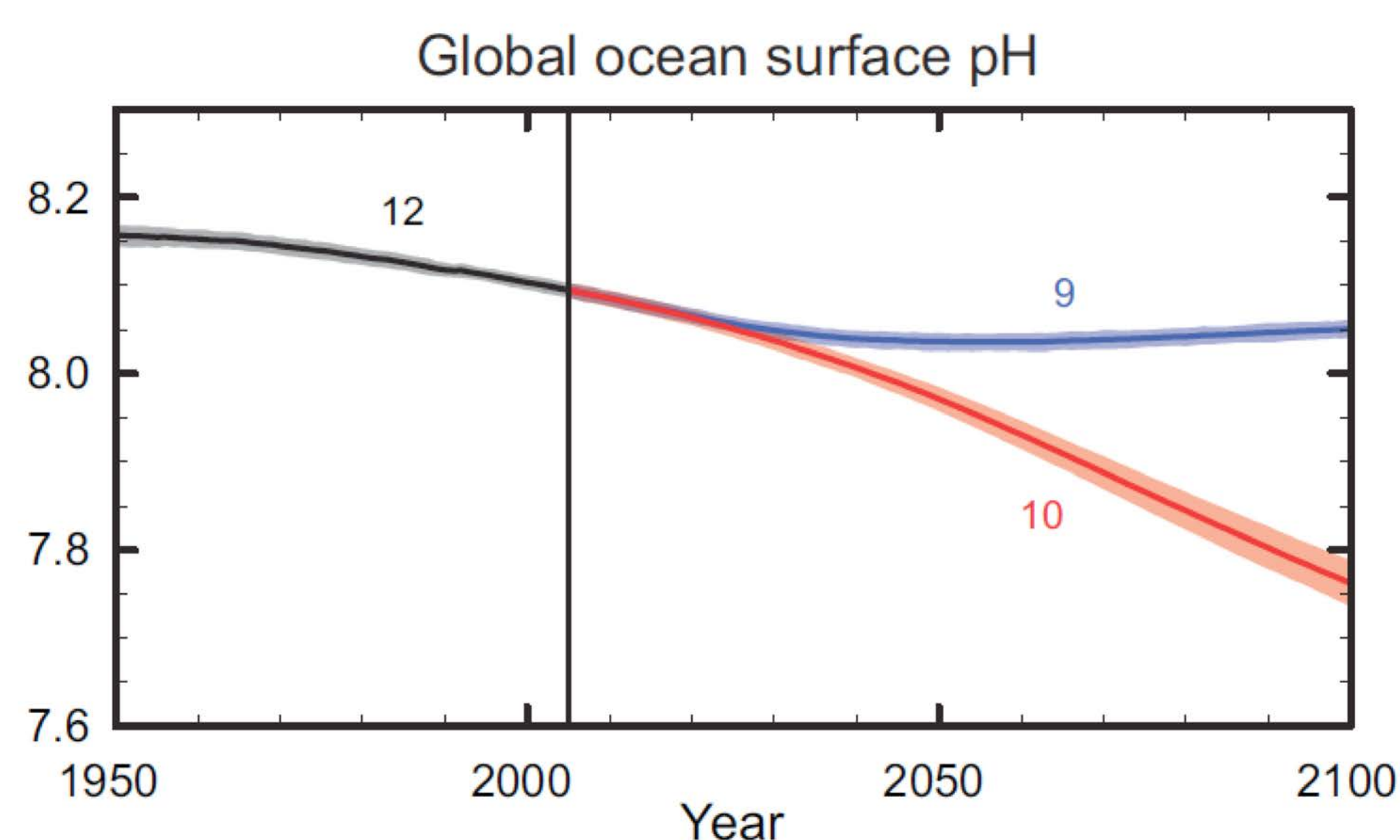


## Introduction

L'acidification de l'océan est liée à l'absorption par l'océan mondial de près de 30% des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub>. C'est un phénomène bien compris et bien documenté – le pH moyen de l'océan de surface a diminué de 0.1 unité pH depuis le début de la période industrielle (Rhein et al., 2013). L'évolution future de cette acidification est avant tout fonction des scénarios d'évolution de la concentration atmosphérique de gaz carbonique au cours des prochaines décennies. Les projections pour le 21<sup>ème</sup> siècle réalisées avec les modèles système terre développés par la communauté internationale sont relativement robustes pour l'océan de surface (Bopp et al. 2013) et quantifient cette diminution future du pH d'ici 2100 entre -0.06 et -0.31 unités pH pour l'ensemble des scénarios testés (Figure 1). Ces changements d'acidité de l'eau de mer sont accompagnés de modifications de toute la chimie des carbonates

– les projections du pH et des variables associées sont utilisés pour tester in situ ou en laboratoire la réponse des organismes potentiellement impactés par ces modifications, et pour estimer les effets de l'acidification de l'océan sur les écosystèmes marins et les services écosystémiques (Gattuso et al. 2015). Bien que ces projections soient robustes à l'échelle globale, les erreurs potentielles sont encore importantes quand on se focalise à petite échelle sur certaines zones spécifiques (océan Arctique, zones côtières, ...) ou quand on s'enfonce dans l'océan profond (Gehlen et al. 2014).

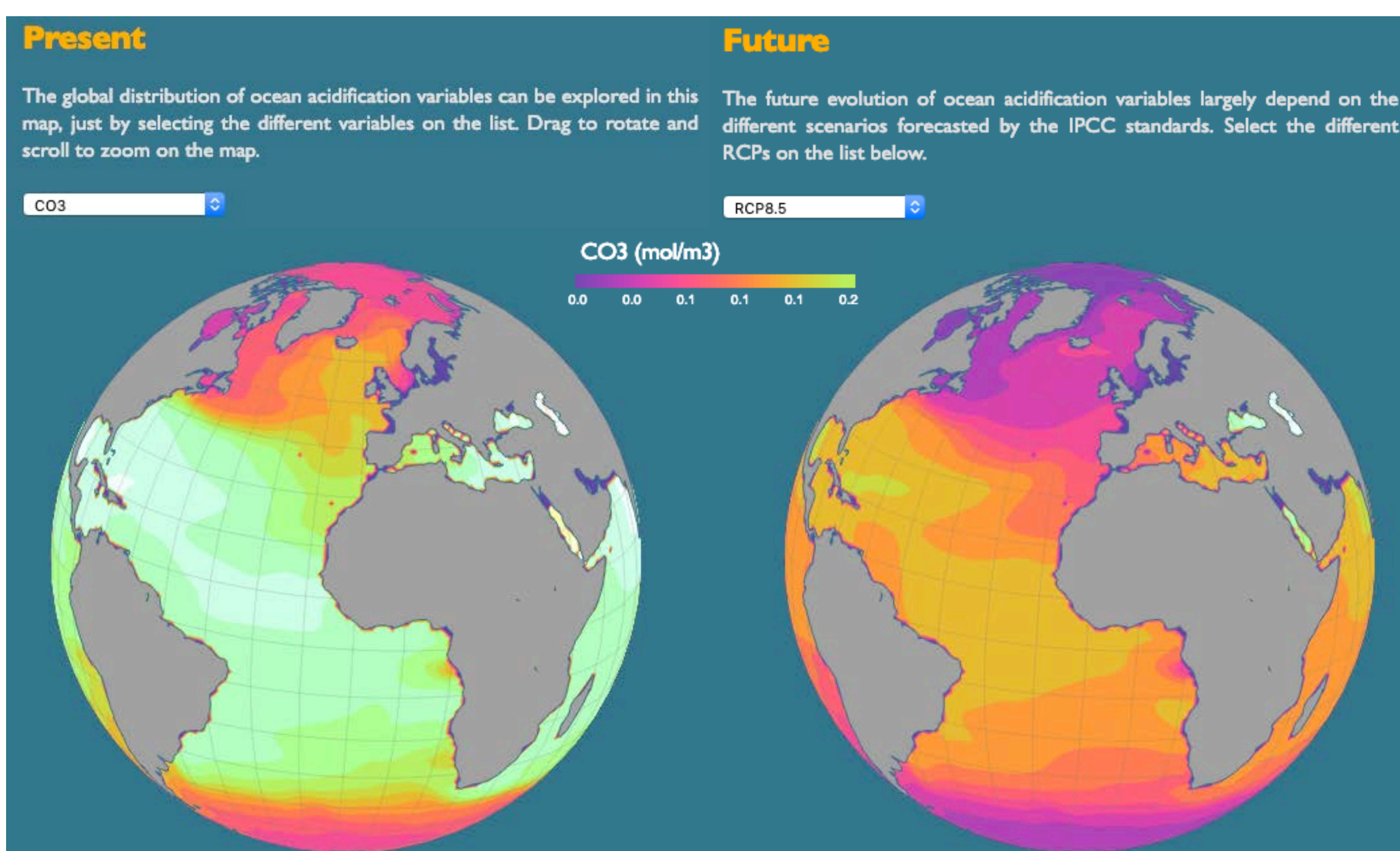


## Objectifs

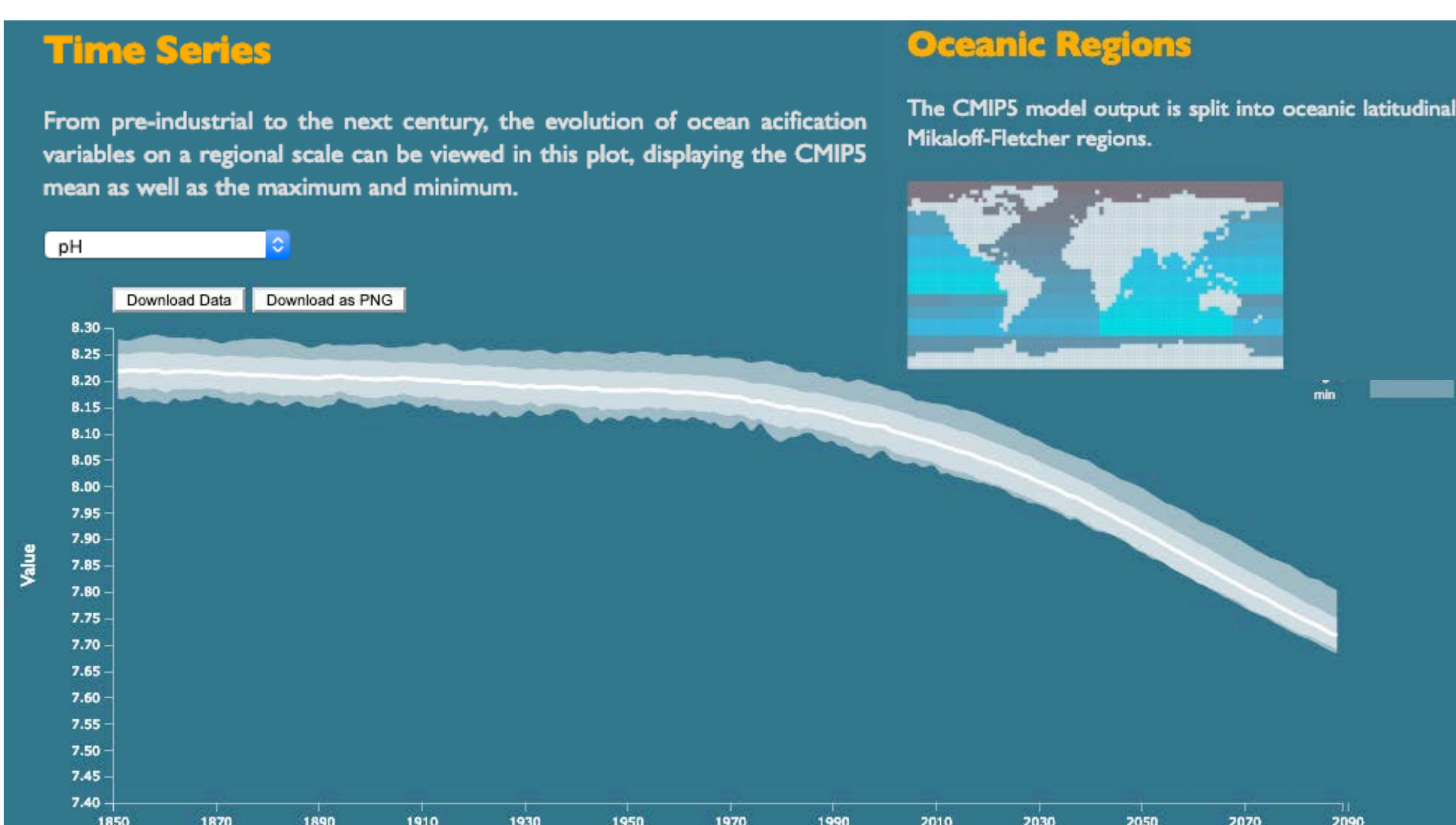
Dans le cadre du projet ACIDOSCOPE, nous proposons de calculer l'évolution du pH et des variables associées pour les nouveaux scénarios du GIEC (**Projections**), de mieux cartographier l'évolution régionale de cette acidification en utilisant des outils numériques à plus haute résolution spatiale et en testant le rôle d'autres facteurs impactant l'acidification (**Régionalisation**), et de mettre en place un serveur permettant de distribuer ces scénarios à la communauté scientifique et aux autres utilisateurs potentiels (**Cartographie**).

## Cartographie (acidoscope.ipsl.fr)

Mise à disposition d'un outil de visualisation des sorties de modèles Système-Terre pour les variables du système des carbonates (pH, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, ...). L'utilisateur peut choisir le scénario, la zone de visualisation et la variable.



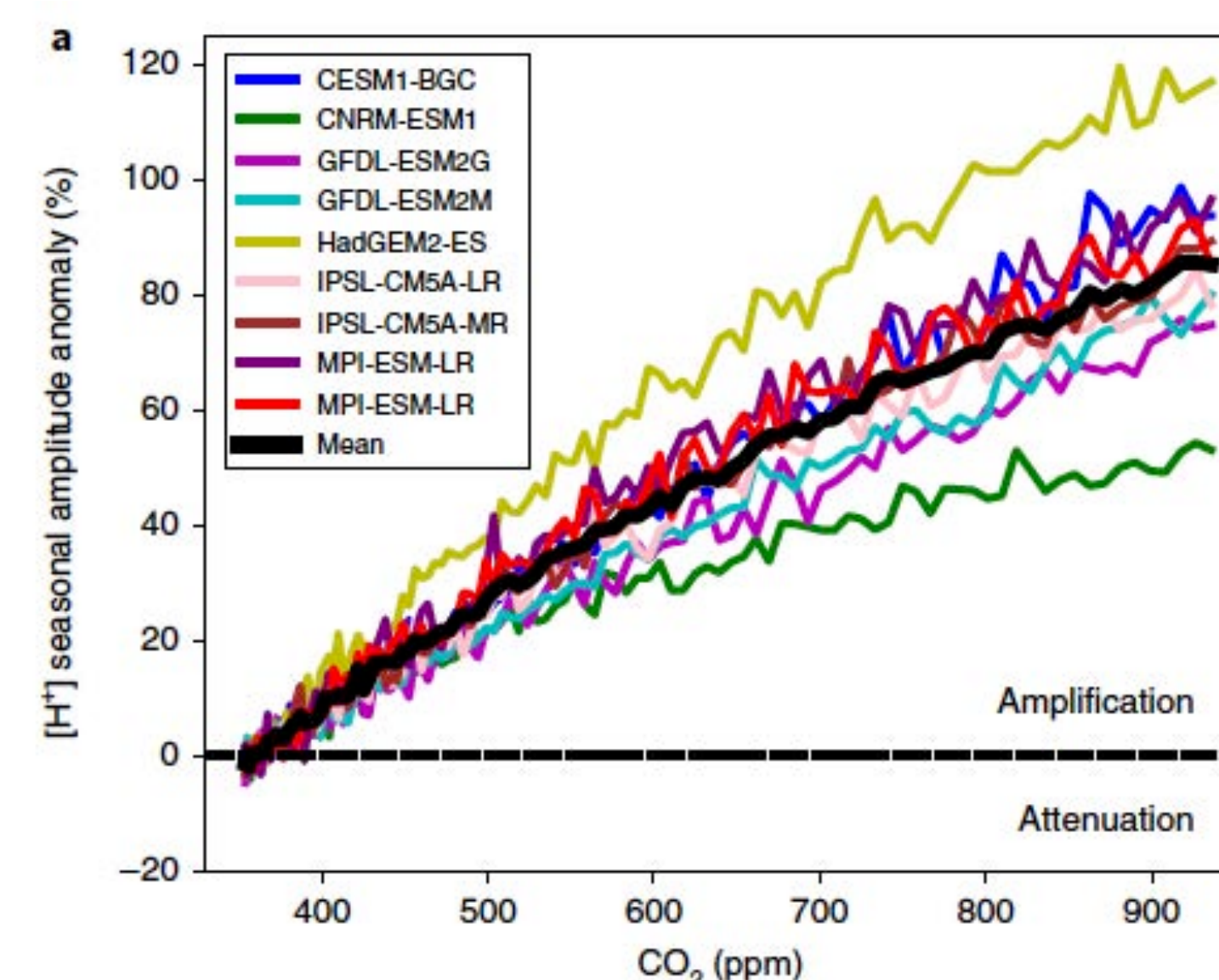
Possibilité de réaliser des séries temporelles du pré-industriel jusqu'en 2100 pour toutes les variables du système des carbonates (pH, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, ...) pour 2 scénarios et pour différentes régions océaniques. Les données sont téléchargeables en format .txt.



## Résultats Marquants

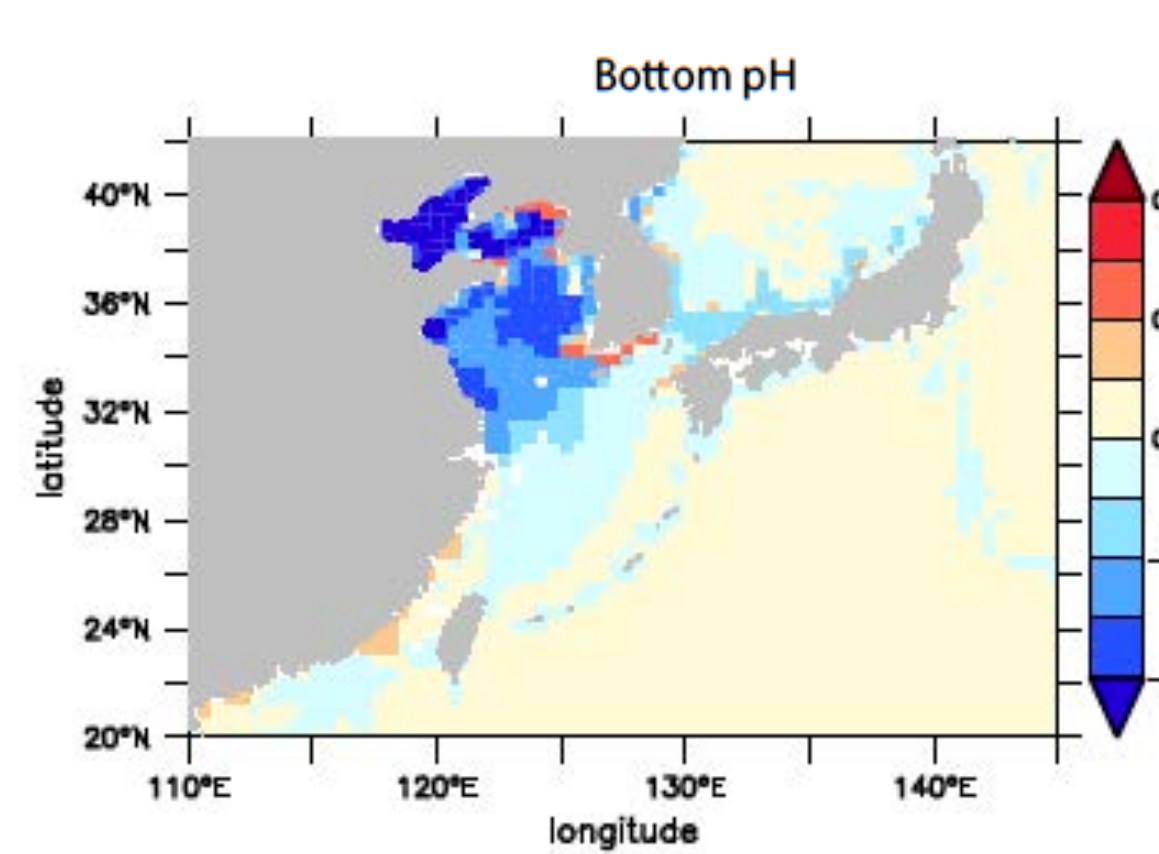
### 1. Evolution des extrêmes saisonniers de l'acidification au 21<sup>ème</sup> siècle

Au cours du 21<sup>ème</sup> siècle, les modèles du Système Terre projettent une atténuation du cycle saisonnier du pH mais une très forte amplification de ce cycle saisonnier pour la concentration en ions H<sup>+</sup> (Figure). Cette amplification pourrait atteindre +81% en 2100. Les changements de saisonnalité projetés auraient tendance à exacerber les effets de l'augmentation de [H<sup>+</sup>] sur les organismes marins au cours de l'été.



Kwiatkowski et Orr, Nature Geosciences, 2018

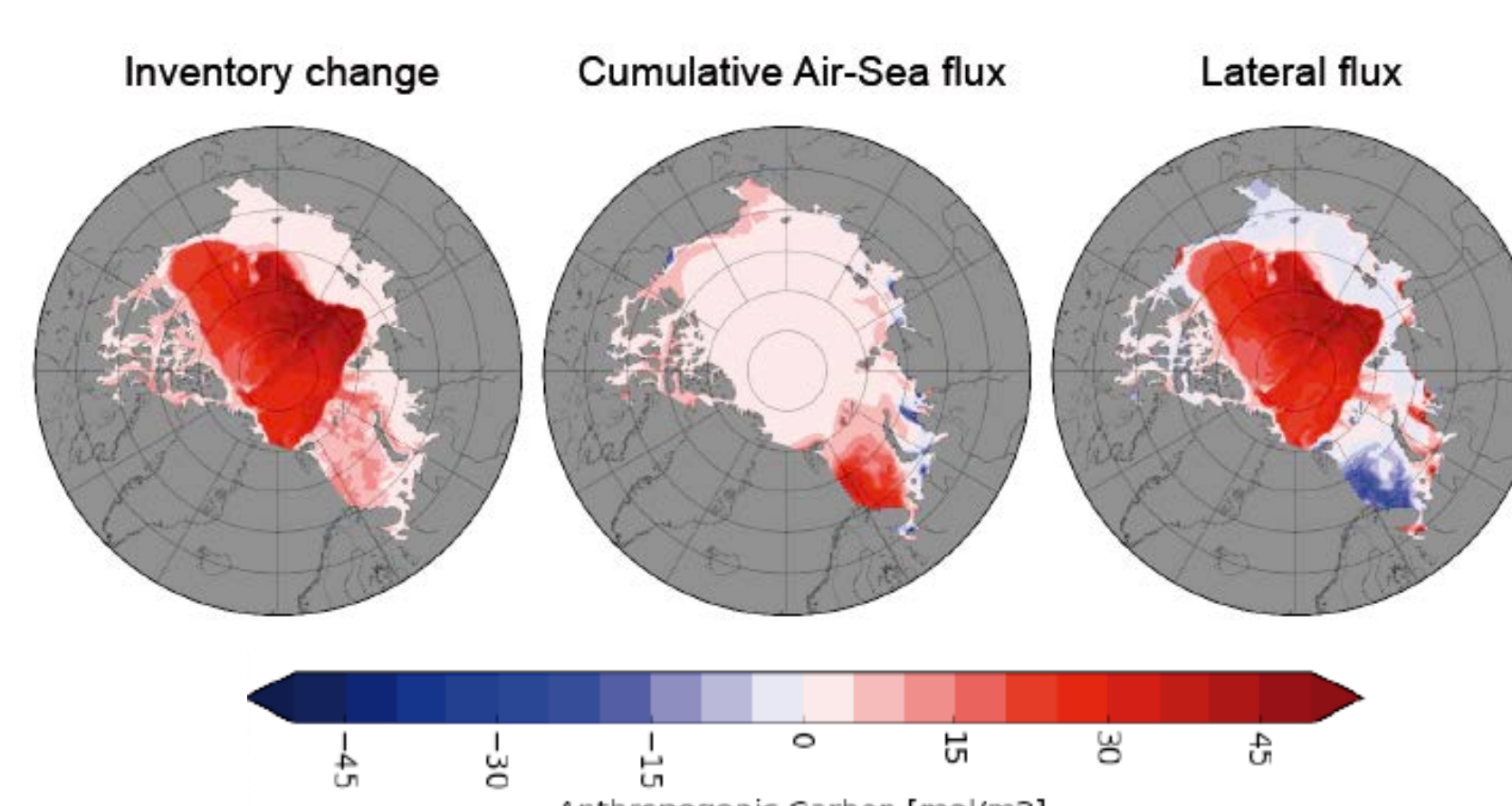
### 2. Impact des apports fluviaux sur l'acidification côtière



Les apports de nutriments à l'océan par les fleuves conduisent à une augmentation de la production phytoplanctonique et à une exacerbation de l'acidification de fond. En réponse à l'évolution de ces apports entre 1970 et 2000, notre modèle simule une baisse de pH de 0.1 en Mer de Chine Orientale (Figure) – une variation du même ordre de grandeur que celle liée à l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique. (Bougeois et al. in prep)

### 3. Acidification Arctique et importance de la circulation océanique

La comparaison de simulations de l'absorption de carbone anthropique par l'océan et de l'acidification qui en résulte a montré que les résolutions spatiales typiquement utilisées dans les modèles globaux ne permettaient pas de représenter correctement l'évolution de cette acidification. Les apports latéraux de carbone par l'atlantique jouent



en effet un grand rôle et représentent près de 2/3 du carbone anthropique stocké en Arctique (Figure) (Terhaar et al. Biogeosciences Discussion, 2018).

## Contact

Laurent Bopp  
LMD-IPSL, Département de Géosciences  
Ecole Normale Supérieure  
75005 Paris  
Mel : bopp@lmd.ens.fr