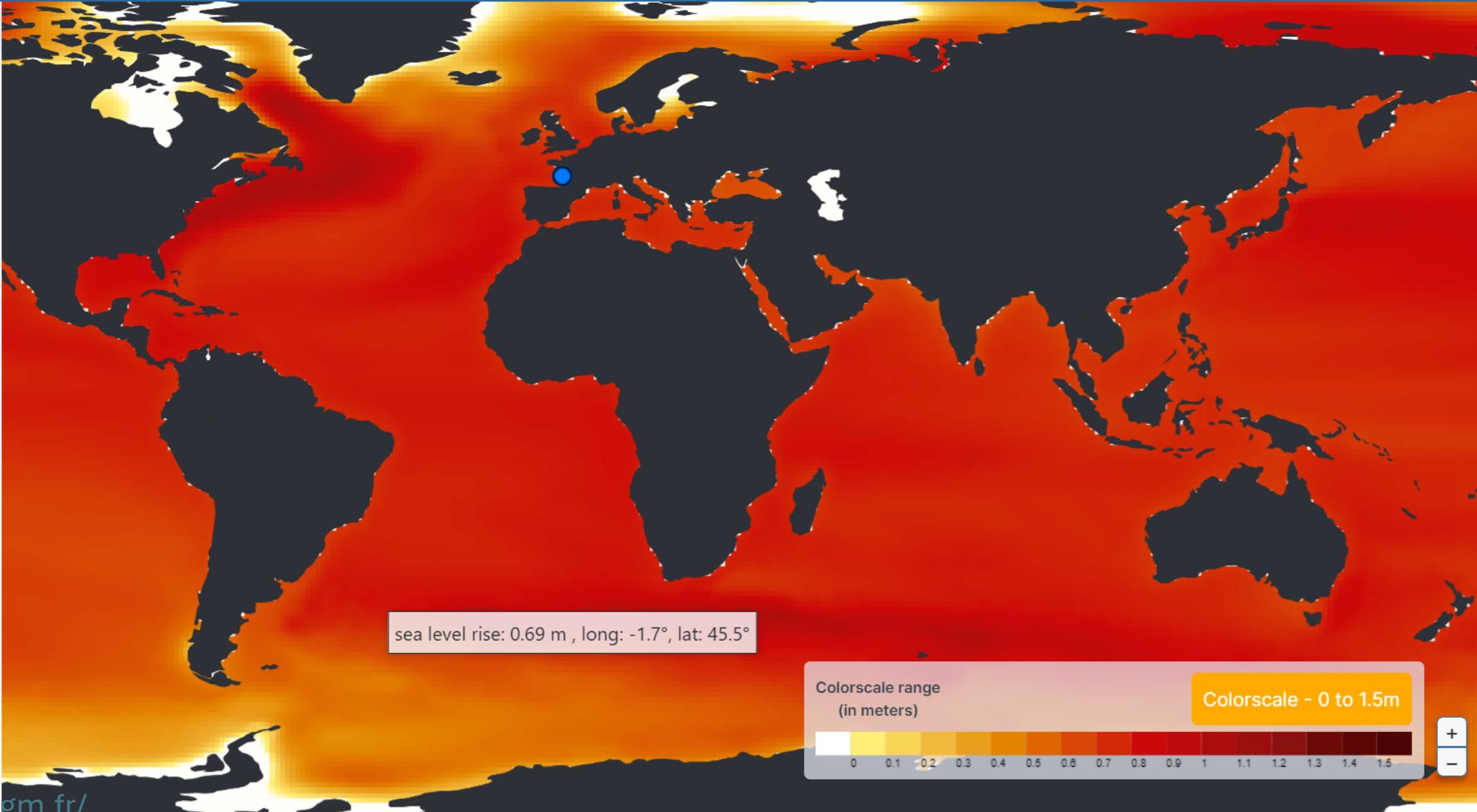
Choose the scenario ?

- SSP1 - 2.6 ?
- SSP2 - 4.5 ?
- SSP3 - 7.0 ?
- SSP5 - 8.5 ?
- High End Scenario ?

Select a year 2100 ▾

Download map

i



Conclusion

- Le niveau de la mer global s'est élevé d'une vingtaine de cm depuis le début du 20^{ème} siècle;
- En considérant le 83^{ème} percentile, les projections de la trajectoire de réchauffement de référence prévoient une élévation du niveau marin en France de ~80 cm en 2100 et ~110 cm en 2120 (+/- 20 cm régionalement);
- Les effets d'un emballement des fontes des calottes émergent à partir de la fin du 21^{ème} siècle, et sont d'autant plus important que le réchauffement global est fort;
- Les processus locaux tels que la subsidence peuvent amplifier l'élévation du niveau marin (relatif) projetée selon la TRACC.