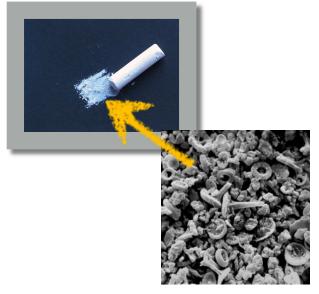
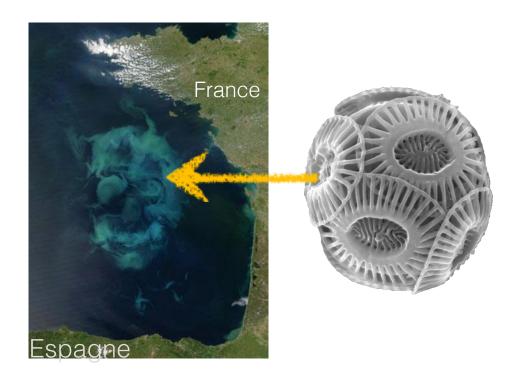
COCACCE Les coccolitophores et l'acidification océanique

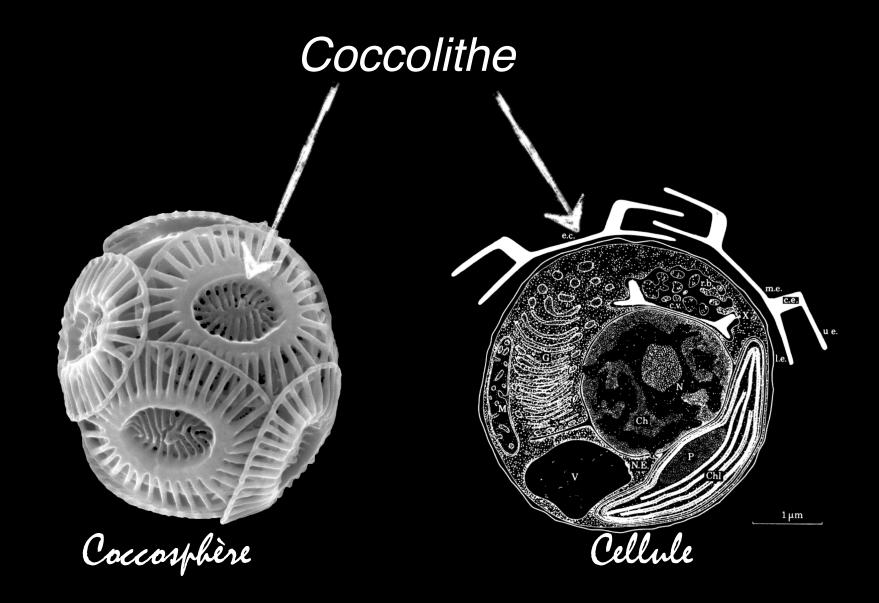
Luc Beaufort
Directeur de Recherche au CNRS
CEREGE - Responsable COCCACE

Coccolithophores producteurs majeurs de calcite





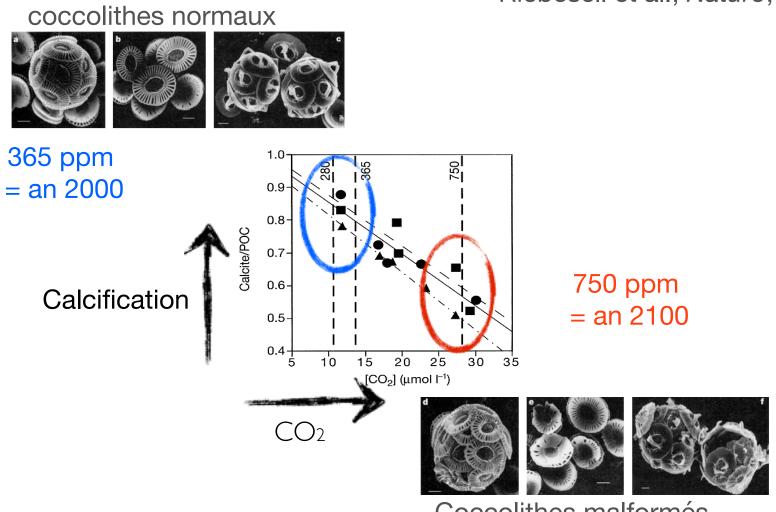




- De part leurs tailles minuscules et la délicatesse de leurs ornementations, ils sont sensibles aux variations d'acidité de l'océan ⇒ excellents témoins de l'acidification
- En tant que producteurs majeurs de carbonate de calcium océanique et producteur primaire significatif, ils sont acteurs du cycle du carbone océanique : ils est donc important de pouvoir prédire leurs futures productions organique et calciques!

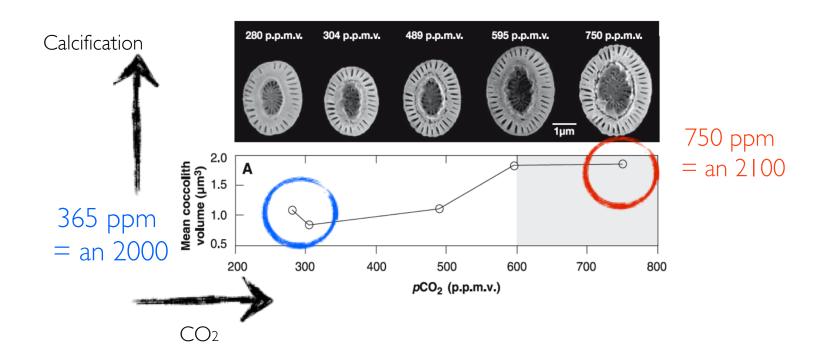
Acidification nuirait aux coccolithophores

Riebesell et al., Nature, 2000



Coccolithes malformés

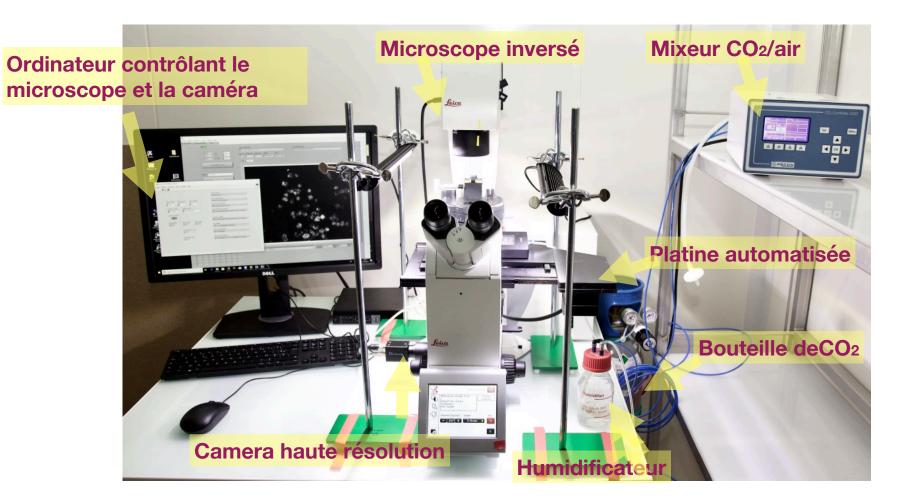
Acidification bénéficierait aux coccolithophores



Iglesias-Rodriguez et al., Science, 2008

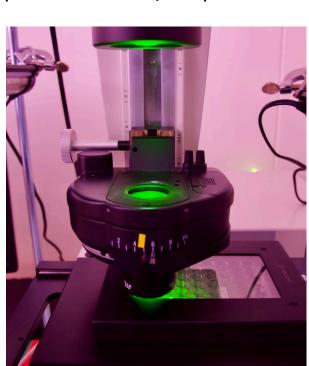
- Depuis, plusieurs études ont appuyé la conclusion d'un effet délétère de l'acidification sur la calcification.
- Il semble que les effets soient différents suivant les espèces et les souches étudiées.
- Les méthodes sont souvent différentes, mais aucune n'étudie la calcification en continu :
 - la mesure de la calcification se fait au début et à la fin de l'étude ou à certains moments clefs.
 - Les paramètres sont souvent qualitatifs
- Le but de COCCACE était d'étudier en continu la calcification sur un grand nombre de souches à plusieurs pH

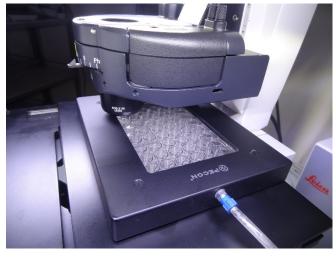
 1er objectif : développer un tel système :
 Idée : utiliser une propriété optique de la calcite, la biréfringence, pour mesurer l'épaisseur des coccolithes lors d'une culture sous microscope

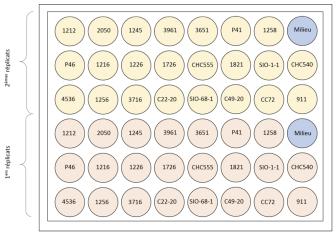


Plateau de 48 puits de culture = 23 souches avec réplication

Lumière monochromatique = n'excitant pas la chlorophylle pendant la nuit (alternance 12h/12h)

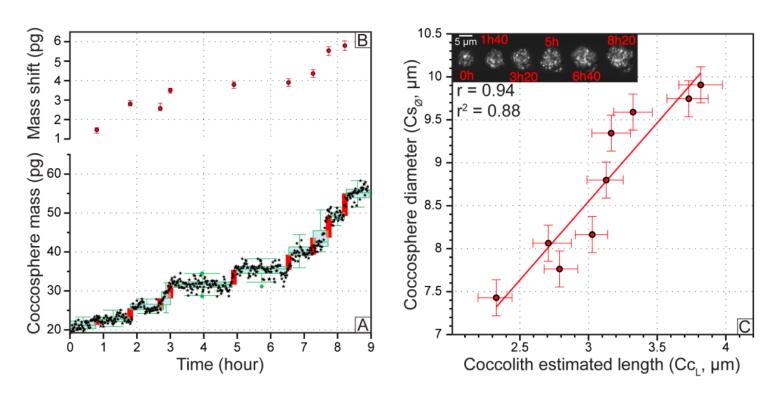






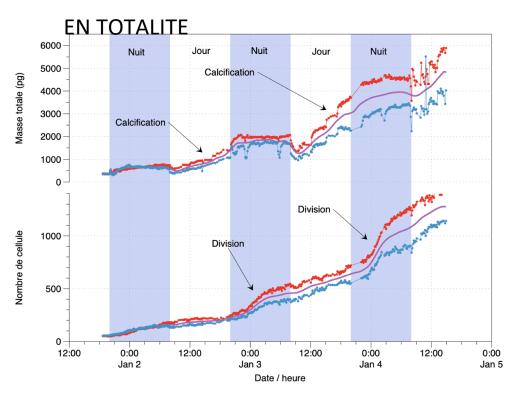
strain	RCC	Morphotype	
RCC4536	RCC4536	A overcalc	
RCC 1256	RCC 1256	A overcalc	
RCC3716	RCC3716	Α	20
C22-20	/	В	8
SIO-68-1	/	В	@
C49-20	/	В	6
CC72	/	Α	
RCC 911	RCC 911	Α	
P46	/	A (overcalc?)	(
RCC 1216	RCC 1216	R	Pbm souches MEB
RCC 1226	RCC 1226	A overcalc	
RCC 1726	RCC 1726	A overcalc	
CHC555	RCC5109	В	
RCC 1821	RCC 1821	В?	
SIO-1-1	/	В	
CHC 540	RCC 5095	В	
RCC1212	RCC1212	В	
RCC 2050	RCC 2050	A overcalc	199
RCC 1245	RCC 1245	Α	
RCC 3961	RCC 3961	R?	
RCC 3651	RCC 3651	Α	
P41	/	A overcalc	
RCC 1258	RCC 1258	В?	

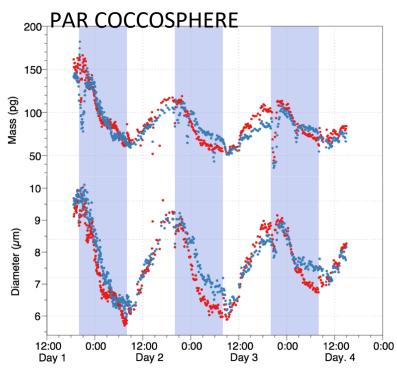
- Premier test de faisabilité : suivi de la masse de calcite d'une coccosphère pendant une journée
- Détection de sauts de masse correspondant à la sortie de coccolithes
- Un coccolithe par heure, de plus en plus gros au fur et à mesure de la croissance de la cellule.



Sucheras-Marx et al., Marine Micropal., in press

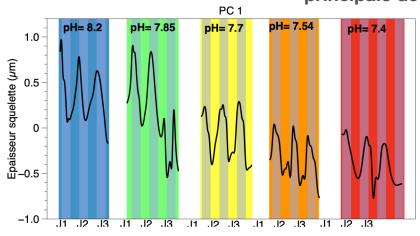
E.huxleyi RCC 4536 cultivée pendant 66 heures avec une replication (rouge et bleue) 4mn pH = 8.2 T = 21°C

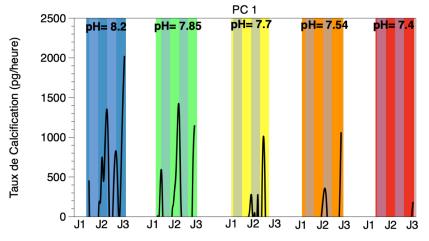




- 46 cultures simultanées à 5 pH différents pendant 3 jours après un mois (30 générations) d'acclimatation à ces pH.
- Nombreux paramètres morphologiques et de productivités
- Epaisseur de la coccosphère et taux de calcification
- En moyenne, diminution de l'épaisseur et du taux de calcification avec le pH.
- Effets sont significatifs au dessous de pH 7.7 (total scale)

1ere composante de l'analyse en composante principale de toutes les cultures



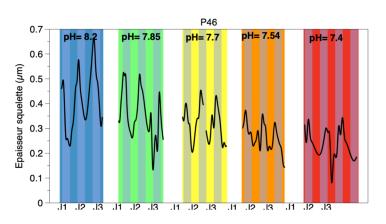


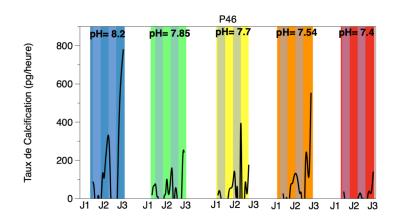
Epaisseur

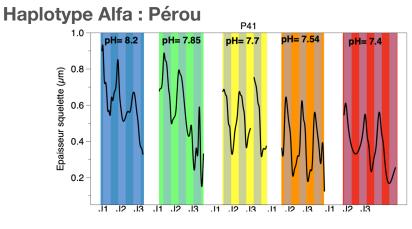
Taux de calcification

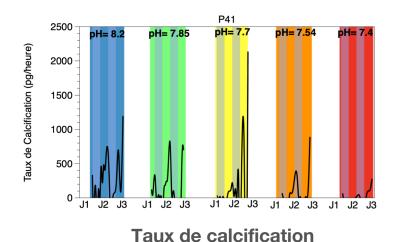
 Les souches provenant de zone à pH naturellement faible (7.8) sont celles qui montrent le moins de baisse du taux de calcification

Haplotype Beta: Pérou





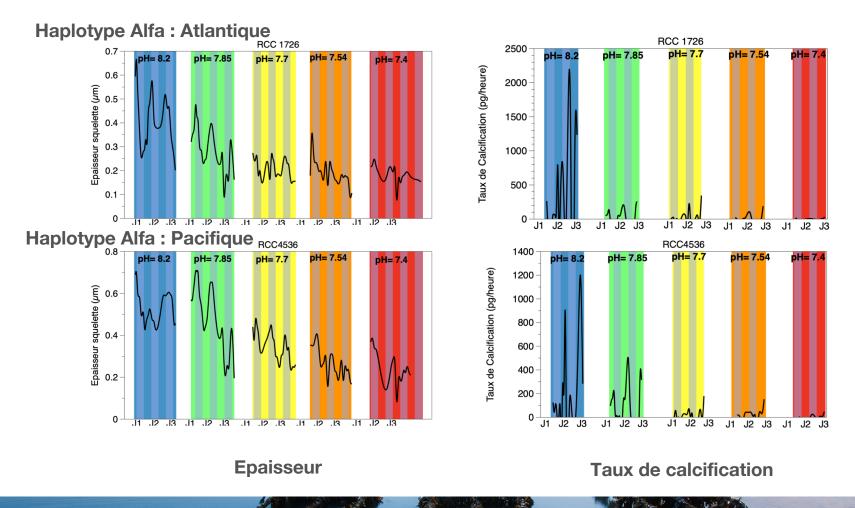




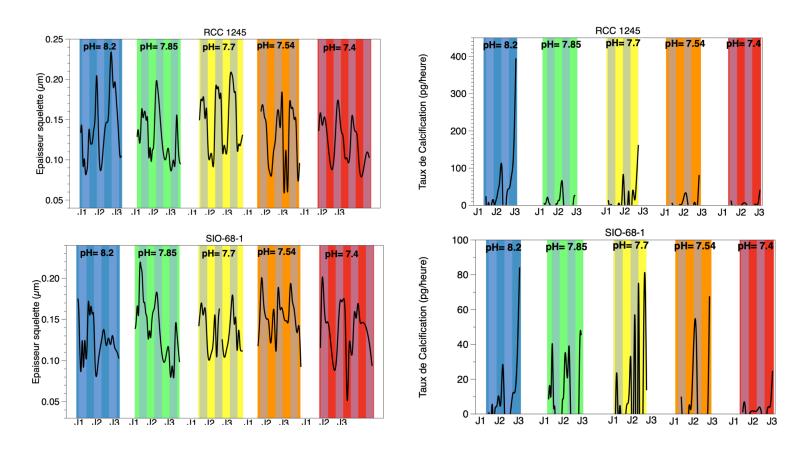
Séminaire scientifique de restitution du programme Acidification des océans

Epaisseur

 Les souches ayant des coccolithes dans la norme et provenant d'environnements à pH classique, sont celles qui subissent le plus mal la baisse de pH.

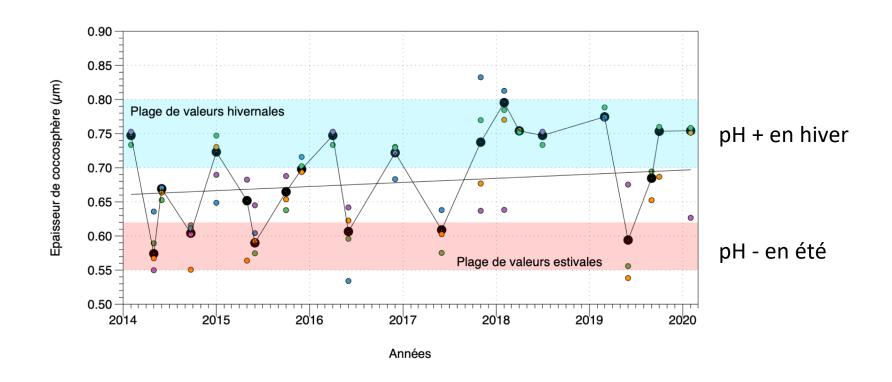


 Les souches ayant des coccolithes très délicats et provenant de hautes latitudes ne subissent pas trop de changement de forme mais calcifient peu à faible pH.



- Cette étude permet de mieux décrire l'effet principal de l'acidification sur les coccolithophores : il est négatif sous un pH de 7.8 à la fois sur l'état calcification des coccolithes et sur leur taux de calcification
- Il existe des différences suivant la provenance des souches, car certaines semblent mieux adaptées que d'autres
- L'adaptation et la résilience de certaines souches sont observées

Exemple d'adaptation de la calcification avec le pH - cas de Marseille



Majd HABIB, thèse en cours

CONCLUSIONS

- COCCACE a permis de mettre au point un outil d'investigation formidable - il est devenu possible d'observer en continu la calcification des coccolithophores :
 - Suivre plusieurs cultures simultanément permet d'avoir des runs homogènes
 - L'alternance jour/nuit est possible
 - Méthode très précise qui permet de detecter par exemple la formation de nouveaux coccolithes d'à peine 3 .10⁻¹² g
 - De contrôler une atmosphère riche en CO₂ pendant plusieurs jours
- COCCACE a précisé le rôle de l'acidification dans un possible futur ralentissement de la calcification des coccolithophores
- Il serait intéressant de coupler des expériences d'acidification avec des expériences de réchauffement; pour mesurer, par exemple, comment se comportent les souches les moins sensibles à l'acidification, en limite thermique haute.