

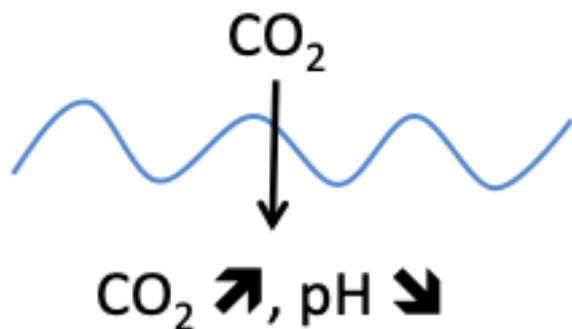
Acidification des océans : projections, régionalisation et cartographie (Projet ACIDOSCOPE)

Laurent Bopp

DR CNRS / Professeur attaché ENS
LMD/IPSL, Ecole Normale Supérieure

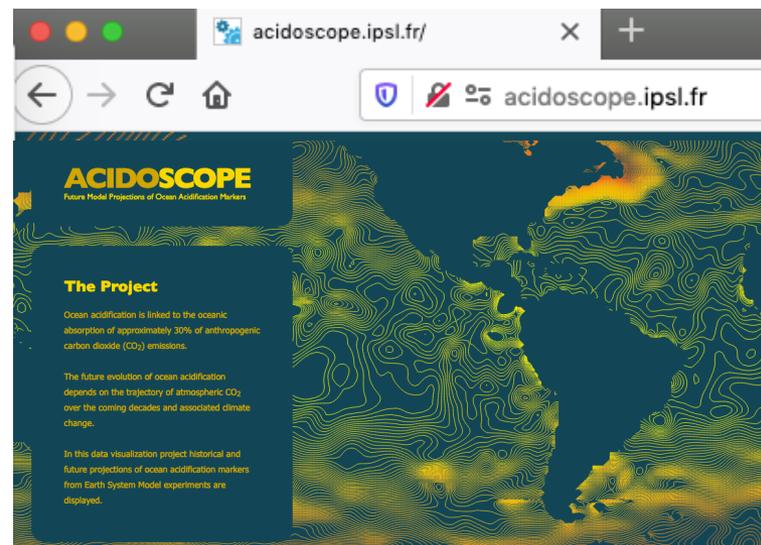
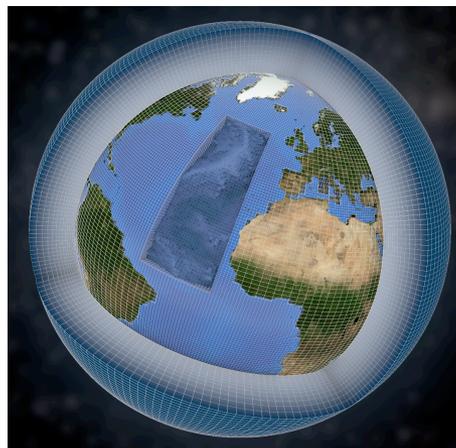
Quel océan demain ?

(1) Le principe



(2) Les outils

Modèles
Système
Terre



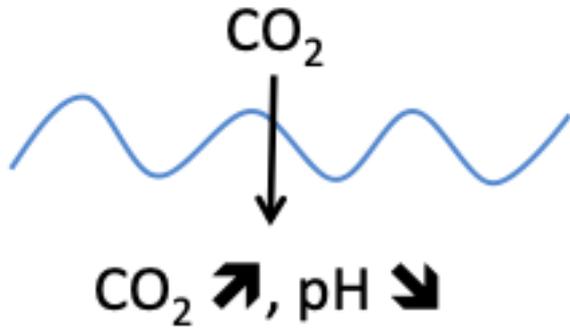
(voir acidoscope.ipsl.fr)

Acidification des océans :
Effets sur les écosystèmes et l'économie maritime

Quel océan demain ?

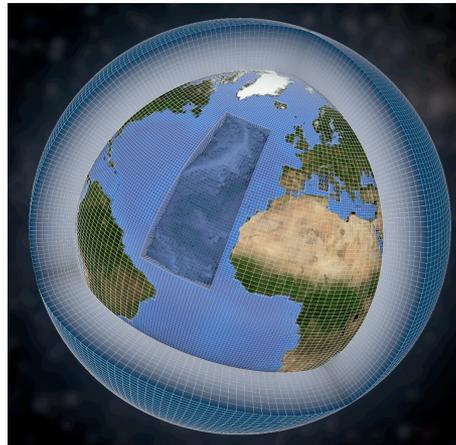
(3) Les projections

(1) Le principe

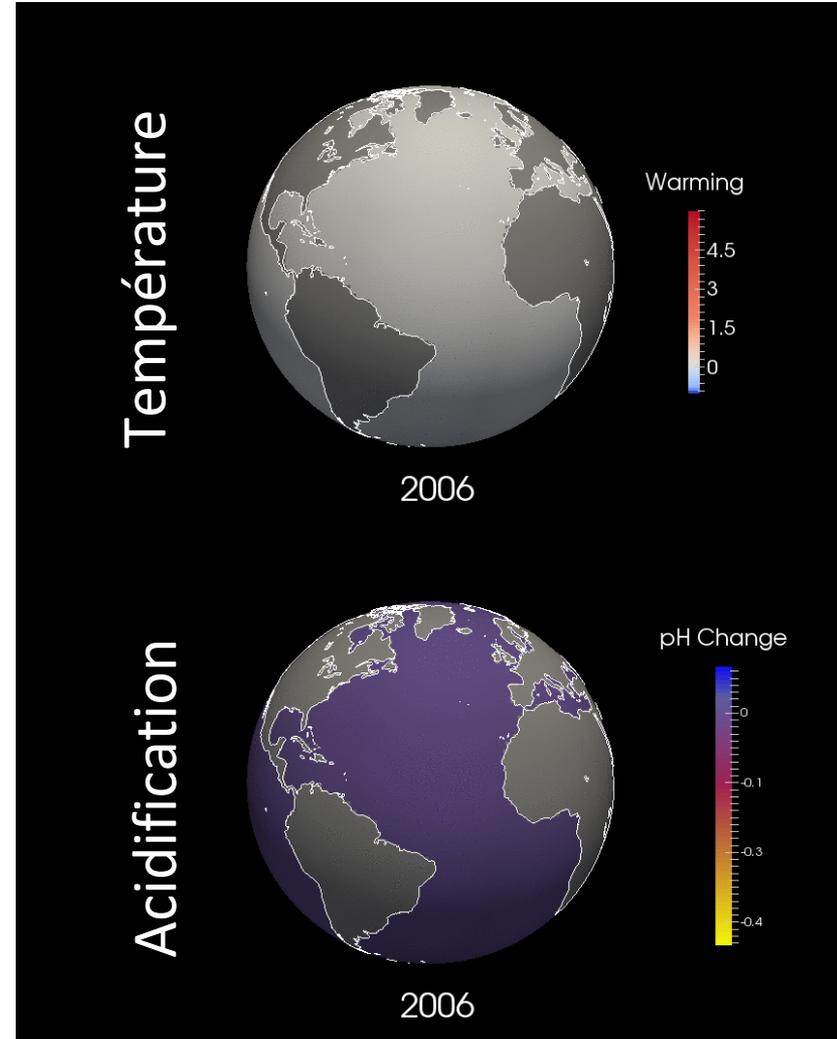


(2) Les outils

Modèles
Système
Terre



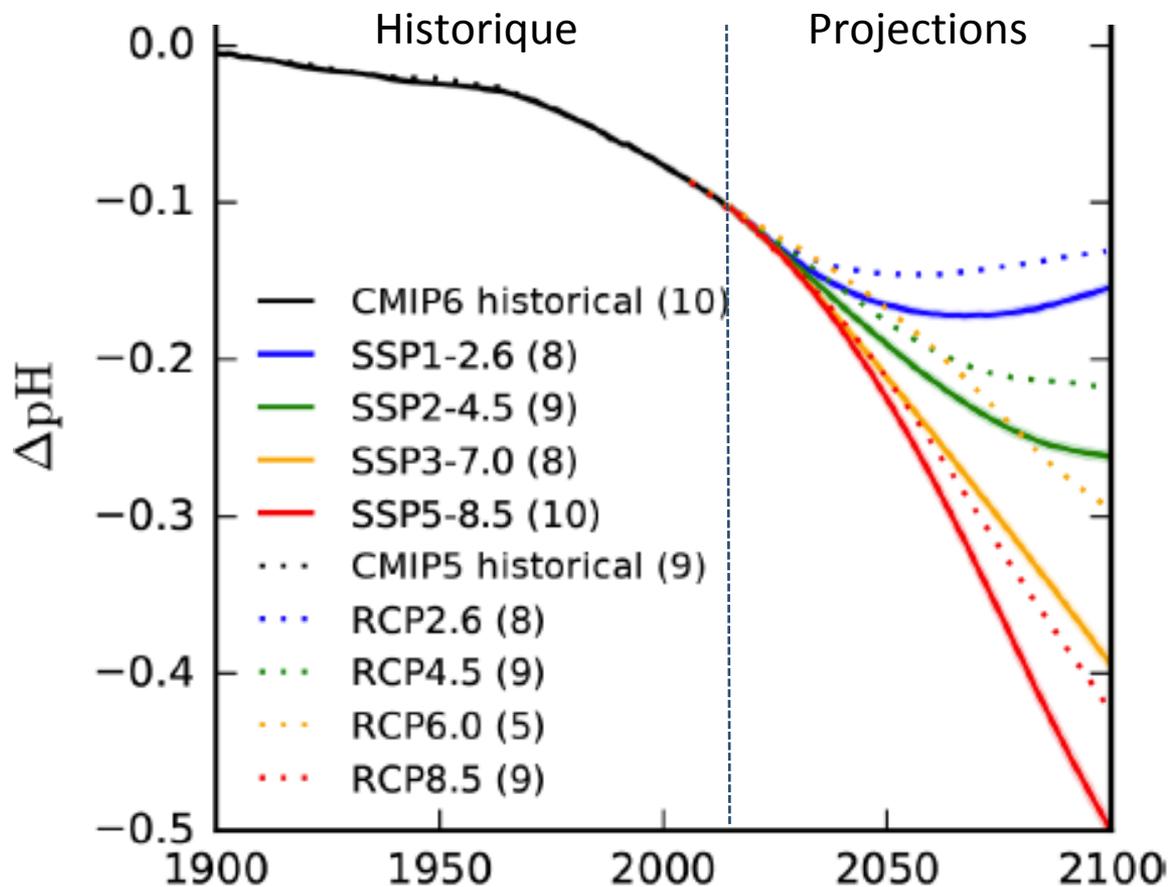
(voir acidoscope.ipsl.fr)



Acidification des océans :
Effets sur les écosystèmes et l'économie maritime

Projections de l'acidification de l'océan au 21^{ème} siècle

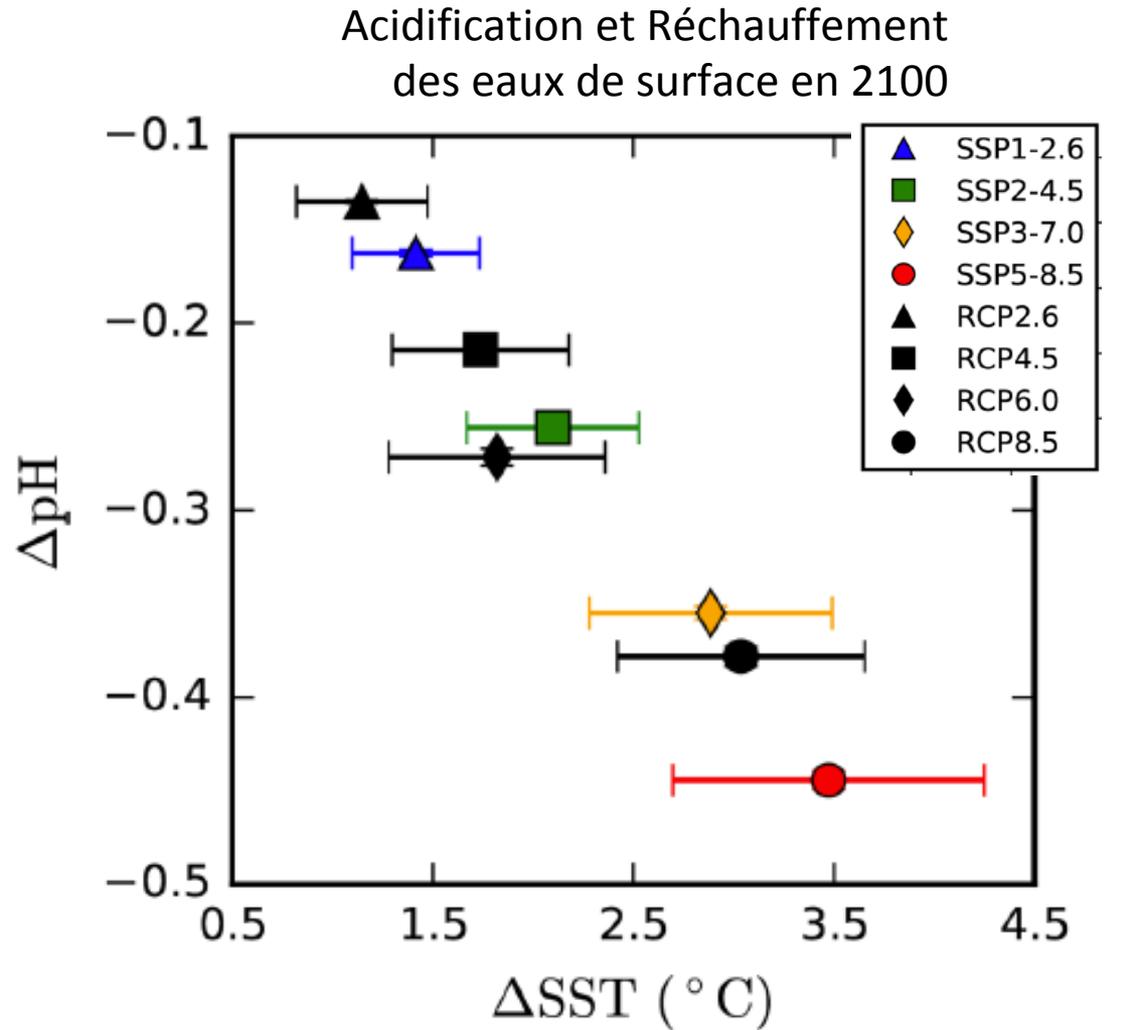
- ★ Mise à jour des projections avec les nouveaux scénarios du GIEC (CMIP6)
- ★ Acidification plus sévère que dans les scénarios précédents
- ★ L'acidification future dépend au 1^{er} ordre du scénario envisagé (et donc du CO₂ atmosphérique)
- ★ Les projections sont robustes et homogènes spatialement



(Kwiatkowski et al. 2020)

Projections de l'acidification de l'océan au 21^{ème} siècle

- ★ Mise à jour des projections avec les nouveaux scénarios du GIEC (CMIP6)
- ★ Acidification et réchauffement moyen sont très bien corrélés
- ★ La limitation du réchauffement global à 2°C permet de limiter l'acidification à moins de -0.2 unité pH



(Kwiatkowski et al. 2020)

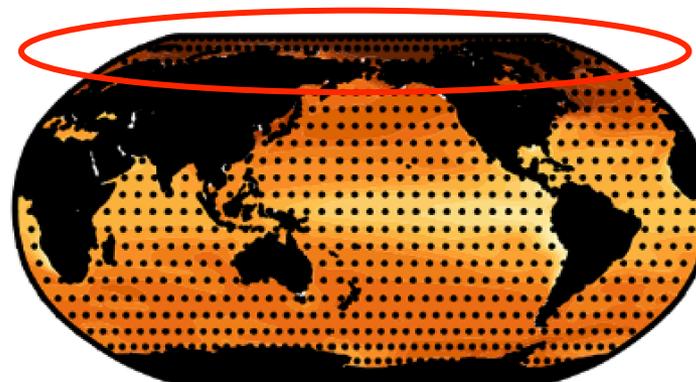
Au delà des aspects globaux...

- ✦ Réduction des incertitudes des projections à **l'échelle régionale**
- ✦ Prise en compte des variations **journalières et saisonnières**
- ✦ Rôle des autres facteurs de l'acidification - **apports continentaux**

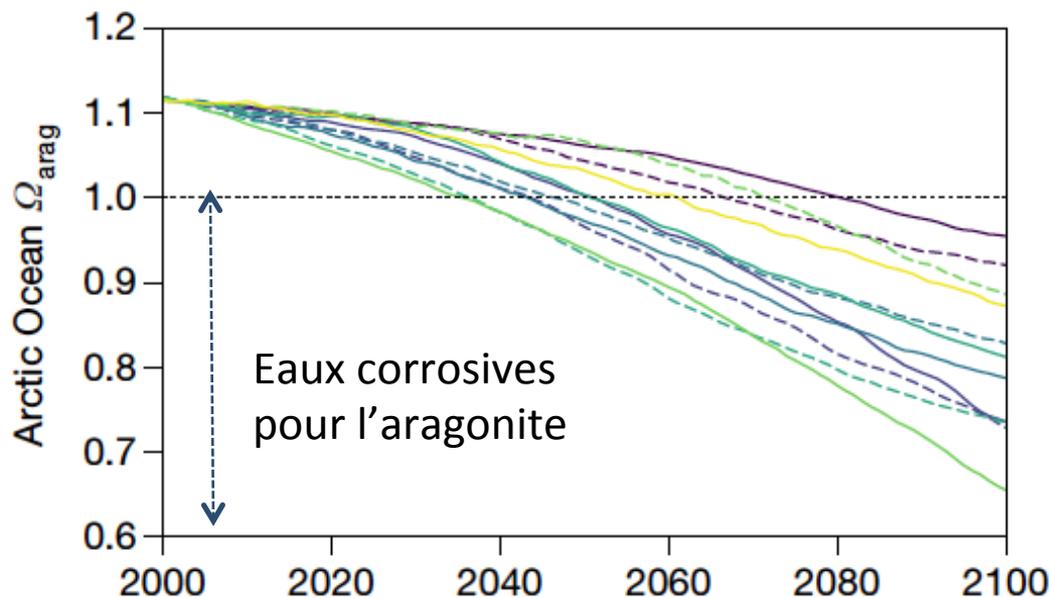
(1) Réduction des incertitudes des projections à l'échelle régionale

- ◆ L'océan Arctique est particulièrement **vulnérable** à l'acidification
- ◆ Les projection futures sont **très incertaines** – en particulier en profondeur

ΔpH en 2100 (SSP5-8.5)



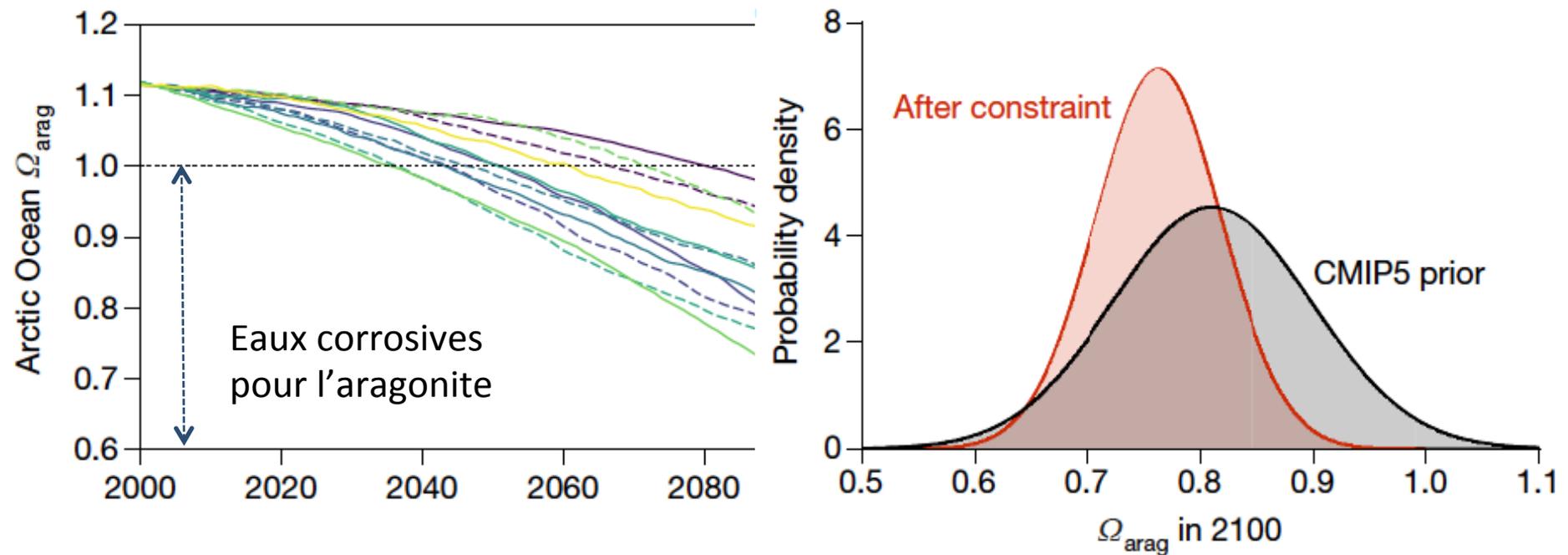
Incertainitude



(Terhaar et al. Nature 2020)

(1) Réduction des incertitudes des projections à l'échelle régionale

- ◆ L'océan Arctique est particulièrement vulnérable à l'acidification
- ◆ Les projection futures sont très incertaines – en particulier en profondeur



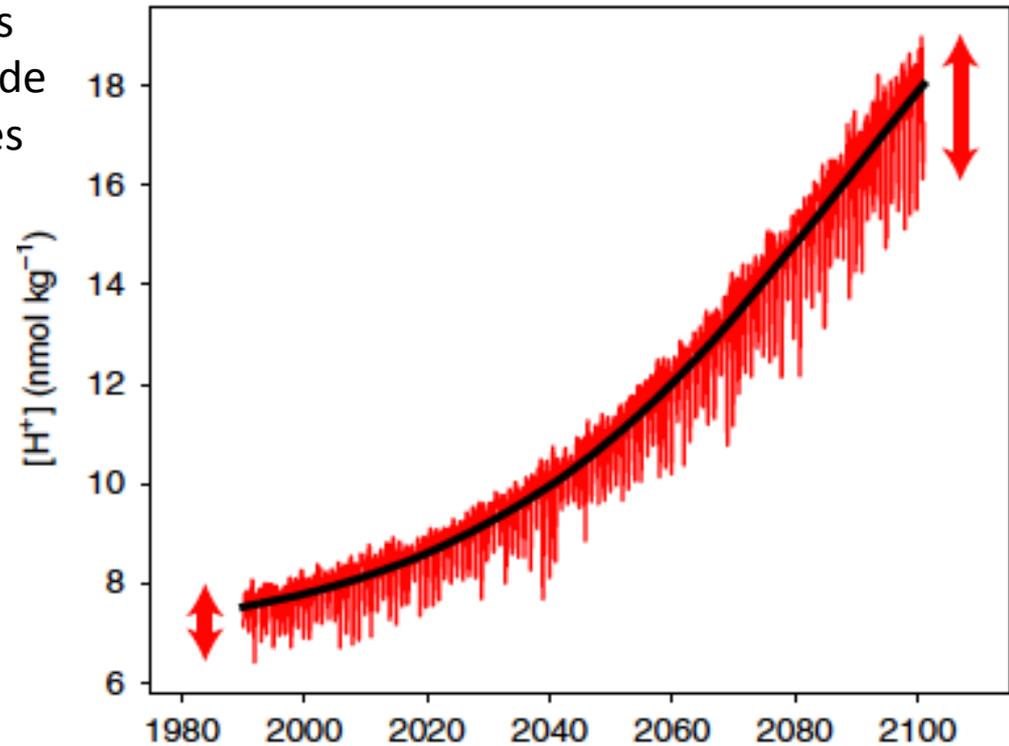
- ◆ Acidification **plus sévère** après **réduction de l'incertitude** via une contrainte émergente

(Terhaar et al. Nature 2020)

(2) Prise en compte des variations **journalières et saisonnières**

★ **Amplification du cycle saisonnier** de la concentration en $[H^+]$ de +80% en 2100

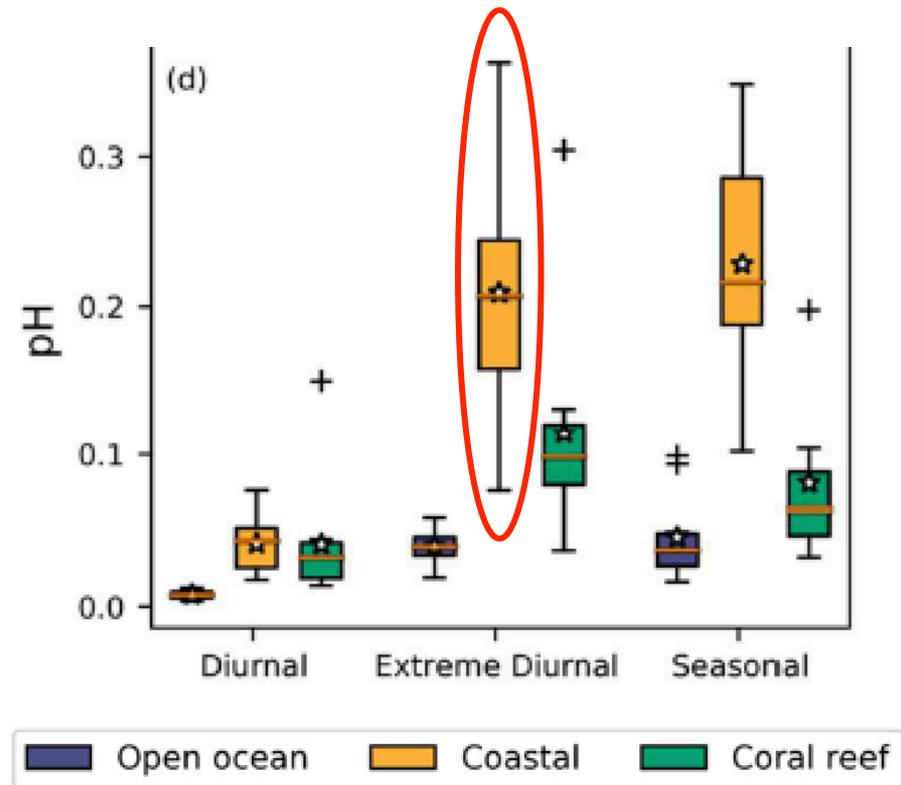
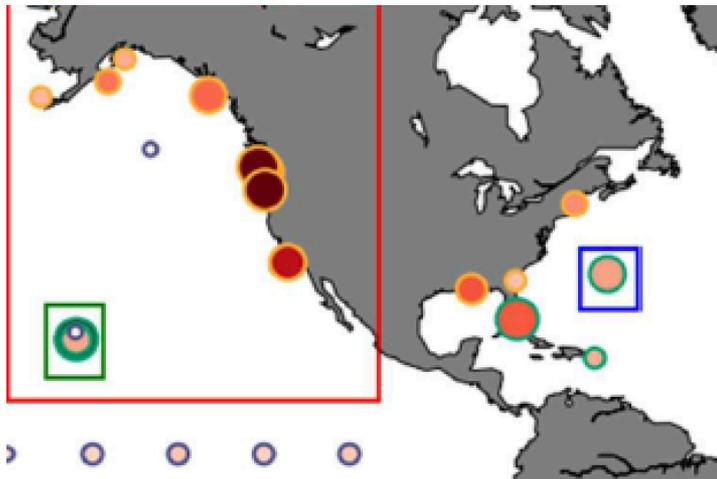
Les changements de saisonnalité projetés auraient tendance à exacerber les effets de l'augmentation de $[H^+]$ sur les organismes marins au cours de été.



(Kwiatkowski and Orr, Nature Geosc., 2018)

(2) Prise en compte des variations **journalières** et **saisonniers**

- ★ **Amplification du cycle saisonnier** de la concentration en $[H^+]$ de +80% en 2100
- ★ **Les cycles diurnes du pH peuvent être de très grande amplitude** (0.1 à 0.4 unité pH en site côtier)

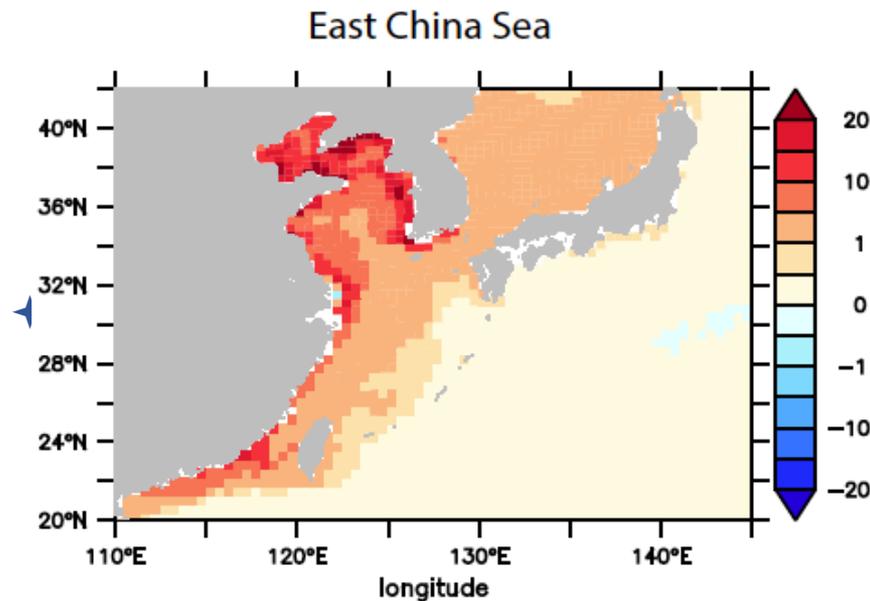


(Torres et al. GRL 2021)

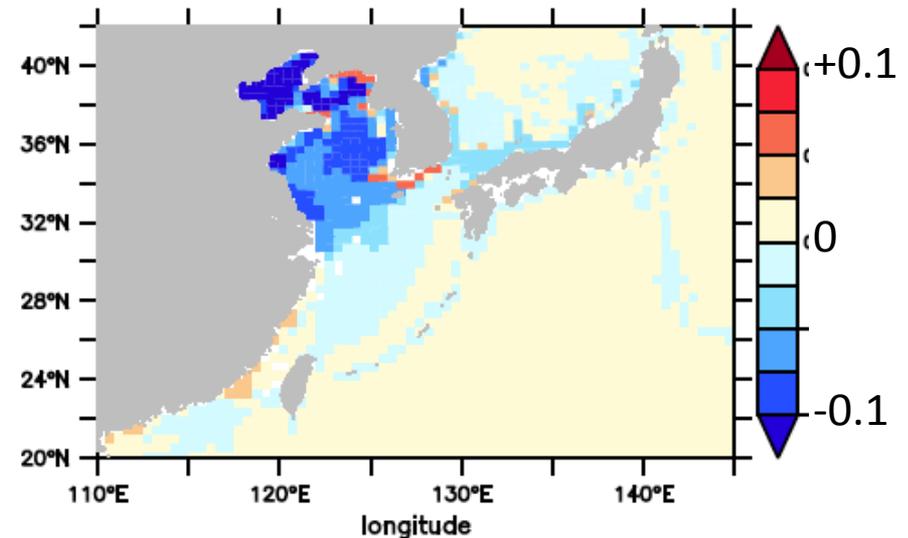
(3) Rôle des autres facteurs de l'acidification - **apports continentaux**

★ **Amplification de l'acidification en zone côtière** – apports de nitrates / phosphates

Les apports de nutriments par les fleuves conduisent à une augmentation de la production biologique et à une exacerbation de l'acidification de fond – jusqu'à -0.1 unité pH en Mer de Chine Orientale



Production Phytoplanctonique
(liée à l'apport fluvial de 1970 à 2000)



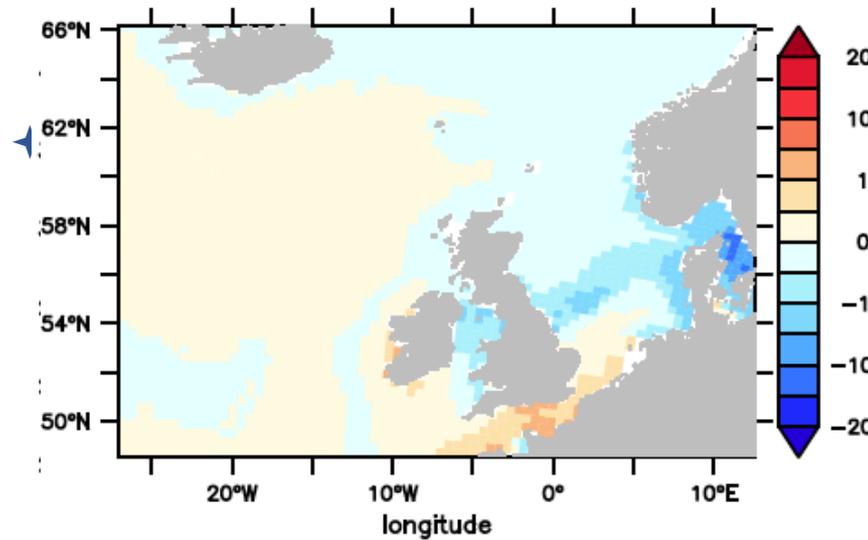
Acidification des eaux de fond
(liée à l'apport fluvial de 1970 à 2000)

(3) Rôle des autres facteurs de l'acidification - **apports continentaux**

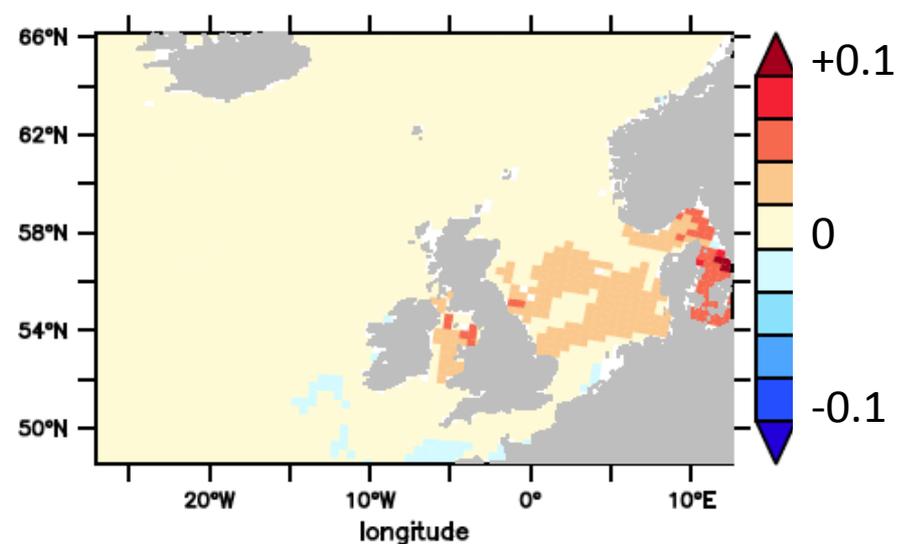
✦ **Amplification de l'acidification en zone côtière** – apports de nitrates / phosphates

Effets modérés sur la façade Ouest Européenne
Modélisation à plus haute résolution nécessaire.

North Sea



Production Phytoplanctonique
(liée à l'apport fluvial de 1970 à 2000)



Acidification des eaux de fond
(liée à l'apport fluvial de 1970 à 2000)

Quelques mot de conclusions

Projections / Régionalisation / Cartographie

- Scénarios d'acidification et modélisation du Système Terre
- Focus sur certaines zones spécifiques
- Au service de la communauté étudiant les impacts de l'acidification
- En vue d'une utilisation dans le prochain rapport du GIEC
- Outil de visualisation sur le web

Un grand merci à : James Orr, Marion Gehlen, Patrick Brockman, Jorge Martinez-Rey, Jens Terhaar, Timothée Bourgeois, Lester Kwiatkowski, Olivier Torres, les groupes de modélisation du climat / CMIP, ...