

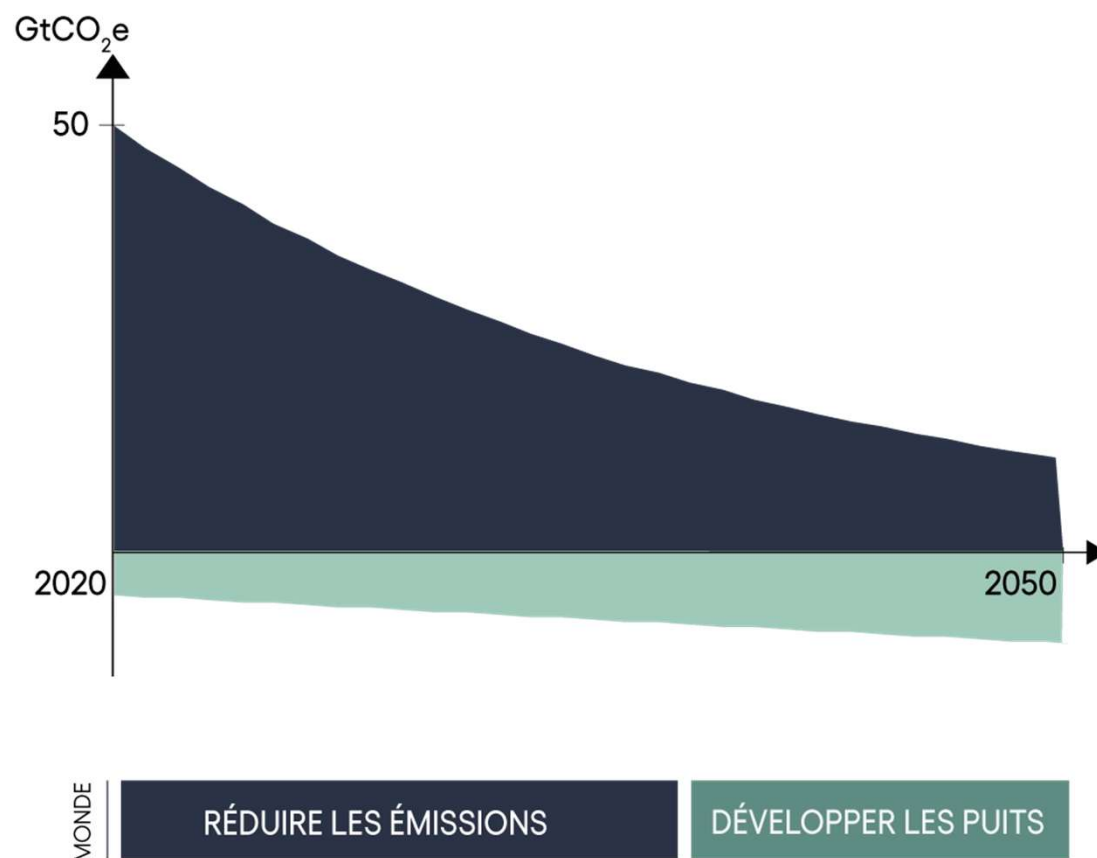


La capture du CO₂ par les océans

Fabrice PERNET



Objectif net-zero, c'est quoi et pourquoi ?



CO₂ émis $\rightleftharpoons$ CO₂ retiré

Repose sur l'élimination du CO₂

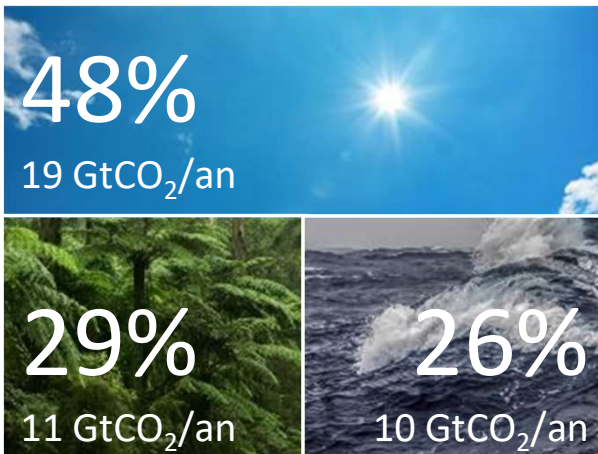
Atteindre les objectifs accord de Paris

Compenser les émissions résiduelles

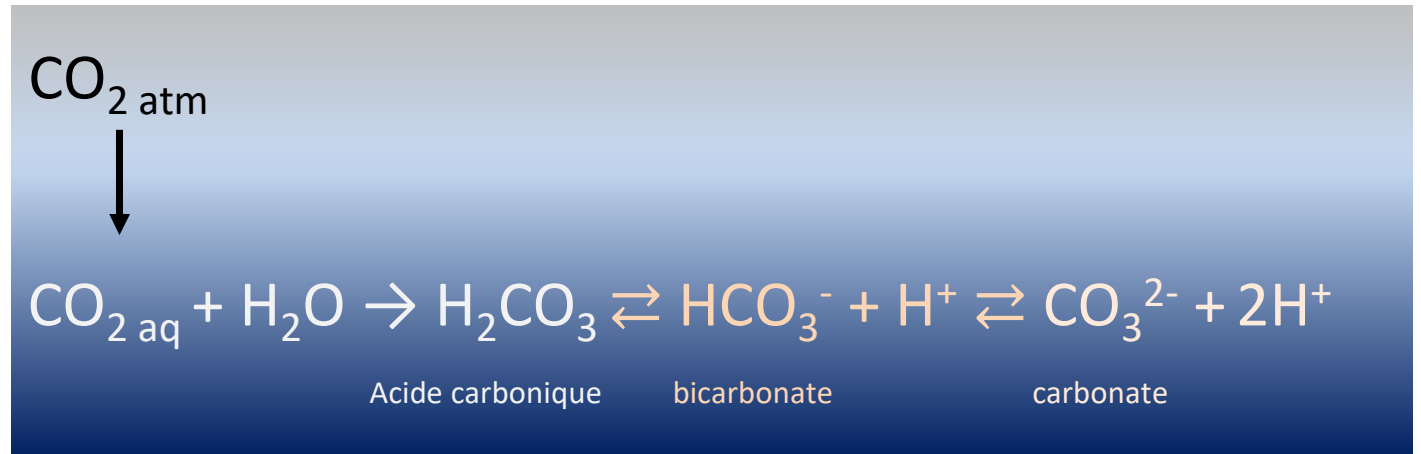
Corriger un dépassement temporaire

Restaurer les puits naturels affaiblis

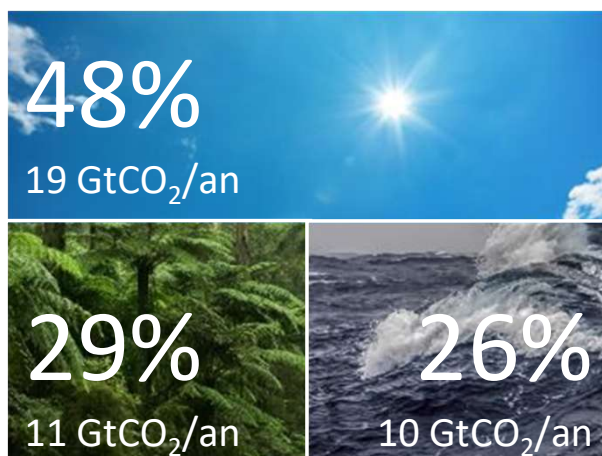
Océan puit de carbone



Friedlingstein, et al. (2023). *Earth Syst. Sci. Data*, 15(12), 5301-5369.



Elimination du CO₂ : où et combien ?



Friedlingstein, et al. (2023). *Earth Syst. Sci. Data*, 15(12), 5301-5369.

2020 : 2 GtCO₂/an

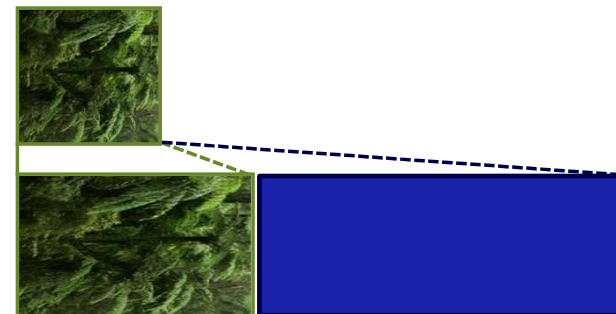
Conventionnel 99.9%

Nouveaux <0.1%

2050 : 7-9 GtCO₂/an

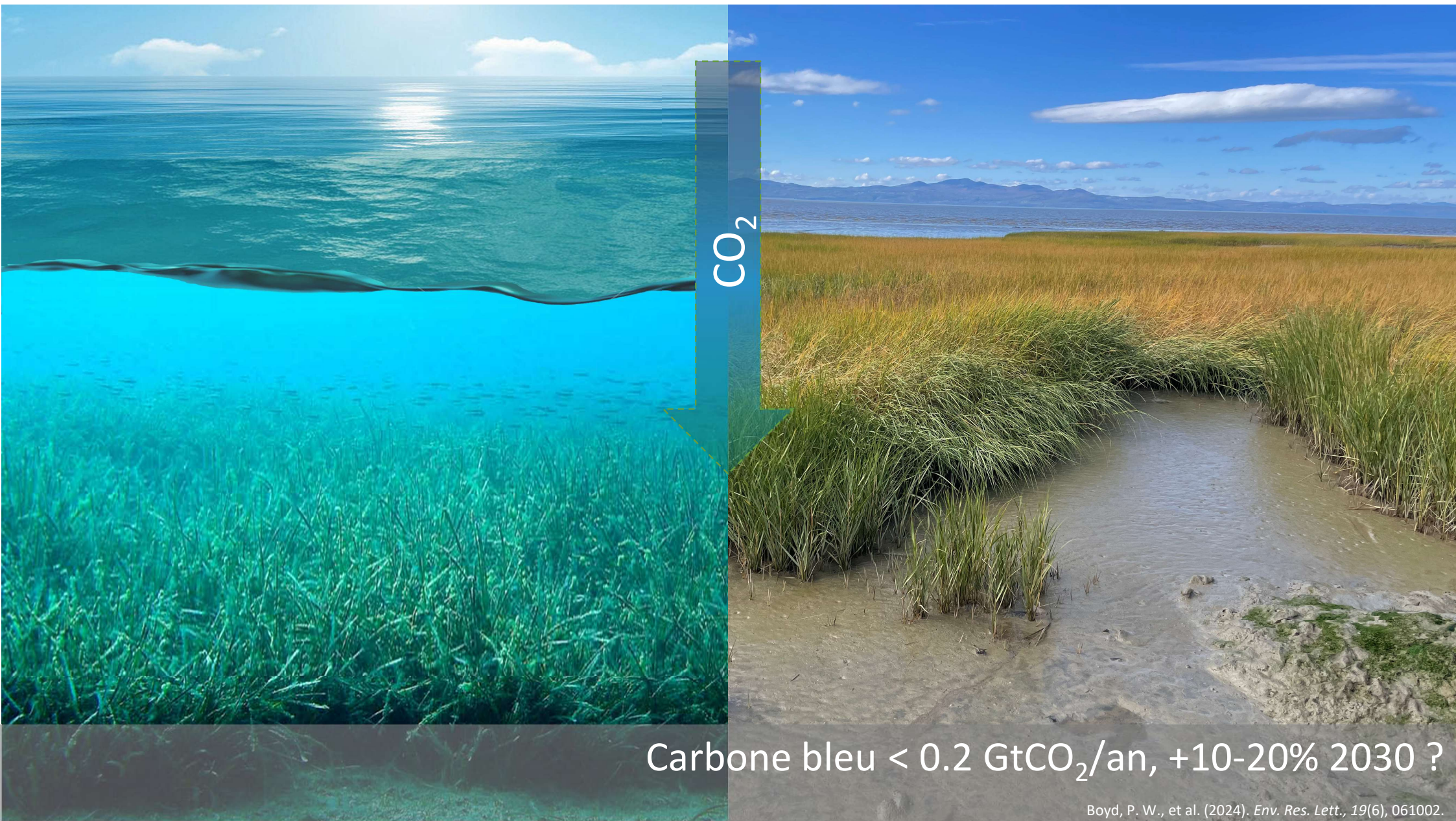
Conventionnel ?

Nouveaux ?



Smith, S. M., et al. (2024). *The State of Carbon Dioxide Removal - 2nd Edition*.

Le pari inconscient de l'océan...



Carbone bleu < 0.2 GtCO₂/an, +10-20% 2030 ?

Boyd, P. W., et al. (2024). *Env. Res. Lett.*, 19(6), 061002.



Algoculture $\sim 0.6 \text{ GtCO}_2/\text{an}$, 20% surface océanique
1 Gt CO_2 2030 $\rightarrow$ 42-64% d'augmentation de la surface cultivée / an sur 10 ans



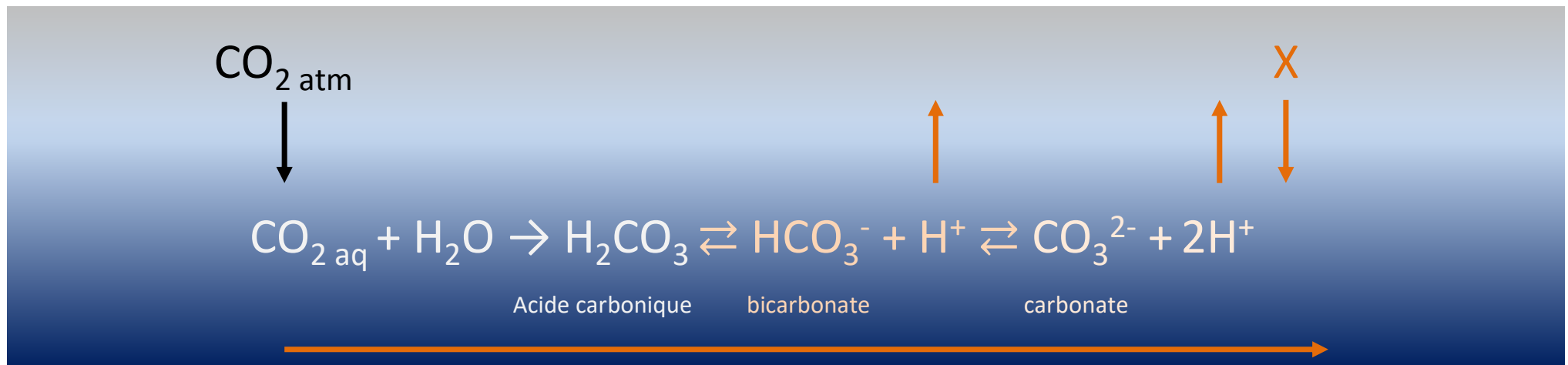
SCIENCE science.org

16 AUGUST 2024 • VOL 385 ISSUE 6710 701

Alcalinisation ~ 3-30 GtCO₂/an

Oschlies, et al. (2023). Climate targets, carbon dioxide removal, and the potential role of ocean alkalinity enhancement. *Guide to Best Practices in Ocean Alkalinity Enhancement Research*, 2-oae2023, 1.

Le principe



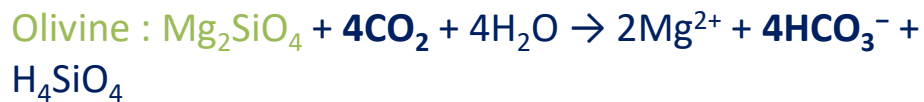
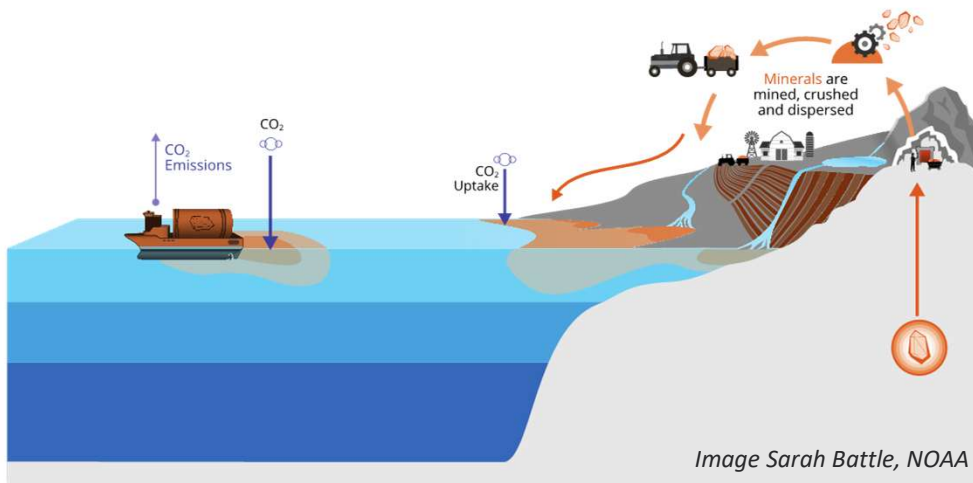
Alcalinité = la capacité de l'eau de mer à neutraliser les acides.

Plus l'eau est alcaline, plus elle peut transformer le **CO₂ dissous** en formes stables comme les **bicarbonates (HCO₃⁻)** et les **carbonates (CO₃²⁻)**.

*Kheshgi (1995). Sequestering atmospheric carbon dioxide by increasing ocean alkalinity. Energy, 20(9), 915-922.
Senior Scientific Advisor (retired) at ExxonMobil Corporate Strategic Research*

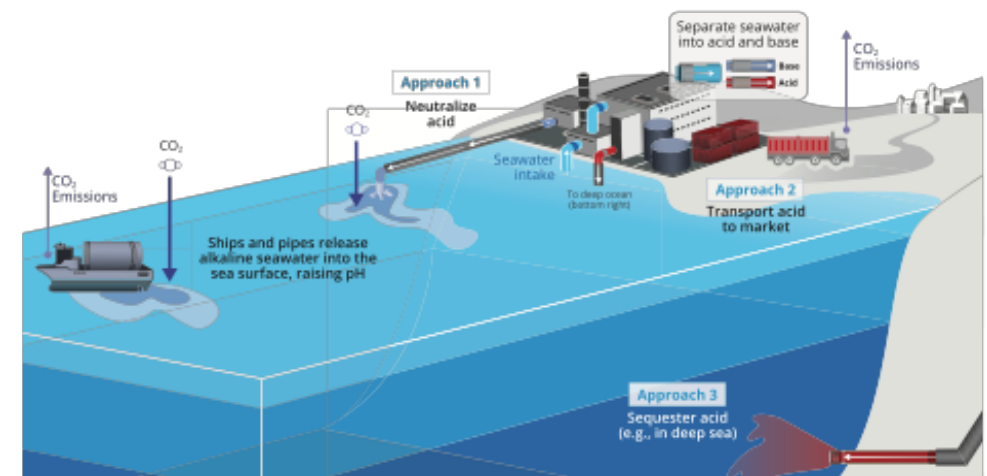
Les méthodes

Altération accélérée (ajout d'alcalinité)



Potentiel : plusieurs GtCO₂/an

Electrochimie (élimination d'acide)

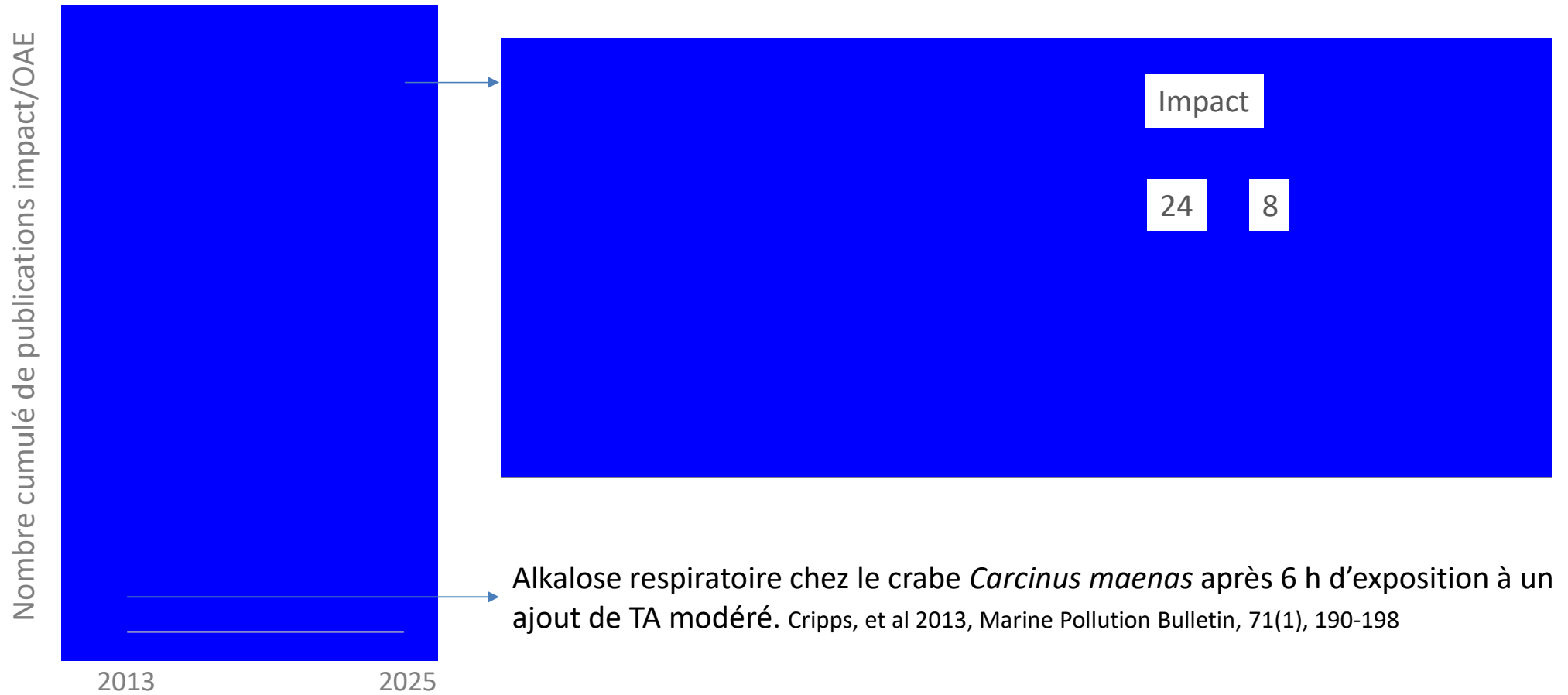


Potentiel < GtCO₂/an

Les impacts sur l'environnement et les organismes

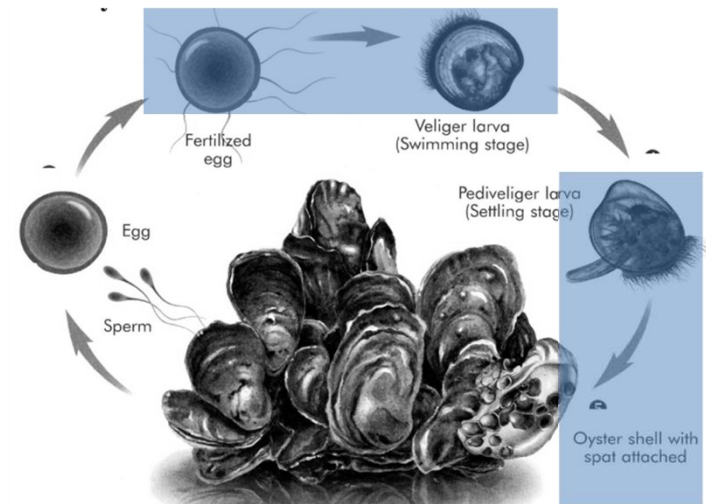
- Altération de la chimie des carbonates : HCO_3^- , CO_3^{2-} , pH, pCO_2 , DIC, Ω
 - Modification de la composition ionique : Ca, Si, Mg, Na
 - Addition de métaux traces : Fe, Ni, Co, Cr ...
- Stress physiologique, osmorégulation, toxicité

Etat des connaissances



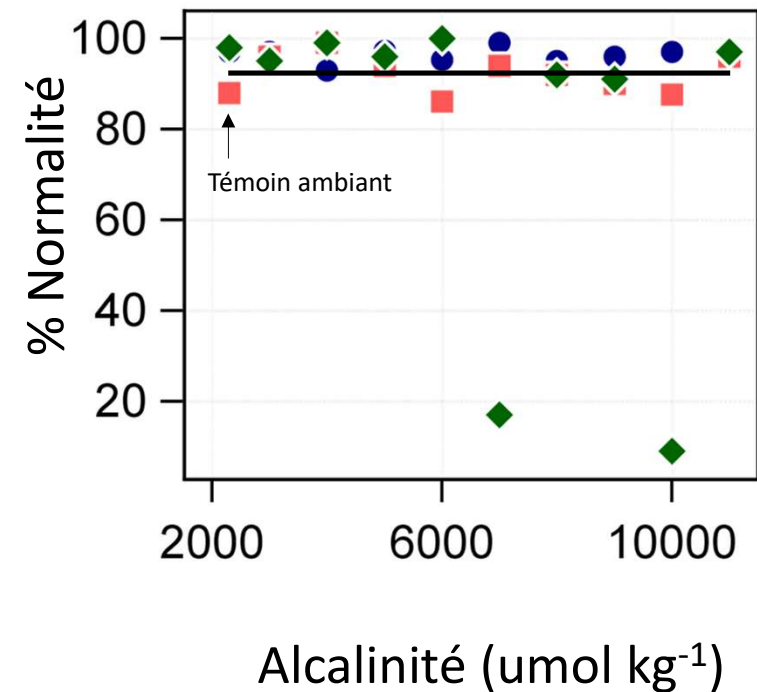
Impact de l'OAE sur le développement de l'huître creuse

- Espèce calcifiante, ingénieuse des écosystèmes, élevée pour l'aquaculture
- Ajout de de composés chimiques pures et minéraux naturels

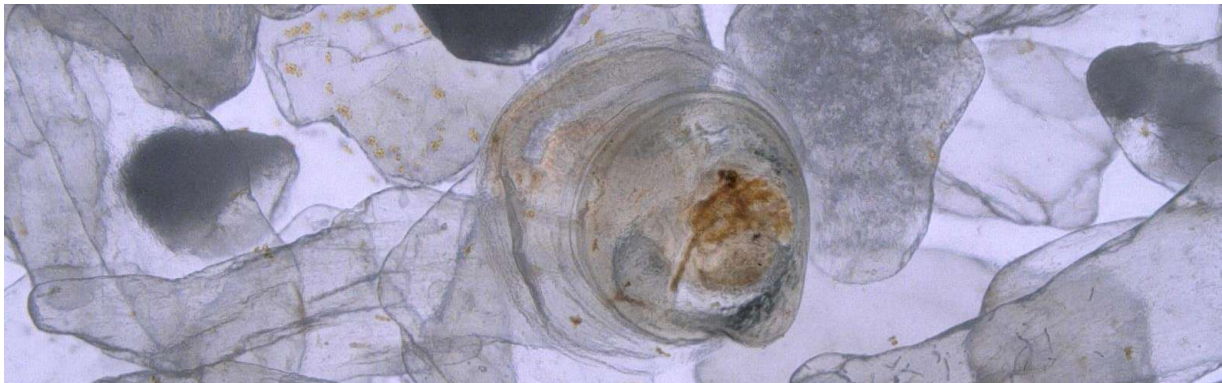
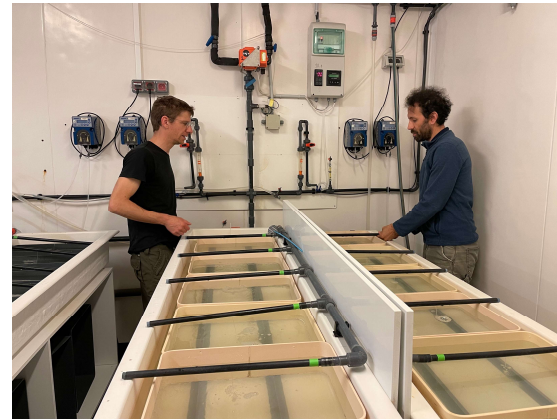
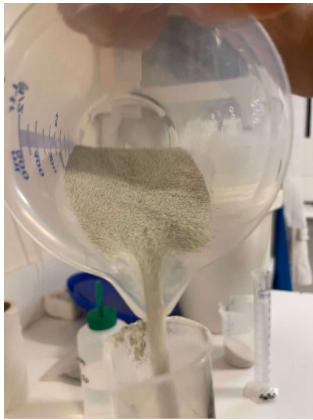


Impact de l'alcalinité sur l'embryogénèse

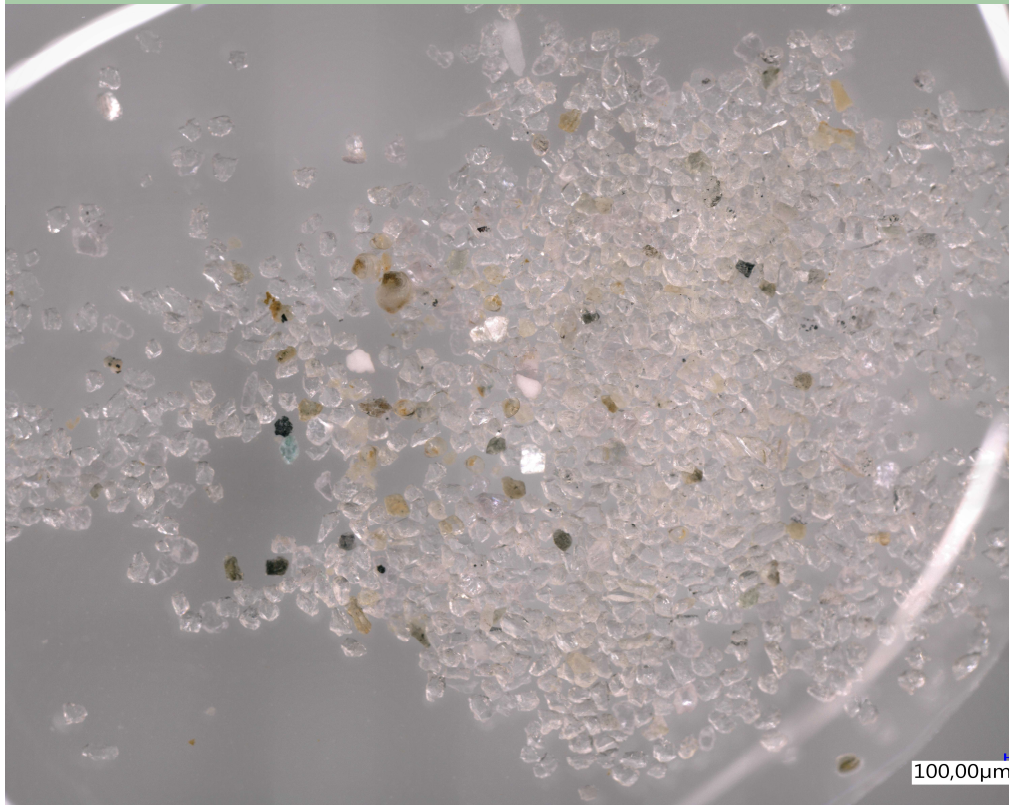
Carbonate de sodium



Impact de l'ajout d'olivine sur la métamorphose

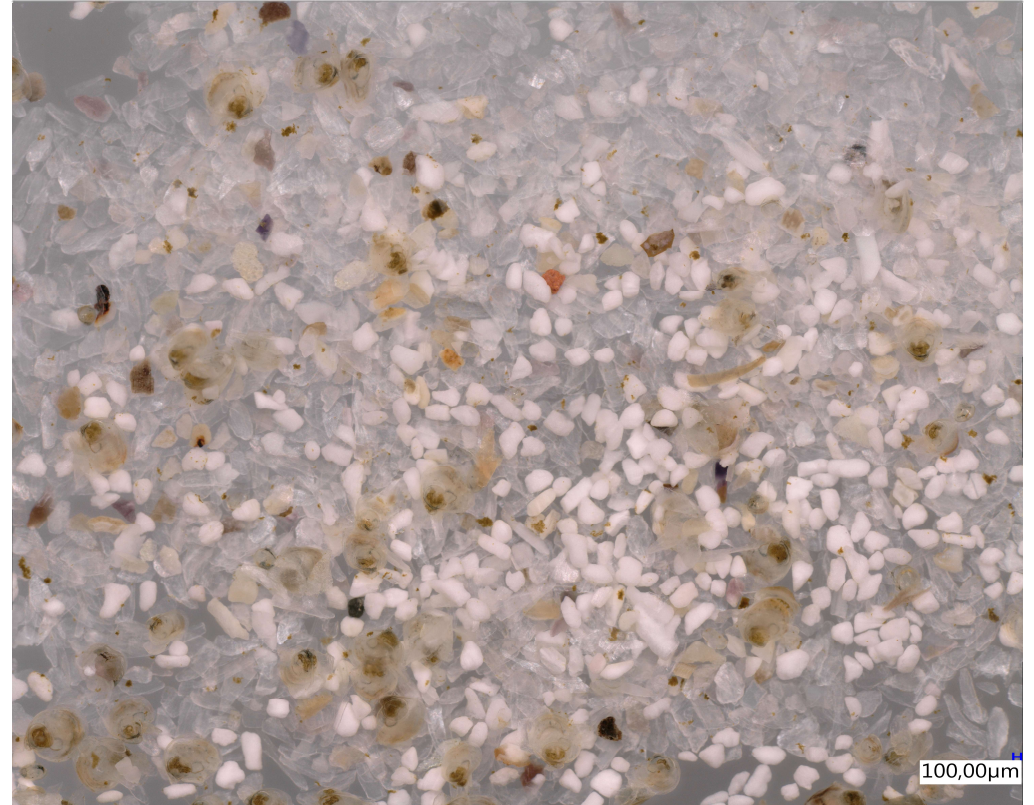


Biomasse: $2.1 \text{ g} \pm 0.3$
Fixation: $18.9 \% \pm 1.6$
Poids ind. : $472 \text{ mg} \pm 87.6$



Olivine

$10.2 \text{ g} \pm 0.7$
 $71.9 \% \pm 4.5$
 $567 \text{ mg} \pm 18.2$

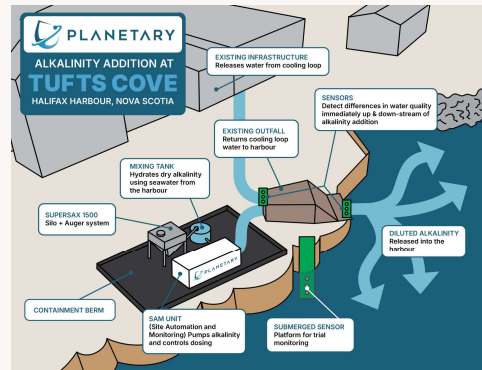


Coquille d'huître

They apparently don't like it ...



Le mCDR, c'est parti !



Carbon Herald
CARBON REMOVAL, CAPTURE & MARKETS

REMOVAL CAPTURE UTILISATION MARKETS INTERVIEWS FORECASTS OPINION NEWS

PLANETARY

Planetary Issues The First-Ever OAE Carbon Credits, Verified By Isometric

by Sasha Rancovska June 17, 2023 11 MINUTE READ

PLANETARY

ISOMETRIC

XPRIIZE award winner Planetary and CO2 registry Isometric announced that they have issued the first over carbon credits from ocean alkalinity enhancement (OAE).

Shopify App Store
<https://apps.shopify.com/planetary>

Shopify Planet - Offer carbon-neutral shipping and ...

Offer carbon-neutral shipping on any order, and use badges and widgets to reach modern shoppers.

Shopify Planet lets you and your shoppers choose carbon- ...

3,2 ★★★★★ (73)

55 projets d'OAE à l'échelle pilote

<https://map.geoengineeringmonitor.org>

VESTA

Scaling Up

Scaling up olivine deployments upon success of pilot trials.

Since Vesta is exploring multiple sites, this phase will involve multiple scaling deployments each with their own set of logistics and considerations.

Offset your CO₂

We spread the greenSand Olivine for you. Together we can create more surface area.

CO₂ OFFSET

Géo-ingénierie : un héritage ancien



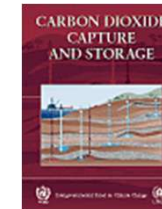
1940
Hiver nucléaire ?



→1977
Arme de guerre



1991
Eruption Pinatubo



2005
Rapport IPCC



2015
Accords de Paris



1950
Contrôle des précipitations



1960
Terraformation



1992
Rapport
NASEM



2003
Anthropocène
2006
Prise de position
pour la GI



2023
Rapport IPCC



Questions

- ▶ *Impact sur la biodiversité*
- ▶ Efficacité d'élimination et durabilité du stockage
- ▶ Monitoring, reporting, validating (MRV)
- ▶ Passage à l'échelle
- ▶ Efficacité énergétique
- ▶ Perception et acceptabilité sociale
- ▶ Gouvernance
- ▶ Coût

Le temps de la recherche



<https://m.museivaticani.va/content/museivaticani-mobile/fr/copyright.html>



Le temps de la crise

La technologie nous sauvera



