

BIOMINÉRAUX

COURS 11h00-13h00 SALLE ORANGE

05/10 F. GUYOT

12/10 F. GUYOT

19/10 pas de cours

26/10 B. MENEZ rappels de biologie

2/11 Contrôle continu

9/11 B. MENEZ rappels de biologie

16/11 pas de cours

23/11 F. GUYOT

30/11 B. MENEZ

7/12 B. MENEZ

guyot@impmc.jussieu.fr

menez@ipgp.jussieu.fr

<http://step.ipgp.jussieu.fr> --> TICE-->

serveur de cours --> Biominéraux

BIOMINÉRAUX

PREMIER COURS;

ASPECTS GÉNÉRAUX

ASPECTS GÉNÉRAUX

1. QUELQUES DÉFINITIONS ET CONCEPTS

A. BIOMINÉRAUX

**LES MINÉRAUX (SOLIDES OBSERVÉS
DANS LA NATURE) SYNTHÉTISÉS PAR
LES ORGANISMES VIVANTS**



Coccolithus Pelagicus

B. BIOMINÉRALISATION

**LE PROCESSUS DE SYNTHÈSE DE
MINÉRAUX PAR LES ORGANISMES
VIVANTS**

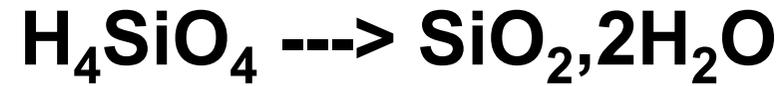
BIOMINÉRALISATION = PROCESSUS CELLULAIRE



Carbonates



Silice



Analyse thermodynamique

Carbonates

$$\mathcal{A} = \mathcal{A}^\circ(T,P) + RT \ln((a_{\text{Ca}^{2+}} * a_{\text{CO}_3^{2-}}) / a_{\text{CaCO}_3})$$

$$= RT \ln Q / K_s = RT \ln \Omega$$

$$\text{Avec } Q = (a_{\text{Ca}^{2+}} * a_{\text{CO}_3^{2-}}) / a_{\text{CaCO}_3}$$

$$K_s = \exp(-\mathcal{A}^\circ(T,P) / RT) = ((a_{\text{Ca}^{2+}} * a_{\text{CO}_3^{2-}}) / a_{\text{CaCO}_3})_{\text{eq}}$$

$$\Omega = Q / K_s$$

Idem pour la **silice**

Pour les carbonates, l'océan actuel

est à Ω de l'ordre de 5 (sursaturé)

Pour déclencher la précipitation, il faut

des valeurs de Ω plus élevées,

typiquement 65

Pour la silice, l'océan actuel est très sous-saturé

DEUX STRATÉGIES appliquées en parallèle:

Concentration (Ω augmente)

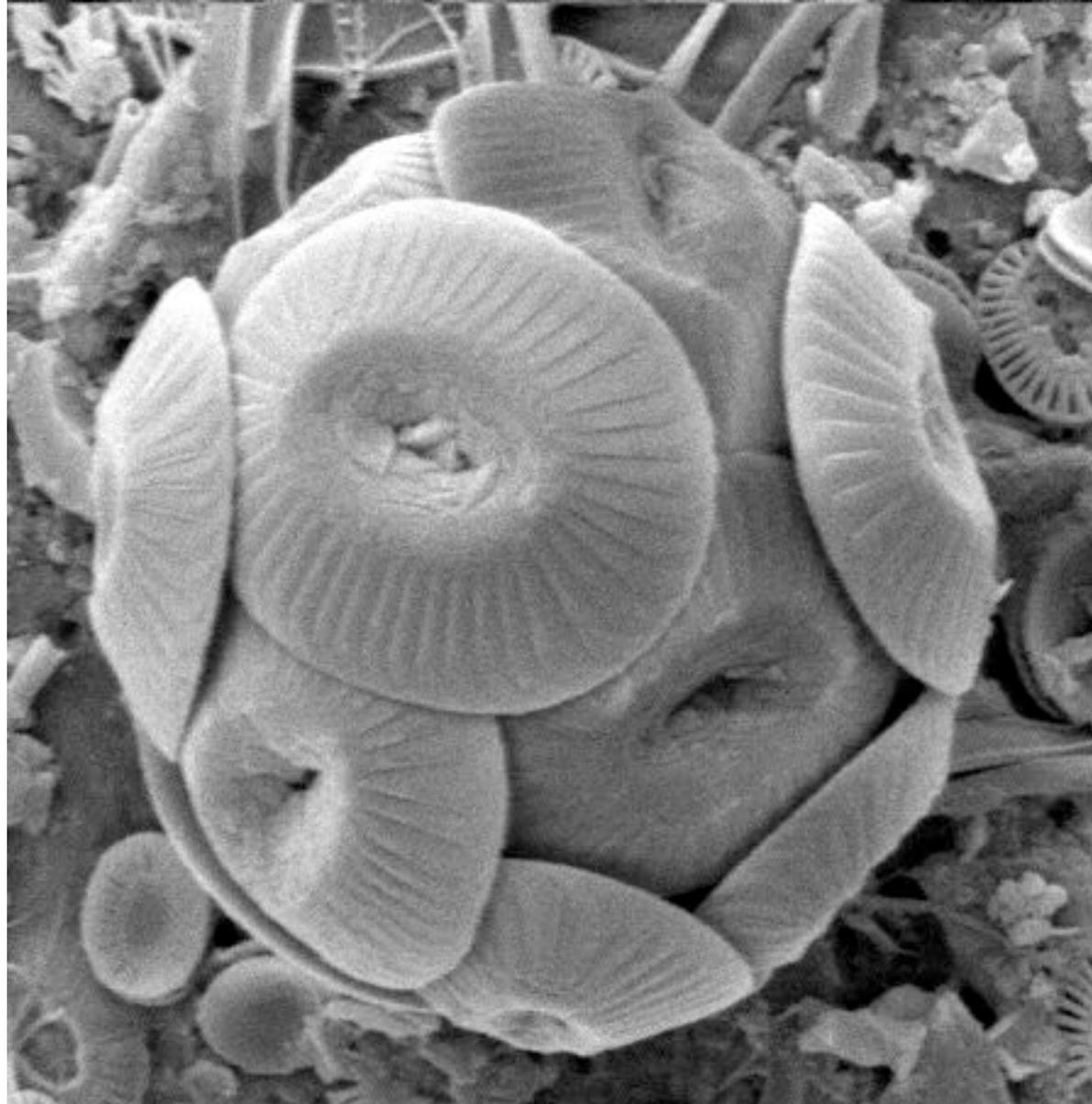
Matrice biomoléculaire (Ω critique diminue)

CONCENTRATION ET MATRICE ORGANIQUE



NB inhibition de la biominéralisation pendant le transport cellulaire

ORDRE LIÉ À LA MATRICE ORGANIQUE



Coccolithus Pelagicus

Orientation cristallographique

Ex : Raisonnement calcite et aragonite

$$\mathcal{A} = \mathcal{A}^\circ(T,P) + RT \ln\left(\frac{a_{\text{Ca}^{2+}} * a_{\text{CO}_3^{2-}}}{a_{\text{CaCO}_3}}\right)$$

$$= RT \ln Q / K_s = RT \ln \Omega$$

$$\text{Avec } Q = \frac{a_{\text{Ca}^{2+}} * a_{\text{CO}_3^{2-}}}{a_{\text{CaCO}_3}}$$

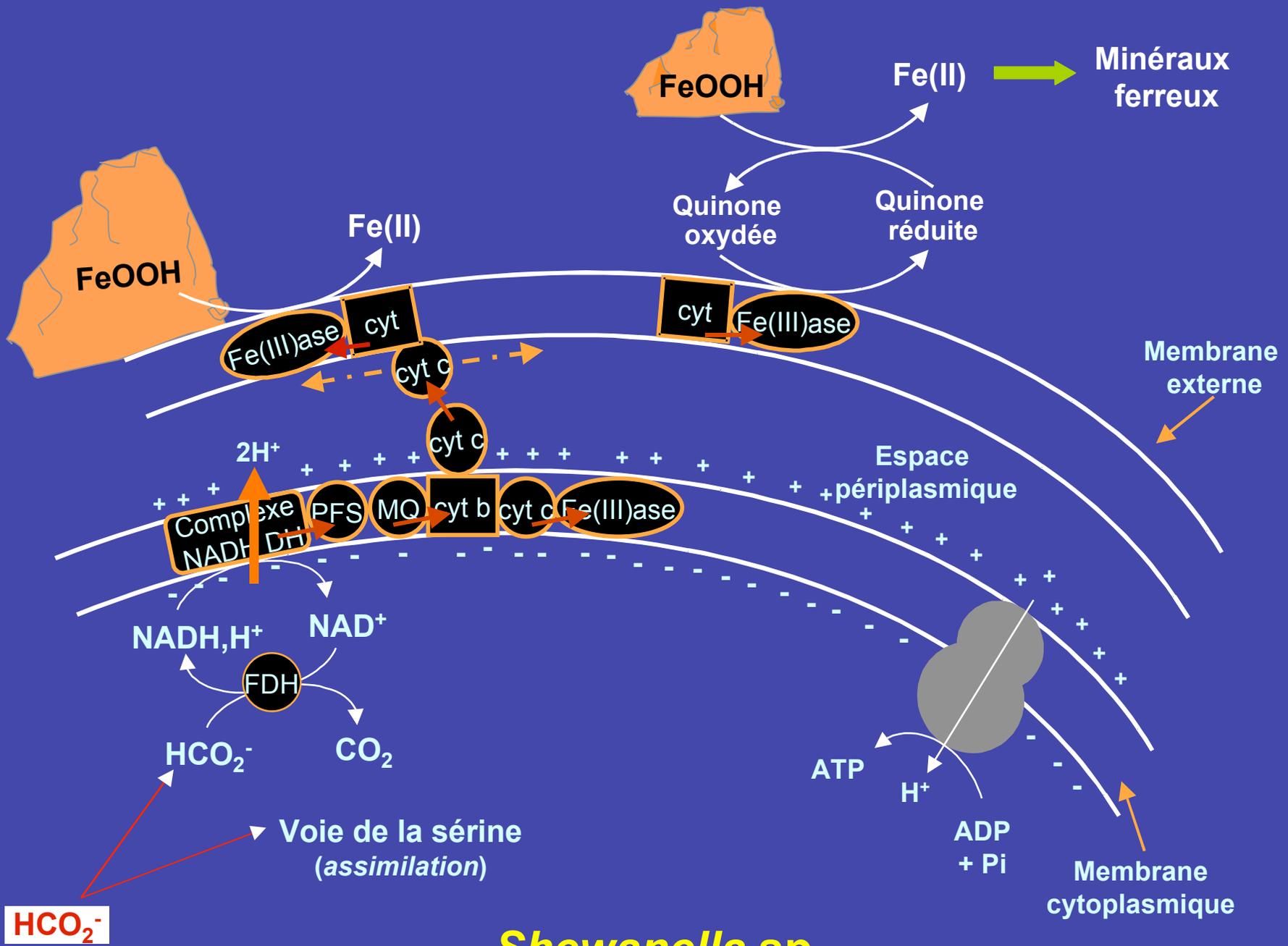
$$K_s = \exp(-\mathcal{A}^\circ(T,P) / RT) = \left(\frac{a_{\text{Ca}^{2+}} * a_{\text{CO}_3^{2-}}}{a_{\text{CaCO}_3}}\right)_{\text{eq}}$$

$$\Omega = Q / K_s$$

Possibilité de fabriquer des phases métastables

C. INTERACTIONS
ORGANISMES/MINÉRAUX

ÉTUDE DU CONTACT
ORGANISME/MINÉRAL

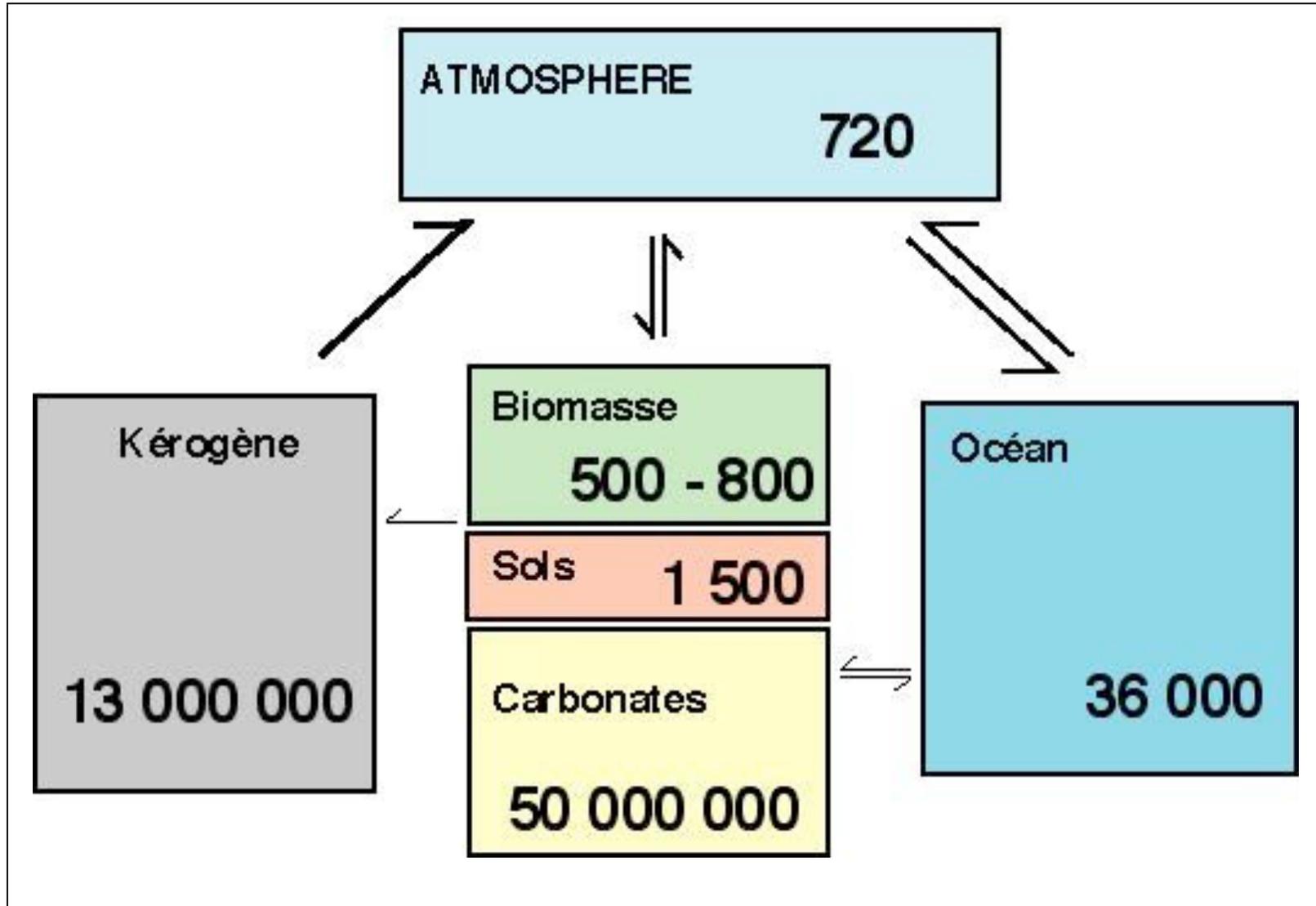


***Shewanella* sp.**

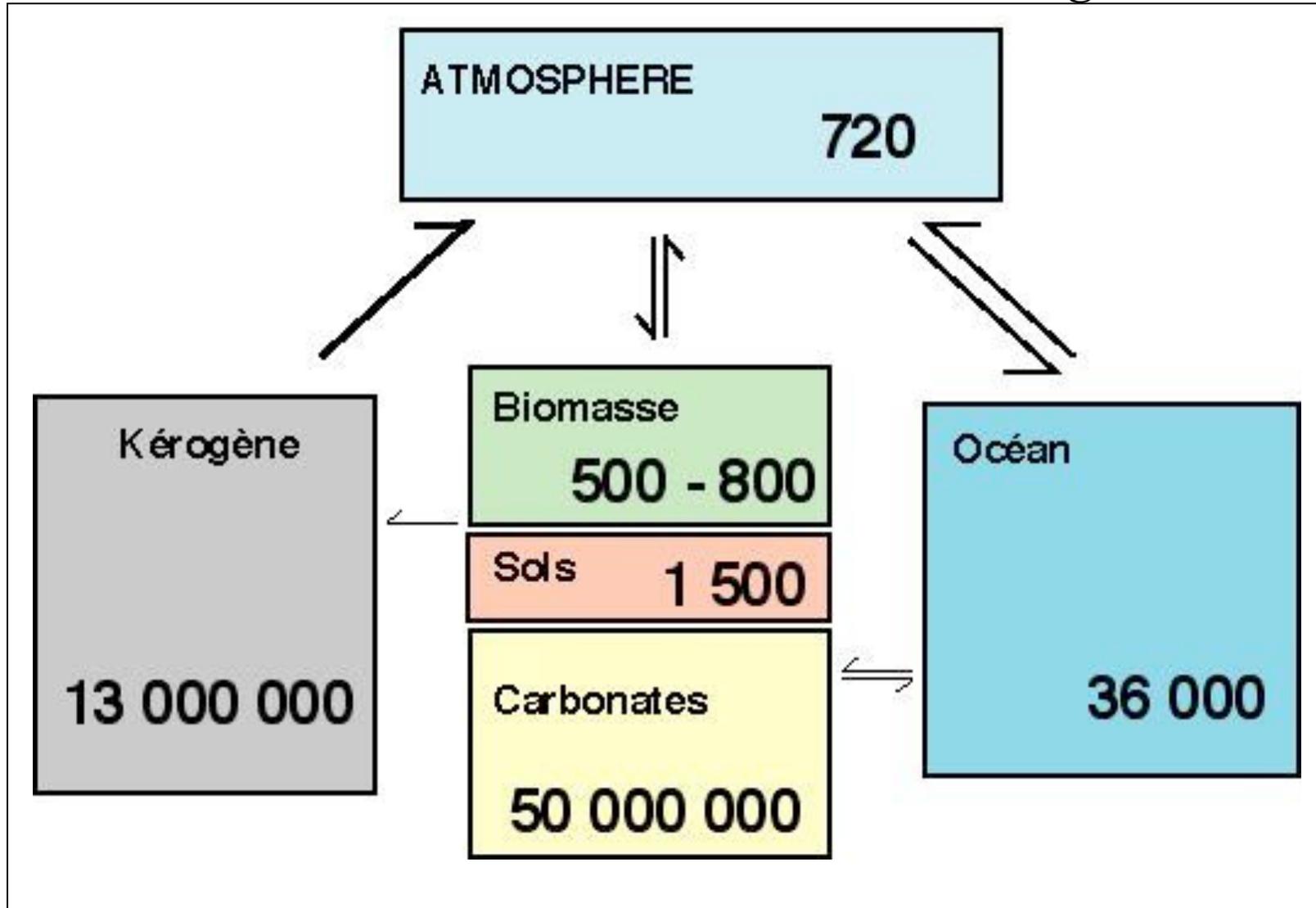
ASPECTS GÉNÉRAUX

2. BIOMINÉRALISATION ET CYCLE DU CARBONE

Réservoirs (en 10^{15} g C)



Actions de la biominéralisation sur les transferts océan->carbonates et biomasse->kérogène



ASPECTS GÉNÉRAUX

3. CALCIFICATION BIOLOGIQUE

Carbonates solides

Calcite CaCO_3 ;

Aragonite CaCO_3 ;

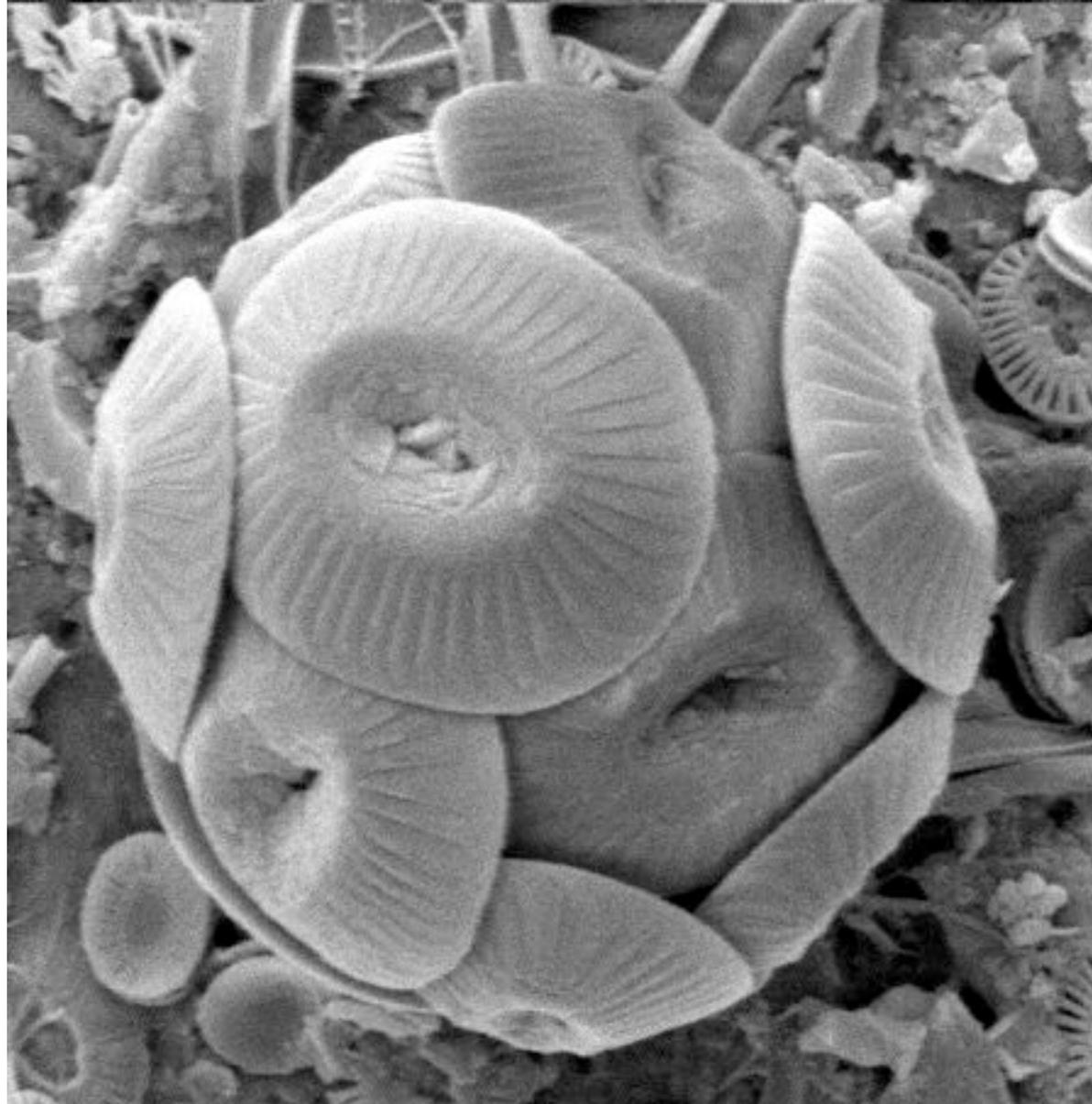
Dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Vaterite CaCO_3

Formation de carbonates



Eucaryotes unicellulaires photosynthétiques

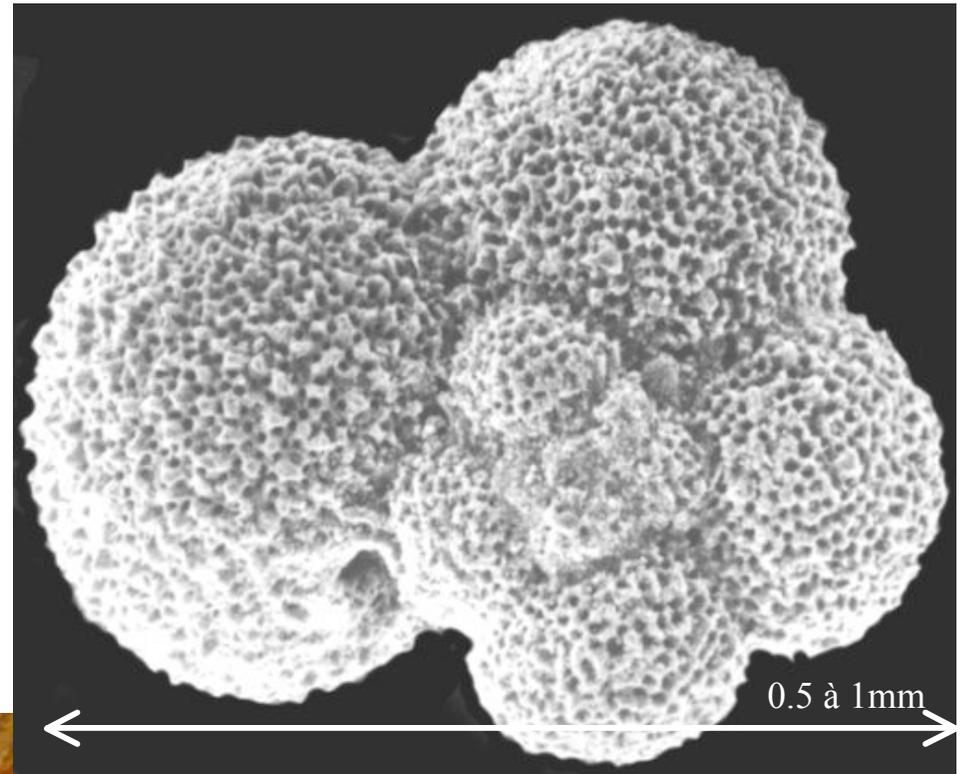


coccolithophoridés

Coccolithus Pelagicus

Foraminifères:

Eucaryotes unicellulaires



*Possédant des eucaryotes
unicellulaires photosynthétiques
symbiotes*

Coraux:

Animaux

Possédant souvent des eucaryotes

unicellulaires photosynthétiques

symbiotes

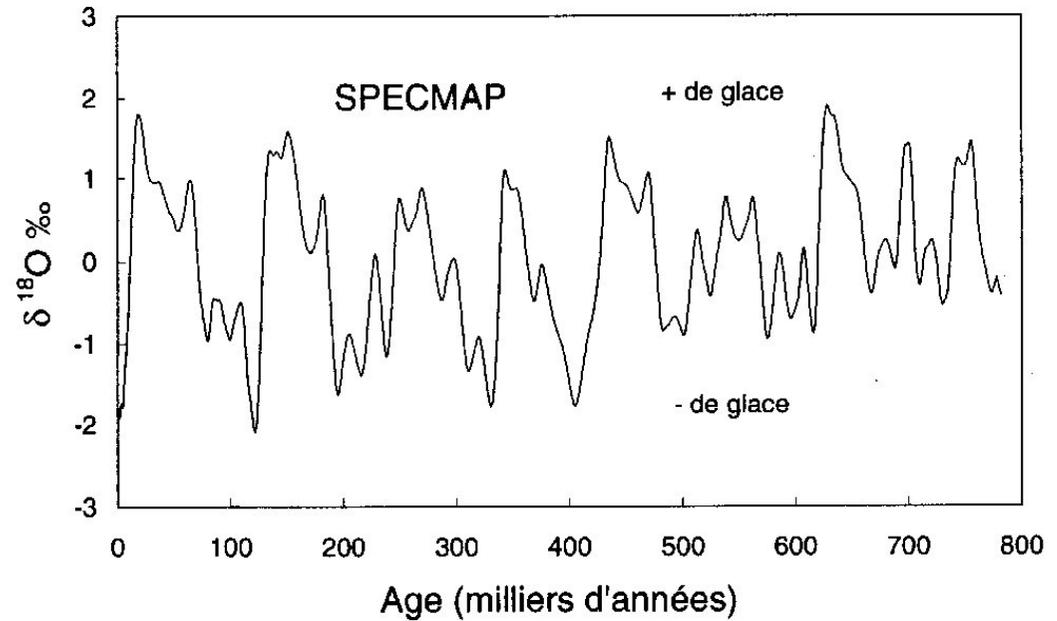


RECONSTITUTIONS PALEOCLIMATIQUES

$\delta^{18}\text{O}$

$\delta^{13}\text{C}$

Cd, Ba, Mg

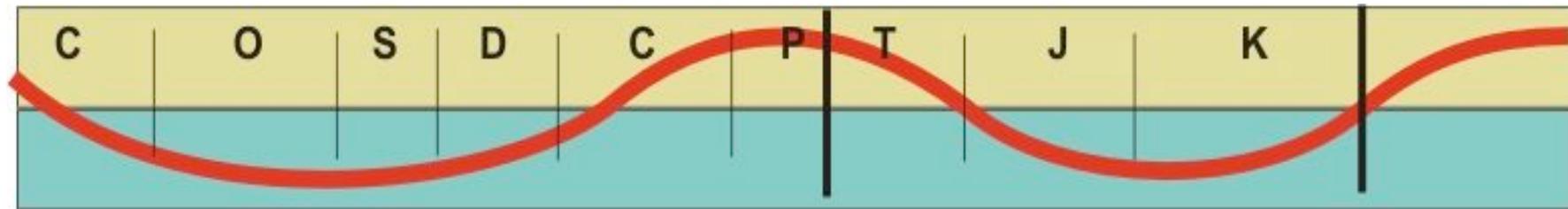


=> paléotempératures, paléocirculation, paléochimie des océans

=> calibration des modèles climatiques

EVOLUTION GLOBALE DE L'OCÉAN

foraminifères radiaux modernes



*Les variations chimiques de l'environnement marin
(minéralogie des ciments calcaires, Sandberg, 1983)*



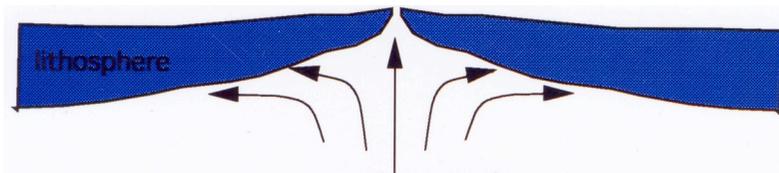
Dominance Aragonite



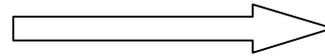
Dominance Calcite

Mg:Ca fort

Mg:Ca faible

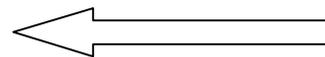


taux d'expansion important



augmentation de la
circulation
hydrothermale

Mg/Ca diminue



**Stromatolites (carbonates bactériens
Rôle central des cyanobactéries :
Procaryotes photosynthétiques)**

