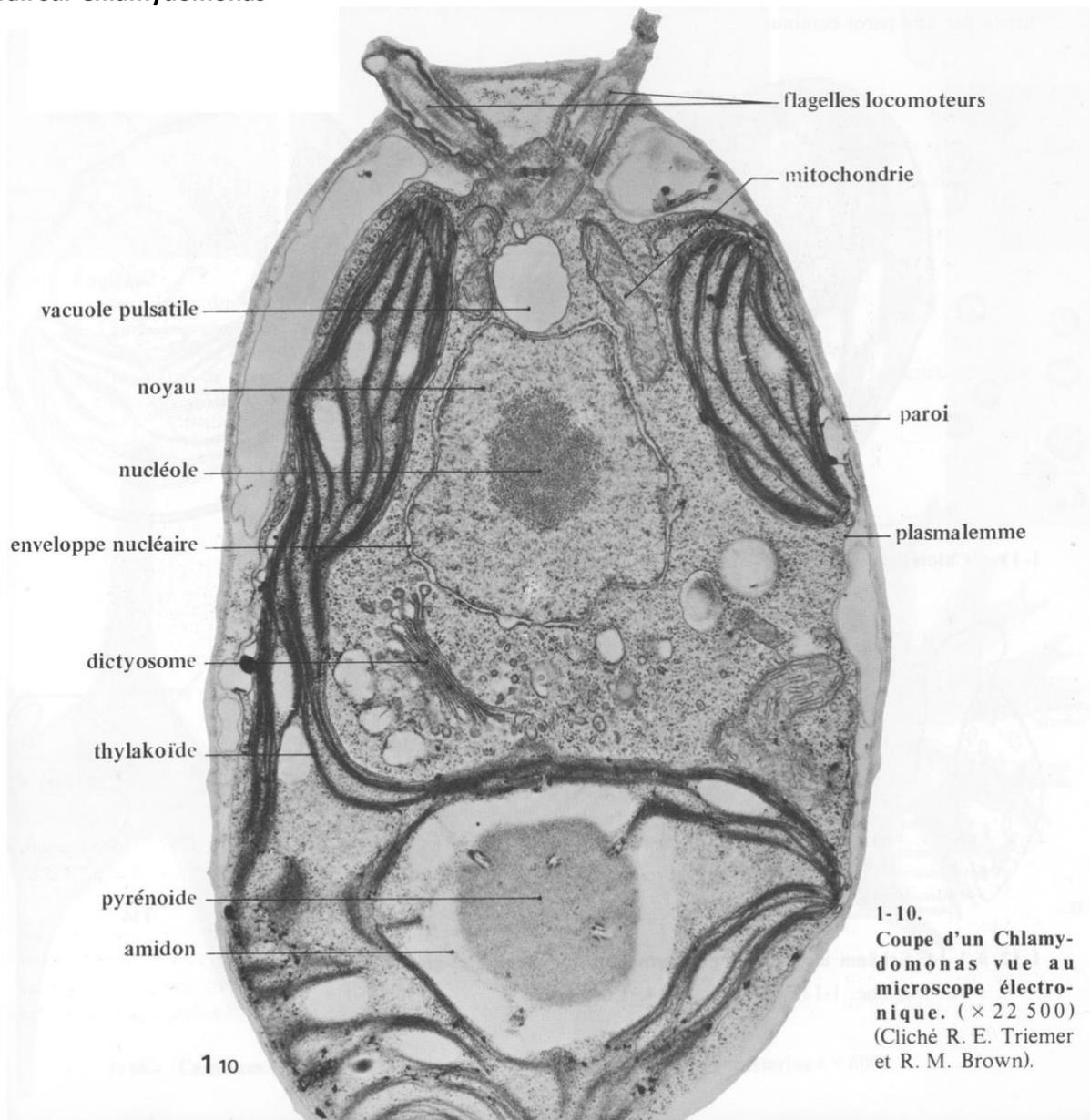


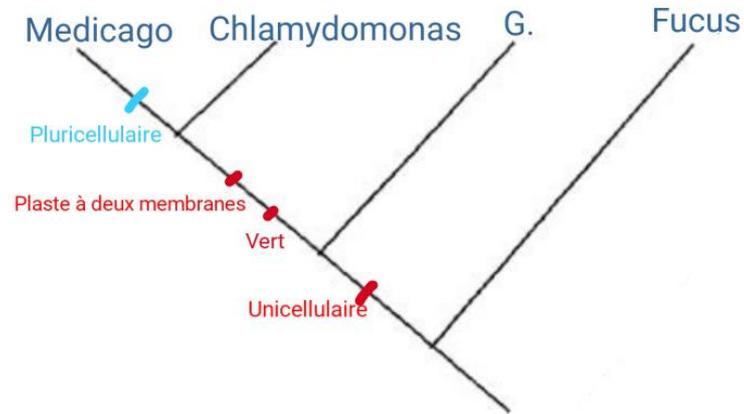
TD 5 Phylogénie – Biogéosciences I/ Phylogénie

1 : Travail sur Chlamydomonas



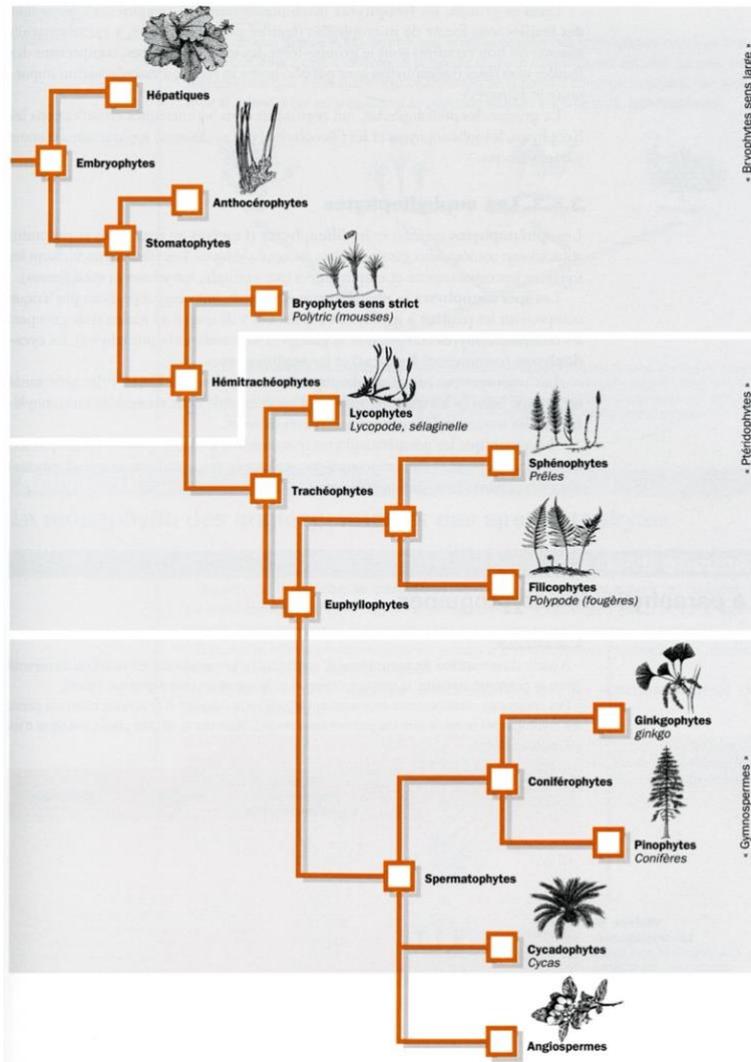
Caractère	Fucus	Medicago	Chlamydomonas	G
Milieu de vie	Aquatique	Aérien	Aquatique	Aquatique
Présence de plastes	Oui	Oui	Oui	Oui
Nombre de membranes des plastes	4	2	2	4
Couleur	Brun	Vert	Vert	Brun
Organisation	Pluricellulaire	Pluricellulaire	Unicellulaire	Unicellulaire

Caractère	Fucus	Medicago	Chlamydomonas	G.
Milieu de vie	0	1	0	0
Présence de plastes	0	0	0	0
Nb de mb des plastes	0	1	1	0
Couleur	0	1	1	0
Organisation	0	0	1	1



2. Placer un organisme fourni, échantillon macroscopique ou microscopique (lame du commerce, photos, électronographies...).

Dans un arbre phylogénétique en justifiant les étapes. Ex. Fougère et Luzerne.



II/ Les cycles biogéochimiques

Exercice 1 : C/N et recyclage de la matière organique

Le rapport C/N est très variable dans le monde vivant, il est de 10 pour les bactéries, 13 pour la Luzerne, 45-70 pour des feuilles d'Angiospermes non Fabacées et de 60-70 chez les Pinophytes.

1- Expliquez par le calcul pourquoi la litière se décompose plus rapidement dans un humus de type Mull (C/N = 10) que dans un humus de type Moder (C/N = 50).

2- Lequel de ces humus est le plus favorable à croissance des plantes ?

Exercice 2 : Himalaya et cycle du Carbone

A- L'Himalaya : une pompe à CO₂ ?

Himalaya : formation depuis 20 Ma

Volume de roches érodées : 2 M Km³ (densité = 2.7 g/cm³)

3% de silicates calciques

1 kg de silicates calciques absorbe 0.380 kg de CO₂

En 20 Ma : 1.62 x 10¹⁷ kg de silicates calciques altérés

En 20 Ma : 6.2 x 10⁴ GT de CO₂ absorbé

Quantité CO₂ atmosphérique = 2.75 x 10³ GT

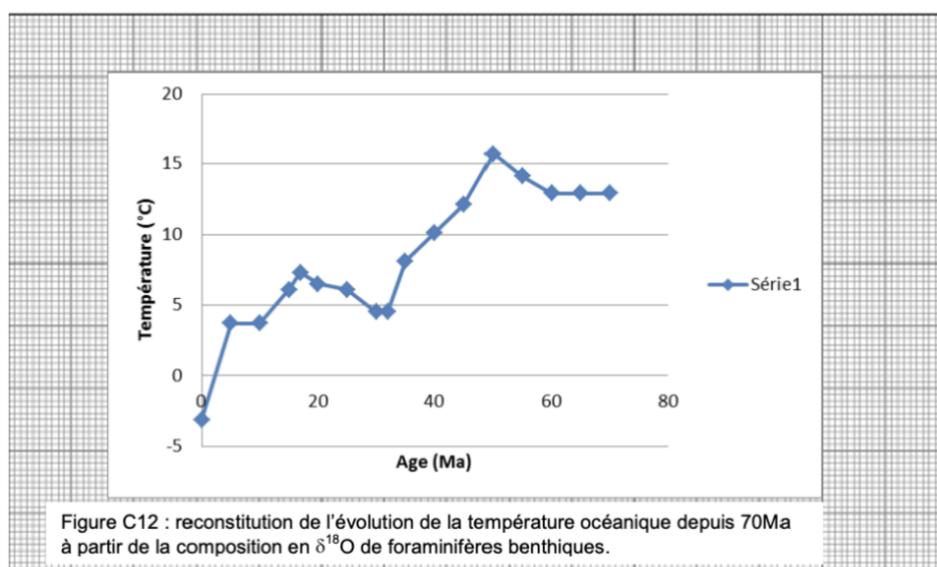
Quantité CO₂ océanique = 14 x 10⁴ GT

Formation de l'Himalaya : consommation de 22 x le CO₂ atmosphérique actuel et de 44% du CO₂ océanique

B- Étude paléo-environnementale du plateau du Tibet

1- Les principaux changements de végétation sont (1) l'apparition des conifères vers 38,2 Ma et la diminution associée de la part des espèces typiques des forêts tropicales ou caduques et (2) une diminution de la part des conifères et une augmentation des espèces typiques des forêts tropicales et caduques vers 34 Ma. On peut également noter un pic des espèces typiques des savanes à xérophytes vers 33,8 Ma. Les conifères en particulier l'épicéa sont caractéristiques, aux latitudes tempérées, de l'étage de végétation subalpin (vers 2000m d'altitude). Par conséquent l'apparition des épicéas dans cette région pourrait correspondre à l'augmentation d'altitude associée à la formation du plateau du Tibet.

2-



3- Les mesures ayant été effectuées sur des foraminifères benthiques, cette reconstitution est plutôt valable pour les eaux relativement profondes. Les foraminifères benthiques vivant au niveau des plateformes carbonatées, ces variations de température sont valables pour une eau située à quelques centaines de mètres de profondeur.

4- Il n'y a pas de corrélation nette, car la période d'augmentation du volume des carbonates commence après la baisse de température (vers 30-25 Ma). On peut noter que dans un premier temps (65 à 55Ma) le volume des

carbonates augmente légèrement ainsi que la température de l'eau de Mer. Cette légère corrélation pourrait être associée au fait qu'une augmentation de température favorise la précipitation des carbonates, ainsi que le développement d'organisme à test carbonaté. De même la faible baisse observée entre 35 et 30 Ma pourrait être un effet direct de la baisse de température de la mer sur la précipitation des carbonates. Cependant cette corrélation est très légère et l'on pouvait évoquer la difficulté de reconstituer les volumes de carbonates anciens (certains ont été dissous, subductés ou sont enfouis).

5- La sédimentation terrigène autour de l'Inde et du Tibet correspond à une accumulation de sédiments détritiques en particulier dans de grands cônes sous-marins comme ceux de l'Indus et du Brahmapoutre. Les sédiments proviennent directement de l'érosion de l'ensemble Himalaya-Tibet.

Cette augmentation du volume de sédiments détritiques est corrélée à la baisse de température océanique reconstituée à la question 9. Ce phénomène est lié à l'altération des silicates incluant du calcium dans leur chimie (plagioclases, clinopyroxènes). Le calcium ainsi libéré est transporté par les rivières vers les océans. L'augmentation de la concentration en Ca des océans déplace l'équilibre de la réaction de précipitation des carbonates vers une augmentation de la formation de ces derniers impliquant une augmentation du stockage de CO₂. Cette augmentation du volume des carbonates explique la baisse du CO₂ atmosphérique et donc la baisse de la température globale.

III/ Le climat de la Terre

Exercice 1 : Bloom phytoplanctonique en Arabie

Figure 1. Faire expliquer le principe du transport d'Ekman : le vent pousse la couche d'eau superficielle mais la force de Coriolis dévie les couches d'eau. Celles-ci frottent également les unes sur les autres = il existe un couplage mécanique qui amplifie la déviation lorsqu'on progresse vers les couches les plus profondes. Possibilité d'interroger sur la « force » de Coriolis = pseudo-force due à la rotation de la Terre (le référentiel n'est pas galiléen), maximale au pôle et minimale à l'Equateur.

Le mouvement d'ensemble de la couche d'eau superficielle (environ 200m d'épaisseur) finit par être perpendiculaire à la direction du vent initial - déviation de 90° vers la droite dans l'hémisphère nord, vers la gauche dans l'hémisphère sud.

Figure 2. En été boréal (juin-août), le transport d'Ekman éloigne la couche d'eau superficielle de la péninsule Arabe. Cela entraîne un upwelling, une remontée d'eaux profondes froides, riches en ions type nitrates, phosphates... Le plancton prolifère (d'où la teneur massive en chlorophylle) et entraîne avec lui toute la chaîne trophique (effet *bottom up*).

Exercice 2 : Étude des courants atlantiques le long de l'Argentine

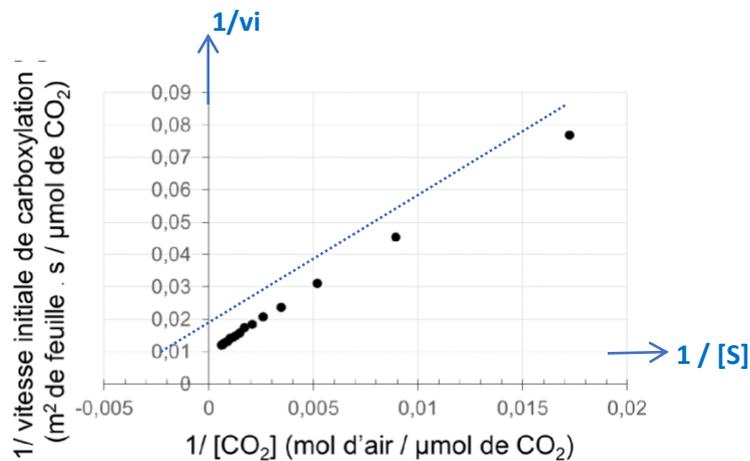
1. Le courant du Brésil provient d'une zone tropicale, il est donc chaud ; alors que le courant des Malouines provient de la zone Antarctique. En hiver pour l'hémisphère sud (donc en juillet), ce contraste de température est très marqué. Comme les eaux de température et de salinité différentes se mélangent peu, on peut suivre ces deux courants par la température des eaux de surface. Les eaux chaudes sont attribuées au courant du Brésil et les froides au courant des Malouines.
2. Les zones avec des étoiles montrent des directions de courant tangentielles à un ovale, c'est un tourbillon, ou gyre. Ils sont fréquents sur le trajet des courants marins.
3. Sur la figure B2, on voit deux masses d'eau de température très contrastée. De 0 à 20 m, la température est supérieure à 11°C, donc il peut s'agir du courant du Brésil. Inversement, en dessous de 40 m, l'eau est froide (moins de 9°C), mais la température n'est jamais inférieure à 7°C, contrairement au courant des Malouines. On peut faire l'hypothèse qu'il s'agit des courants des Malouines mais réchauffé en partie par le courant du Brésil.
4. A l'ouest des Malouines, on voit sur la figure B1 une remontée d'eaux profondes (*upwelling*) venant de la zone à -200 m. Dans un *upwelling*, les eaux profondes remontent car une partie des eaux de surface sont déplacées par les vents vers une autre zone. Comme les eaux profondes sont froides, leur remontée refroidit les eaux de surface près des Malouines sur la figure B2. On sait que ces eaux froides contiennent beaucoup de minéraux dissouts, dont du potassium, de l'azote et du phosphore, dont se nourrit le phytoplancton. Il y a donc dans les zones d'*upwelling* une plus forte production primaire, qui alimente toute la chaîne alimentaire jusqu'aux poissons. Les eaux profondes remontent aussi du côté argentin (figure B1), mais sont bloquées vers - 20 m par les eaux chaudes du courant du Brésil (figure B2). Cela pourrait limiter les apports de sels minéraux au phytoplancton de surface, et ainsi limiter la biomasse des poissons.

Exercice 3 : Réponses de végétaux chlorophylliens à fixation du carbone en C3 à une augmentation de la concentration atmosphérique en CO₂ (ENS 2019)

1a- Rappeler les réactions catalysées par la RubisCO.

La RubisCO présente à la fois une activité carboxylase, responsable de la photosynthèse, et une activité oxydase, responsable de la photorespiration des plantes en C3.

1b- À partir des données de la figure A, estimer les paramètres cinétiques de la RubisCO puis conclure sur le mode de fonctionnement de l'enzyme dans les conditions expérimentales des lots A et E.



Intersection de la droite et de l'axe des abscisses : $-1/K_m \Rightarrow K_m = 330 \mu\text{mol}$

[On sait par ailleurs que cette affinité de l'enzyme RubisCO pour son substrat est moyenne].

Intersection de la droite et de l'axe des ordonnées : $-1/V_{\text{max}} \Rightarrow V_{\text{max}} = 100 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ par m}^2 \text{ et par s}$

[On sait par ailleurs que cette vitesse est relativement faible].

L'obtention d'une droite dans une représentation en double inverse ($1/v_i$ et $1/[S]$) indique que la RubisCO a une cinétique d'enzyme michaelienne.

1c- Analyser et interpréter les résultats présentés figures B et C.

Figure B :

- La photosynthèse nette correspond à la différence entre la photosynthèse brute et la respiration/photorespiration (et autres processus engagés dans le rejet de CO₂ et l'absorption d'O₂). Si P_N, ici, représente 40%, c'est que le lot E présente une nette augmentation de la photosynthèse brute par rapport à au lot A.

On en déduit que la photosynthèse brute est plus efficace et/ou la photorespiration diminuée, pour le lot E.

- Le % de différence entre les lots A et E est nul en ce qui concerne ci/ca. Donc le fait d'avoir un environnement enrichi en CO₂ pour les plants du lot 2 amène à un ci plus fort et le ratio ci/ca reste le même pour ces plantes que celles du lot A.

Figure C :

Le lot A présente 40% en moyenne de glycolate marqué au ¹⁸O, contre presque 0% pour le lot E. Le glycolate étant un des produits de la photorespiration, cela indique l'intensité de ce processus dans le lot A, tandis que le lot E ne semble plus du tout réaliser la photorespiration : ceci permettrait d'avoir une P_N plus importante (résultat Figure B).

1d- Conclure sur les conséquences d'une concentration accrue en CO₂.

Les conséquences d'une concentration accrue en CO₂ sont :

- une photosynthèse brute augmentée ;
- une photorespiration diminuée.