



LA CRISE DE BIOCALCIFICATION DU PASSAGE CRÉTACÉ-PALÉOGENÈ (« BACK TO THE FUTURE »)

Stage de L3 Effectué au Centre de recherche
sur la paléobiodiversité et les
paléoenvironnements (CR2P), UMR 7207
(Sorbonne Université)
en collaboration avec LOCEAN



CR2P

Du 11 Juin 2018 au 3 Août 2018

Encadré par Silvia GARDIN et Diana RUIZ-PINO

La crise Crétacé/Paléogène (« K/T »)

- Dernière extinction de masse en date (-66 millions d'années)

- Causes connues



Trapps du Deccan
(COURTILLOT 1990)

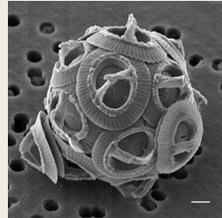


Astéroïde chicxulub
(HILDEBRAND et al. 1991)

expulsions massives de soufre (et autres éléments)

- Conséquences :

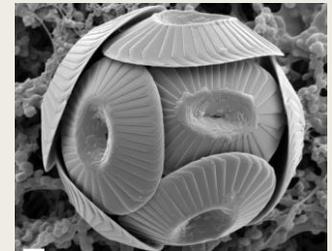
extinction massive



Gephyrocapsa oceanica
(trait : 1 μ m)



Watznaueria barnesae



Coccolithus pelagicus

diminution drastique de l'abondance et de la taille d'organismes marins
(coccolithophoridés phytoplanctoniques) (GARTNER 1996)



Quel impact du dégazage sulfureux sur les coccolithophoridés ?

Les Coccolithophoridés

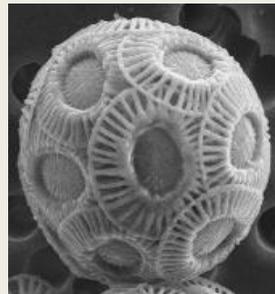
- La Crise K/T, une crise de biocalcification
- Interface Océan/Atmosphère
- Base de la chaîne alimentaire

■ *Emiliana huxleyi*:

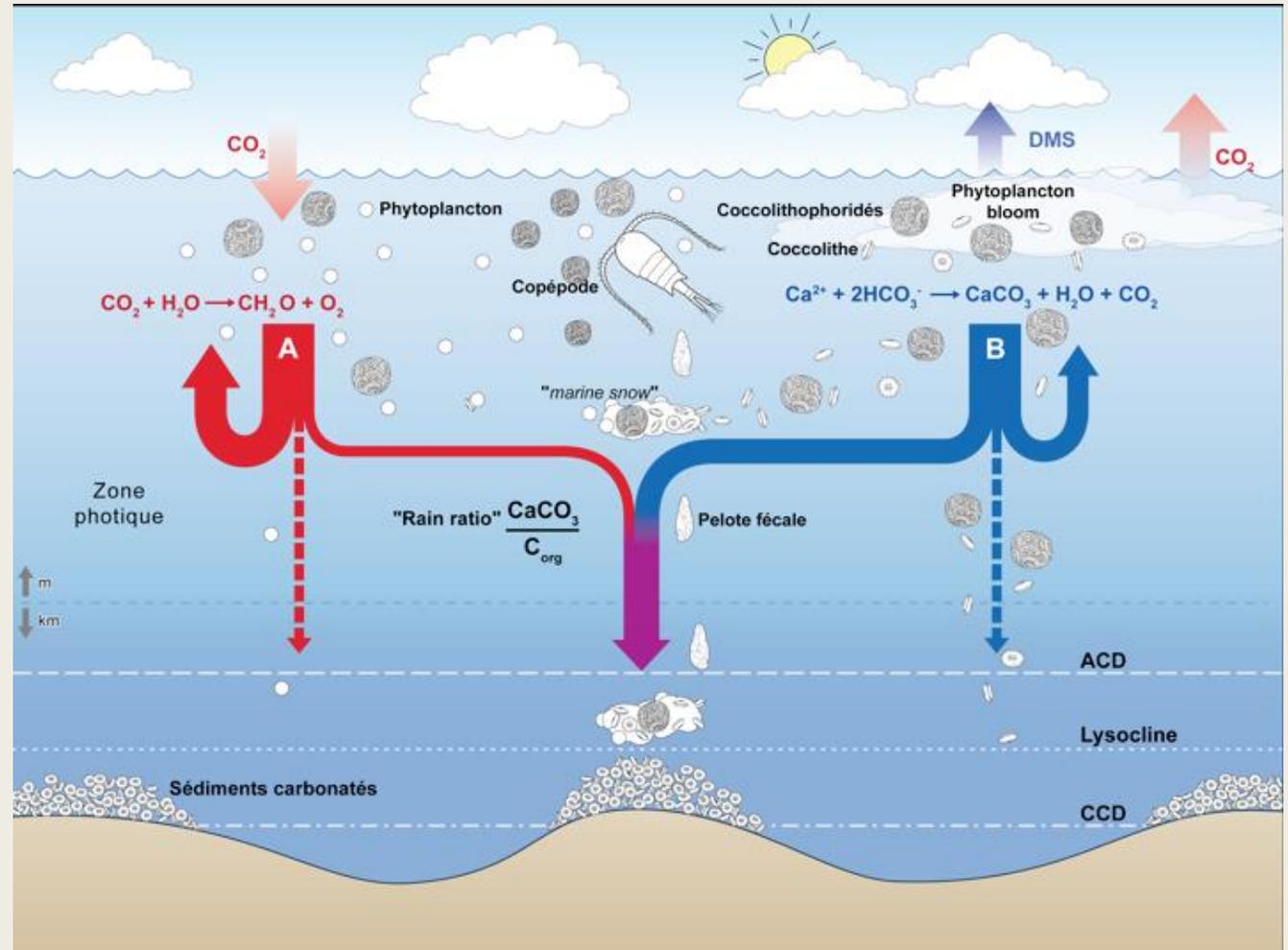
Culture facile

Espèce abondante aujourd'hui
(blooms, ubiquiste)

La plus étudiée

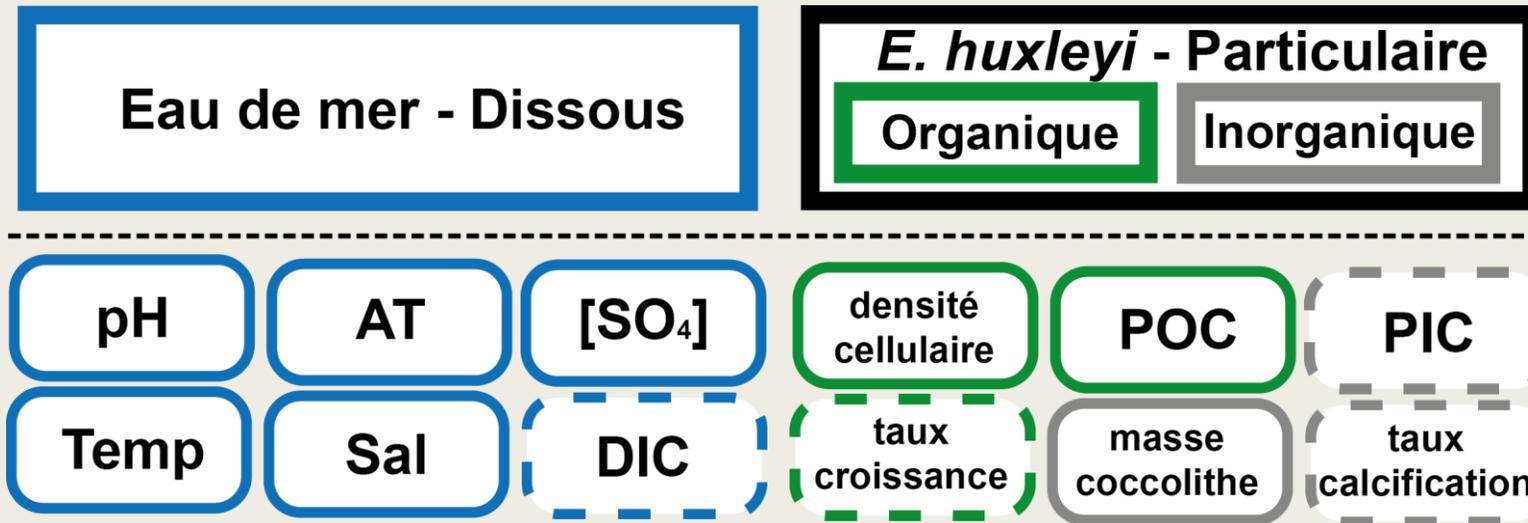


Coccosphère (~6 μ m)
K1S90, MEB de l'UFR758

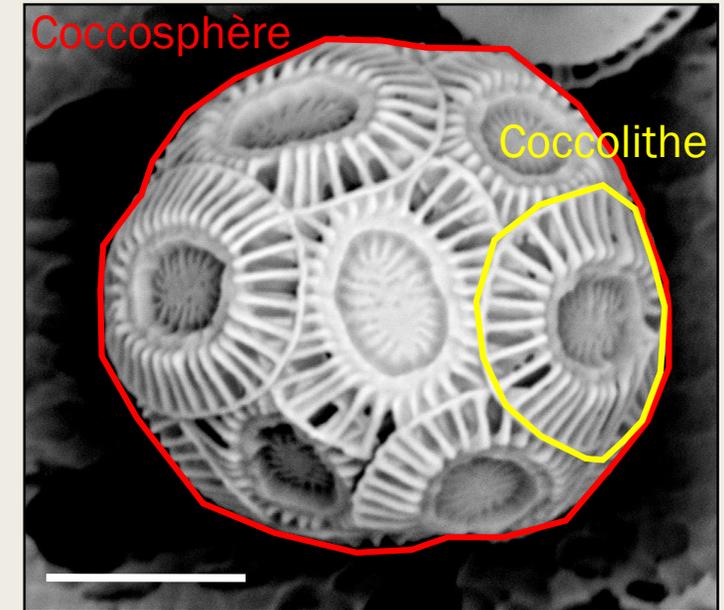


Contexte du stage

- Expérience EMA-COCCO1 par Bérengère BROCHE (2018)



B. BROCHE (C.P)



Emiliana huxleyi (MEB)

Effet inhibiteur du soufre démontré



Analyse morphologique des individus *E. hux* ayant grandi en conditions Crétacé ou Actuelle, pour différents [SO₄] → EMA-COCCO2

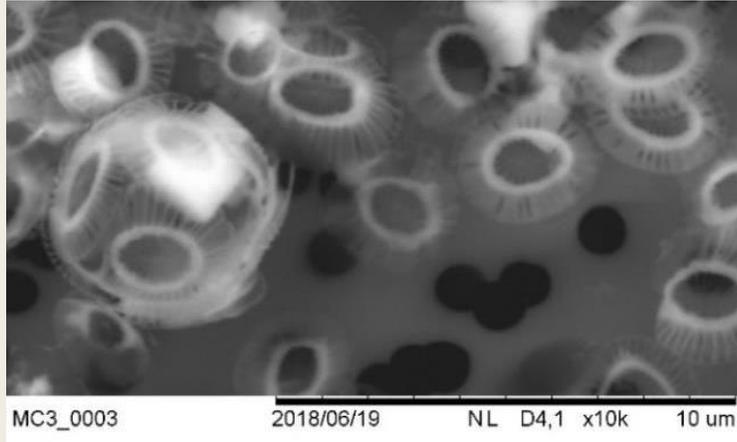
Quel est l'impact de [SO₄], [Mg]/[Ca] et [Ca] sur la morphologie des coccolithophoridés ?

| Mg Ca (mM) | [SO4] (mM) 5 | 17 | 28.8 | 90 | 120 |
|---|--------------------|-----------|------------|------------------|------------------|
| Actuel : [Mg] = 54.2 [Ca] = 10.5 | S5 | S | A | EMA-1 | EMA-1 |
| Crétacé 1 (K1) : [Mg] = 25 [Ca] = 25 | K1S5 | K1 | MC1 | K1S90 | |
| Crétacé 3 (K3) : [Mg] = 10.5 [Ca] = 10.5 | K3S5 | K3 | MC3 | K3S90 | K3S120 |

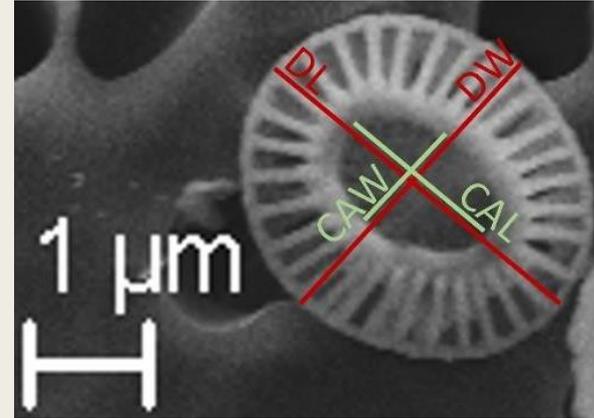
Objectifs du stage

- Eprouver et développer une méthode d'analyse morphologique robuste statistiquement, répétable et reproductible
- Détecter les réactions d'*E. hux* au taux de $[SO_4]$, dépendante du rapport $[Mg]/[Ca]$ et de $[Ca]$
- Poser le premier jalon vers un paramétrage de la réaction d'*E. hux* au taux de $[SO_4]$, pour différents rapports $[Mg]/[Ca]$

Matériel & Méthode



MC3_D2 (MEB du CR2P x10 000)

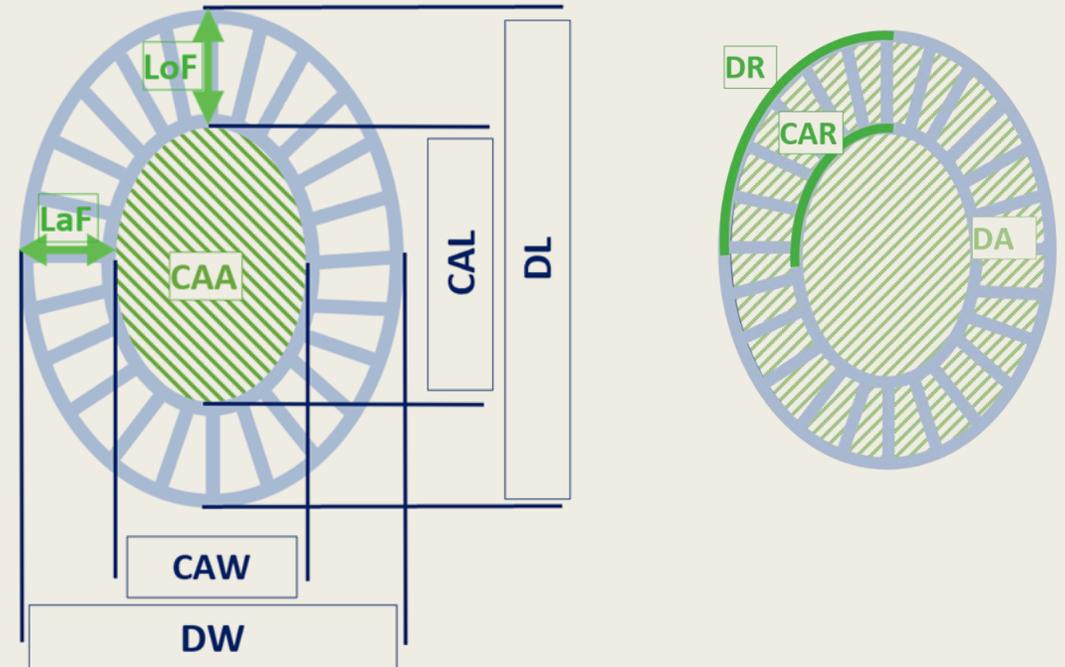


K1S90_D1 MEB de l'UFR958

Par échantillon :

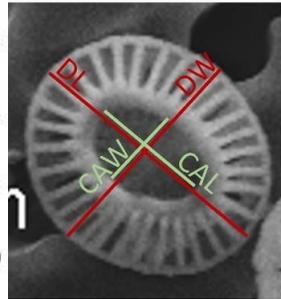
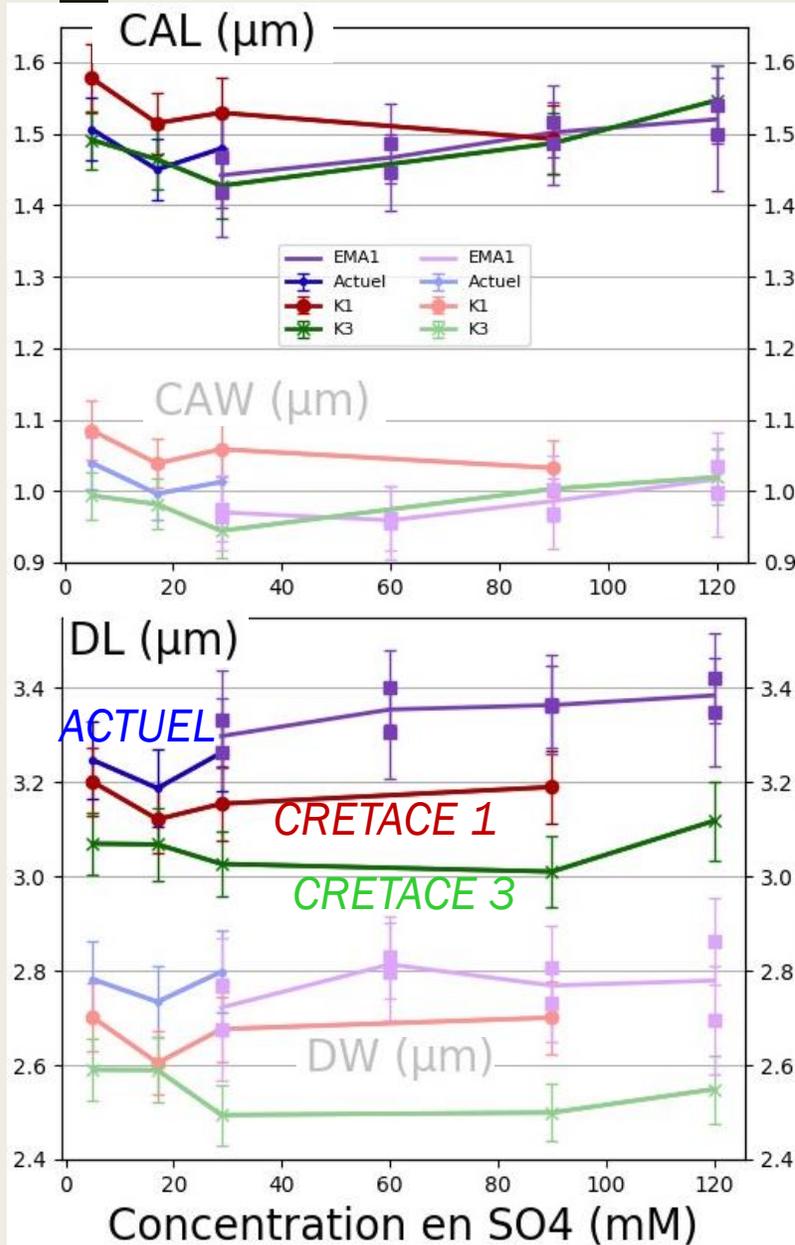
- 200 coccosphères (3 diamètres)
 - 80 coccolithes (4 mesures)
- 12 échantillons + répétabilité
→ 15 000 mesures

Puis traitement statistique

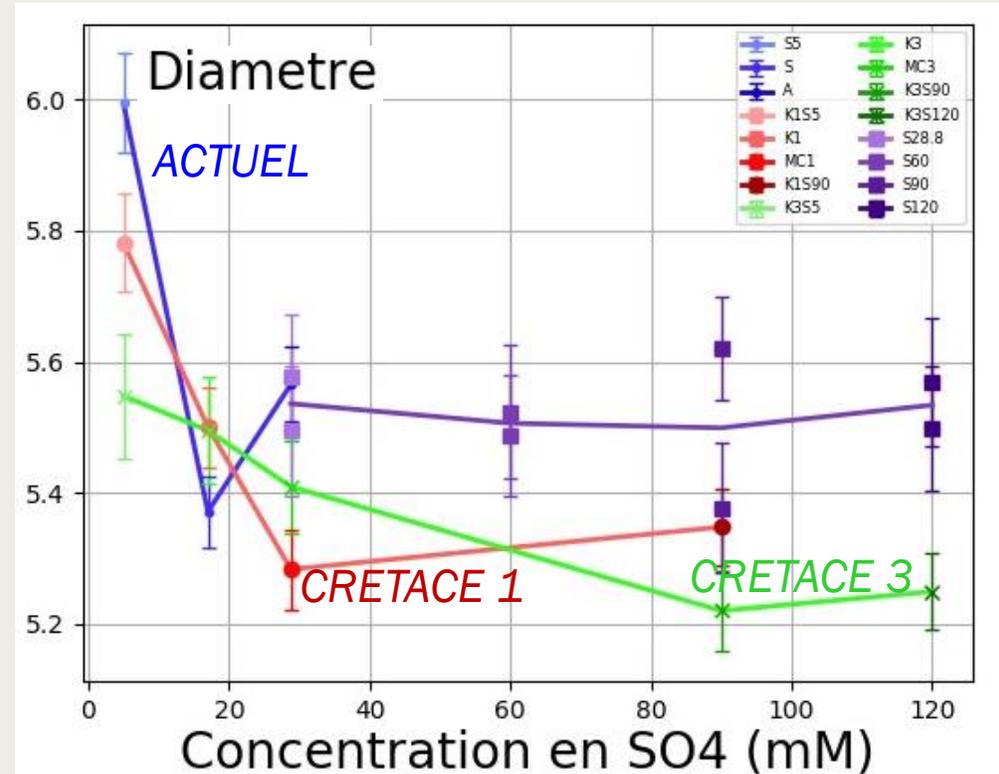
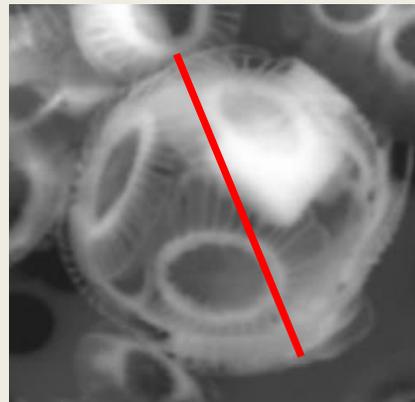


Paramètres mesurés sur les coccolithes

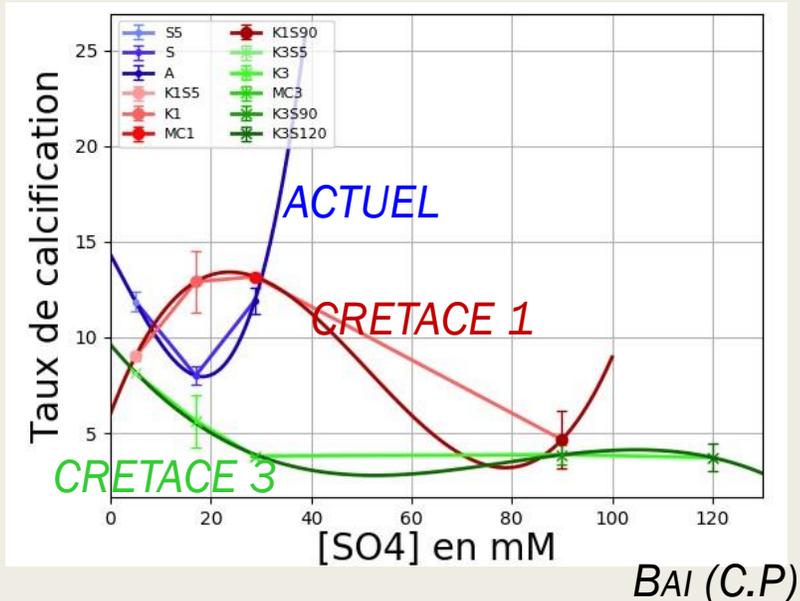
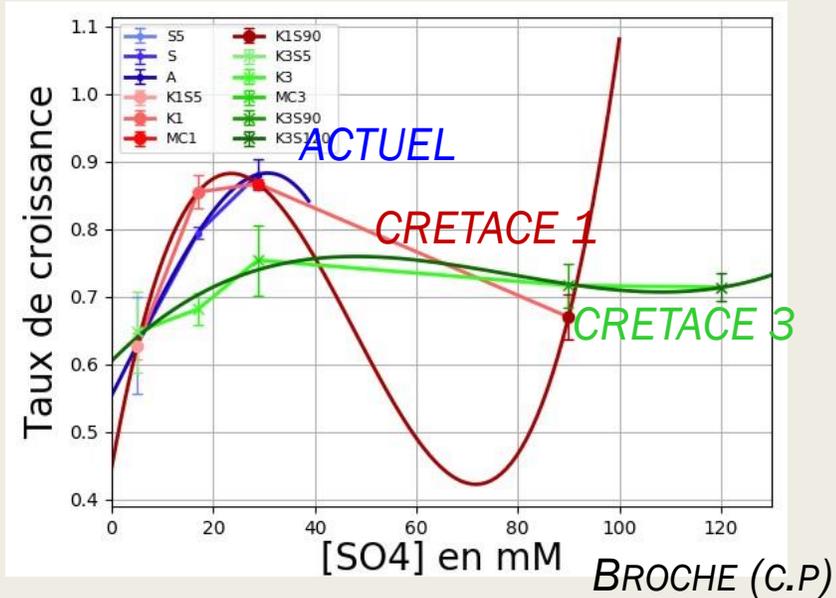
Réponses morphologiques d'*E. hux*



- Variation en fonction de $[\text{SO}_4]$ significative, mais aussi en fonction de $[\text{Mg}]/[\text{Ca}]$ et $[\text{Ca}]$
- Le plus marquant = diamètre: diminution de la taille



Paramètres Biologiques



- Taux de croissance augmente jusqu'à 28.8mM (océan actuel), puis baisse (pente variable selon Mg/Ca)
- Act : calcification diminue puis réaugmente/inversée pour K1 : très différent selon les conditions !
- Comportement très variable selon [Mg]/[Ca] et [SO₄]
- Chimisme déterminant pour la calcification même biotique

Discussion

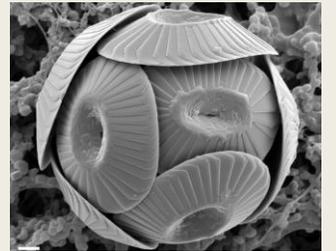
- Hypothèse de la **facilitation par le soufre** ? Augmentation du taux de croissance (inversement corrélée à la taille) (RATTI, KNOLL & GIORDANO 2011)
- STANLEY 2005: même type d'expérience ($[Mg]/[Ca]$) mais espèces différentes → résultats différents
- *E. hux* réagit au soufre et au rapport $[Mg]/[Ca]$, mais difficile de conclure : **problème de l'actualisme**
- Premier outils vers paramétrisation ? (*Michaelis-Menten*)

Conclusions

- **Sulfates** jouent un rôle dans la morphologie et la croissance des coccolithophoridés → **taux de croissance, de calcification et la taille des coccolithophoridés** limités lors de la crise K/T, avec un **impact dépendant du rapport [Mg]/[Ca]**

Perspectives

- Nouvelles études avec gamme plus riche et **d'autres espèces** ?
- Effet **combiné** du soufre sous forme de SO_4 avec **l'acidification** ? Et avec **CO_2** et **ETM**? (rôles majeurs du pH et de la salinité, BACH, et al. 2012)



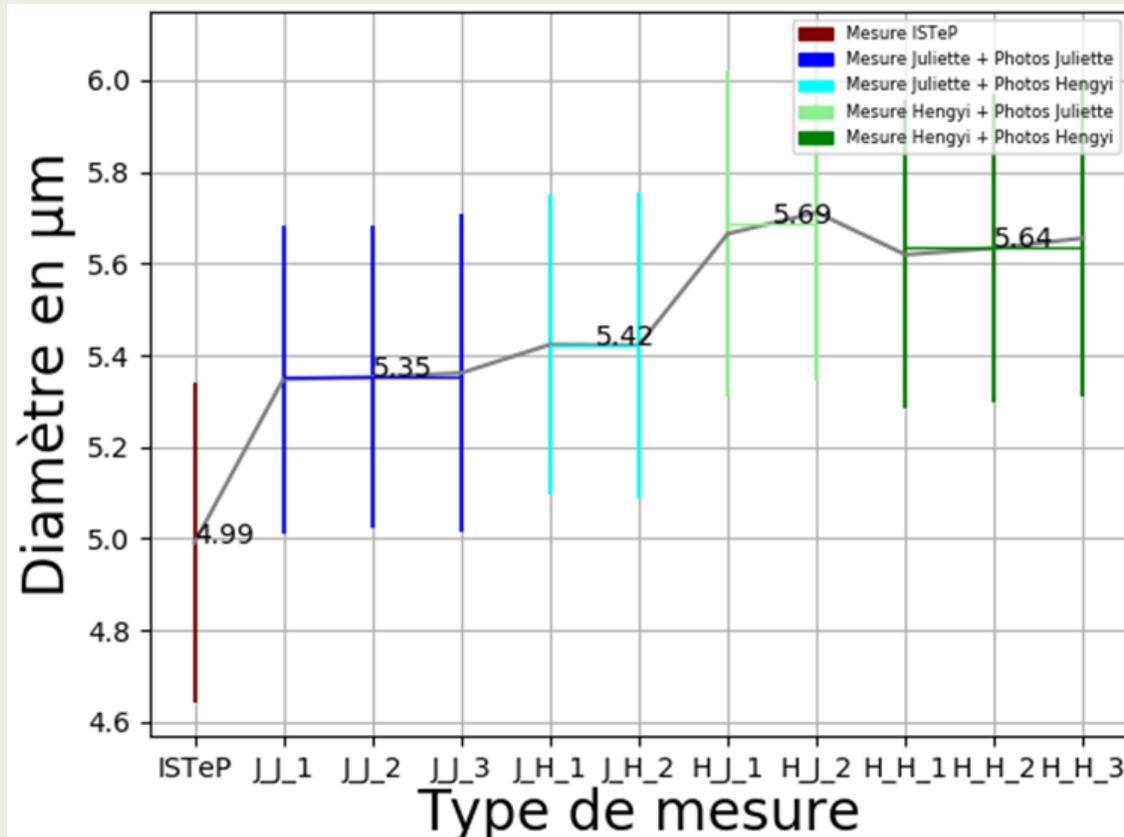
Coccolithus pelagicus

MERCI POUR VOTRE
ATTENTION

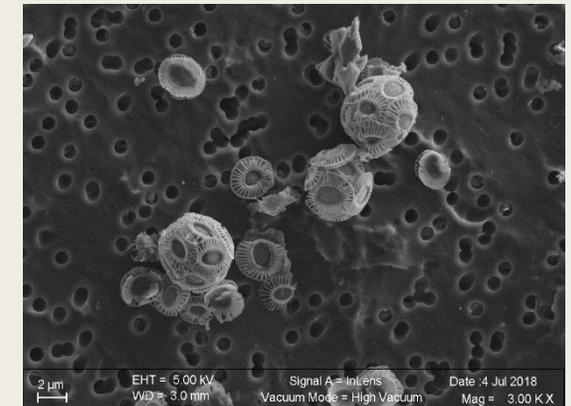
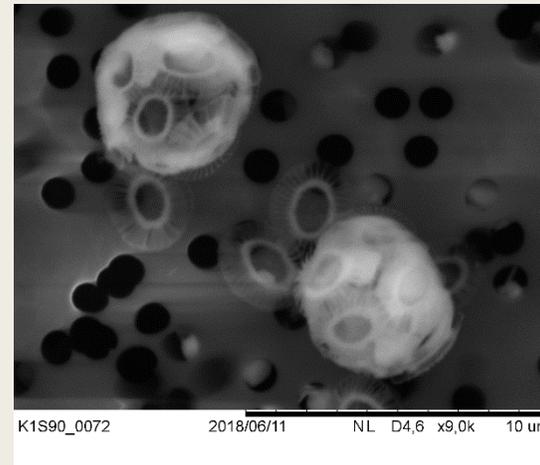


Répliquabilité & Répétabilité des mesures

- Répétabilité : même matériel, même expérimentateur (même set de photos ou pas)
- Répliquabilité : Modification de matériel ou d'expérimentateur

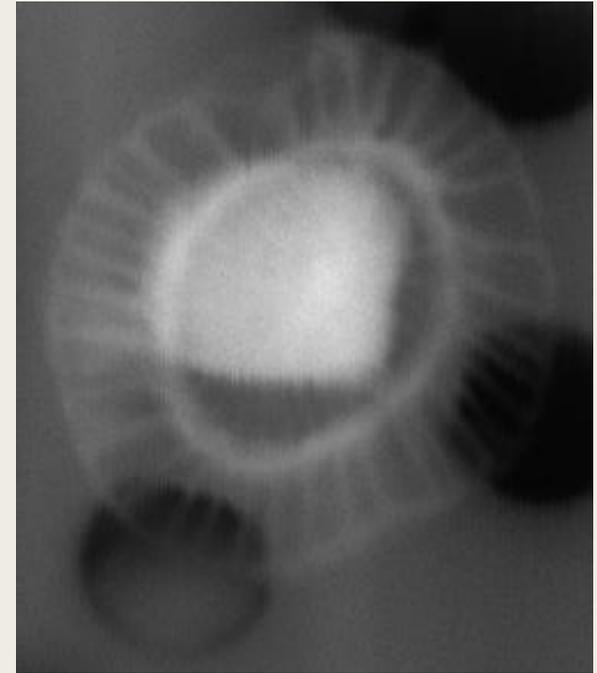
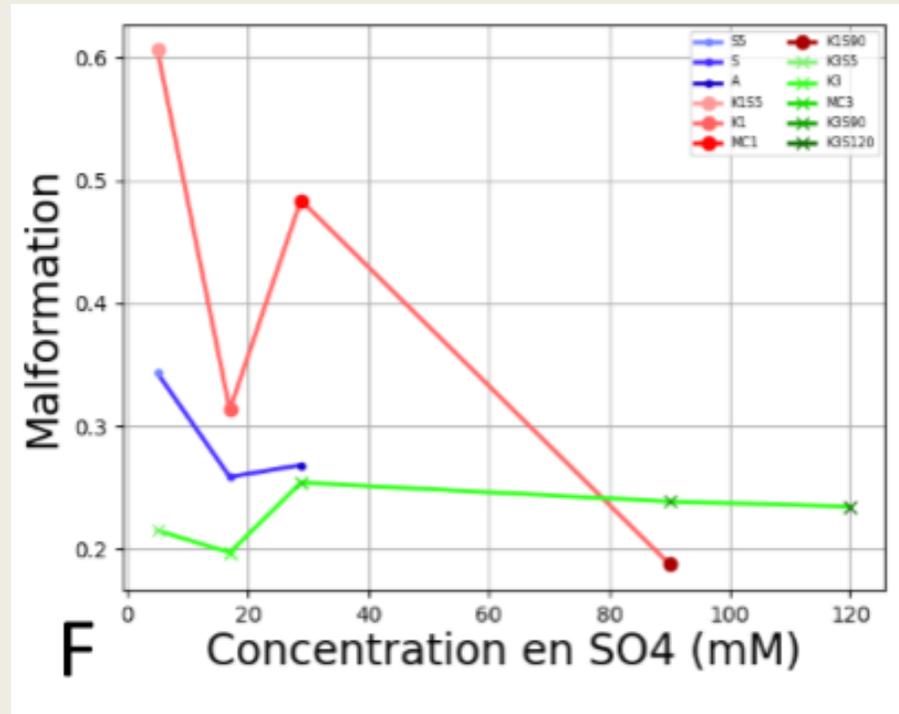
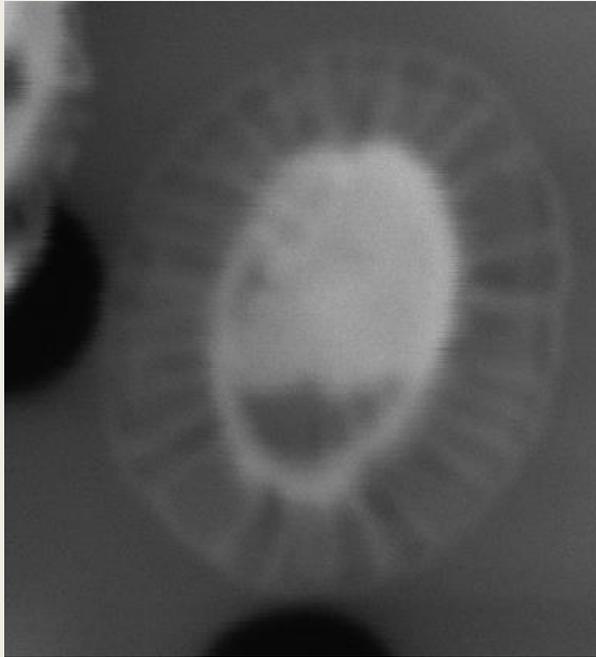


Diamètre mesuré en fonction du matériel et de l'expérimentateur



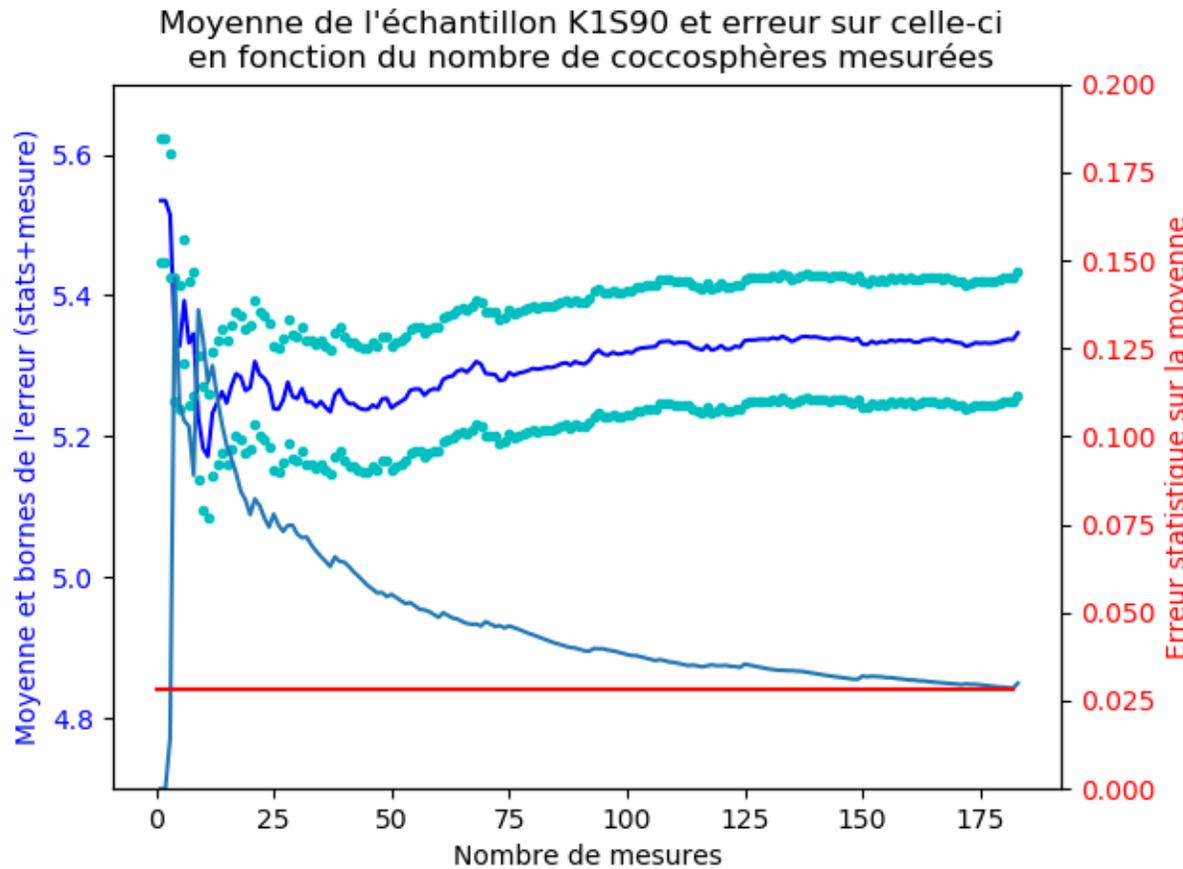
Comparaison de K1S90 en photo au mini-MEB (CR2P, à gauche) et au MEB de l'ISteP (à droite)

Indice de Malformation

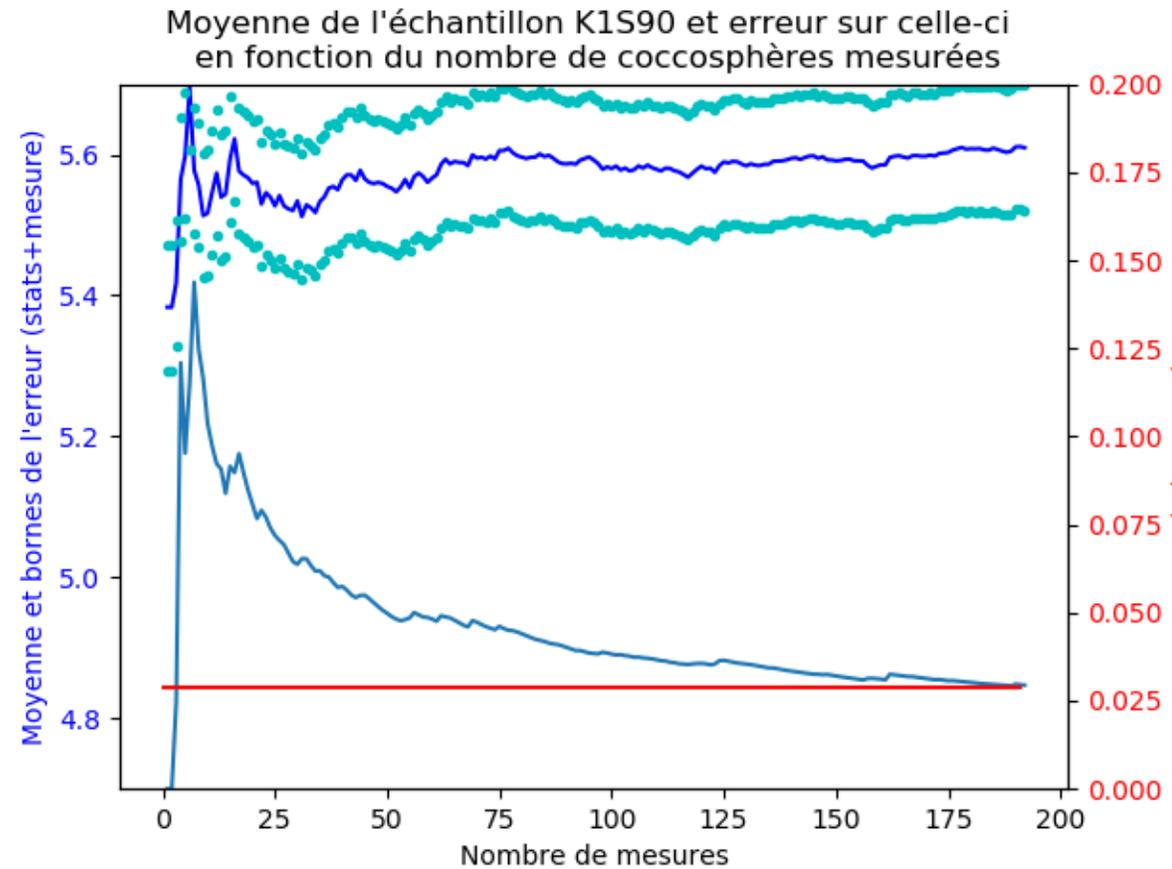


$$Malf = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{DA}{CAA} - m_{\frac{DA}{CAA}} \right)^2 \left(\frac{DR}{CAR} - m_{\frac{DR}{CAR}} \right)^2}{n}$$

Mesures de l'erreur en fonction du nombre de mesures

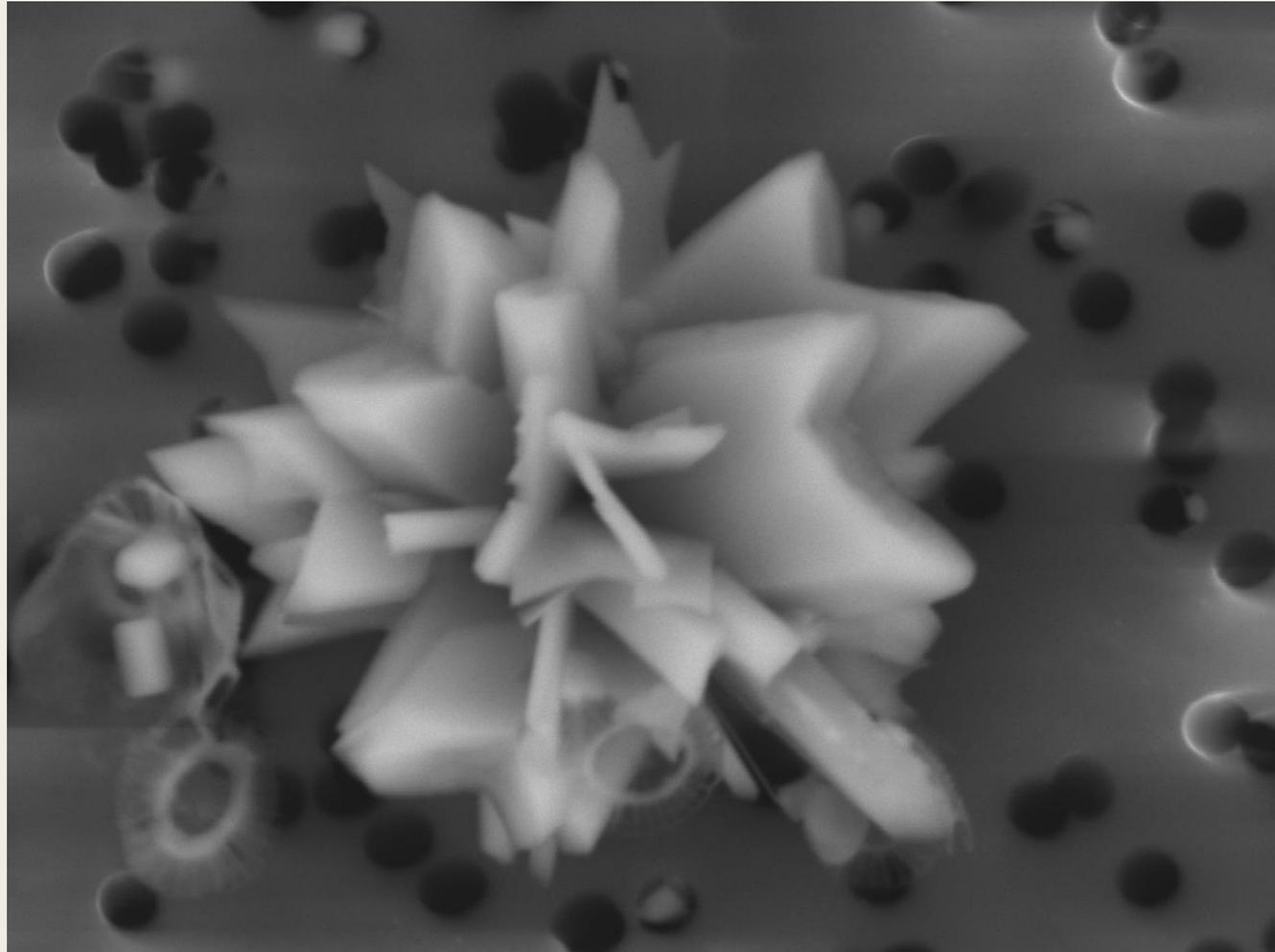


Juliette LUISELLI



Hengyi BAI

Gypse



K1S90_0027

2018/06/11

NL D4,6 x7,0k

10 um