

Partie II - Fonctions du chloroplaste

Durée conseillée 1 heure 30

Question 3 :

Chez *Chlamydomonas sp.* (Chlorophyta, Chlorobionta, Plantae, Eucaryota), comme chez tous les Eucaryotes autotrophes pour le carbone, la nutrition est assurée en partie par la photosynthèse.

- Proposez de manière synthétique deux protocoles expérimentaux réalisables dans une salle de travaux pratiques permettant de mettre en évidence le rôle des chloroplastes dans la photosynthèse, d'une part dans les processus photochimiques, d'autre part dans les processus biochimiques d'assimilation du carbone.

Question 4 :

Les expériences de Calvin (1952), non décrites ici, ont permis de suivre le devenir du carbone fixé lors de la photosynthèse (document 2). Un dispositif permet de contrôler le temps de mise en contact d'une suspension de chlorelles avec du CO₂ radioactif (= ¹⁴C₂). Les chlorelles (Chlorophyta, Chlorobionta, Plantae) sont des algues unicellulaires proches de *Chlamydomonas*.

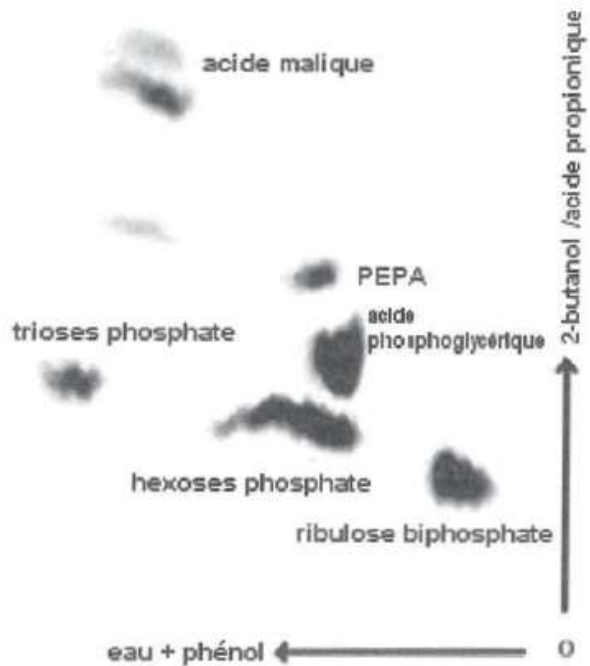
- Après avoir dégagé les informations pouvant être déduites des documents 2A à 2D, proposez un schéma de synthèse du fonctionnement d'un chloroplaste prenant en compte ces informations et vos connaissances.

DOCUMENT 2
(d'après Calvin, 1962)

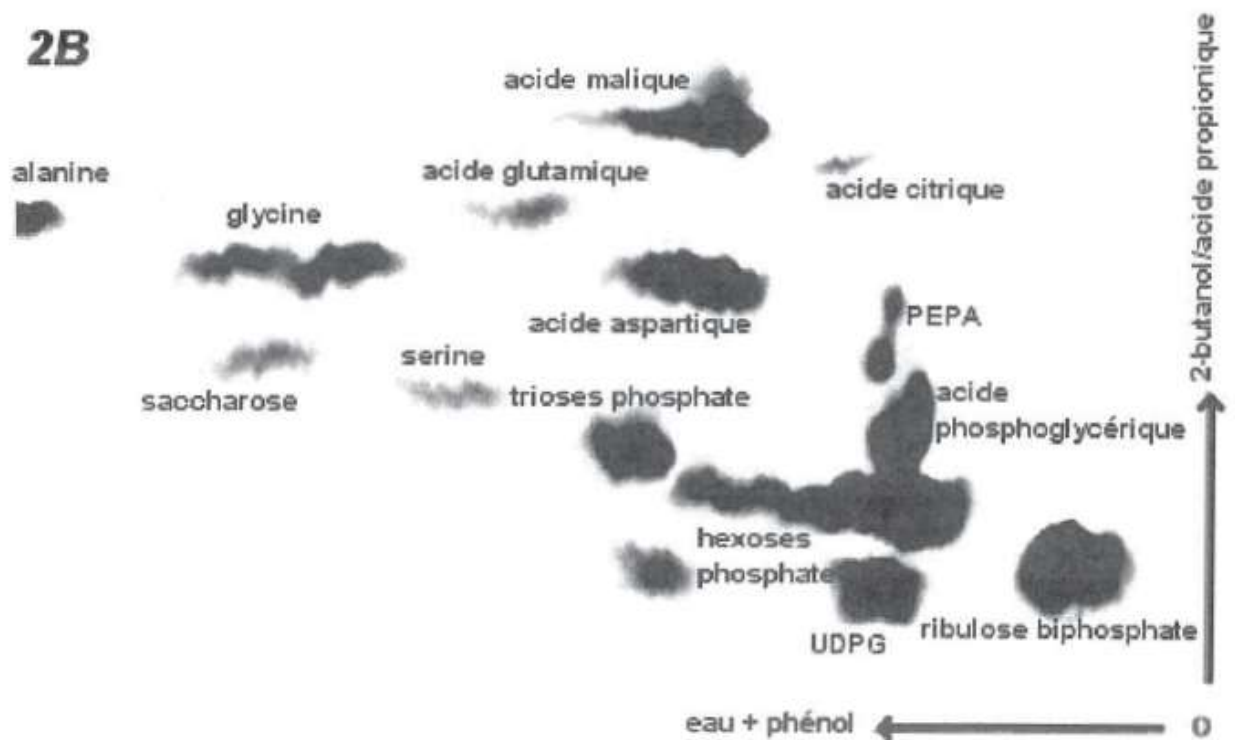
Une suspension de chlorelles éclairée est exposée à une atmosphère enrichie en $^{14}\text{CO}_2$ pendant 5s (document 2A) ou 30s (document 2B). Les chlorelles sont immédiatement fixées par immersion dans une solution alcoolisée ce qui stoppe toute réaction enzymatique et permet l'extraction de leur contenu cellulaire. Des chromatographies bidirectionnelles de ce contenu ont été réalisées et les résultats analysés par autoradiographie. Pour chaque chromatogramme, l'origine 0 est située en bas à droite et le sens de migration est précisé. La nature des composés a été analysée ultérieurement par diverses méthodes biochimiques. On s'est également assuré que ces composés étaient bien présents *in vivo* et n'étaient pas le résultat d'une dégradation par les solvants. PEPA = phosphoenolpyruvate ; UDPG = uridinediphosphoglucose.

2A

2A : exposition de la suspension de chlorelles au $^{14}\text{CO}_2$ pendant 5s. Si le temps est encore réduit (à 2s par exemple) l'acide phosphoglycérique devient le seul composé révéte.

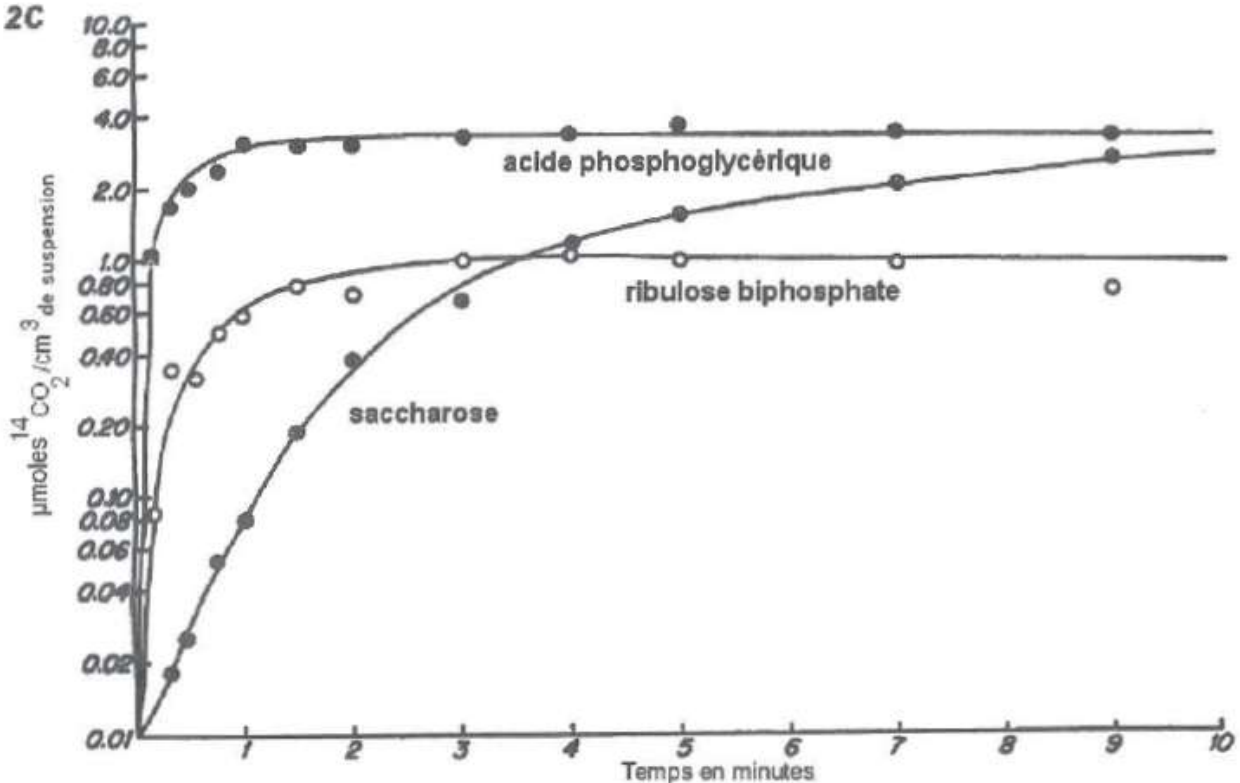


2B



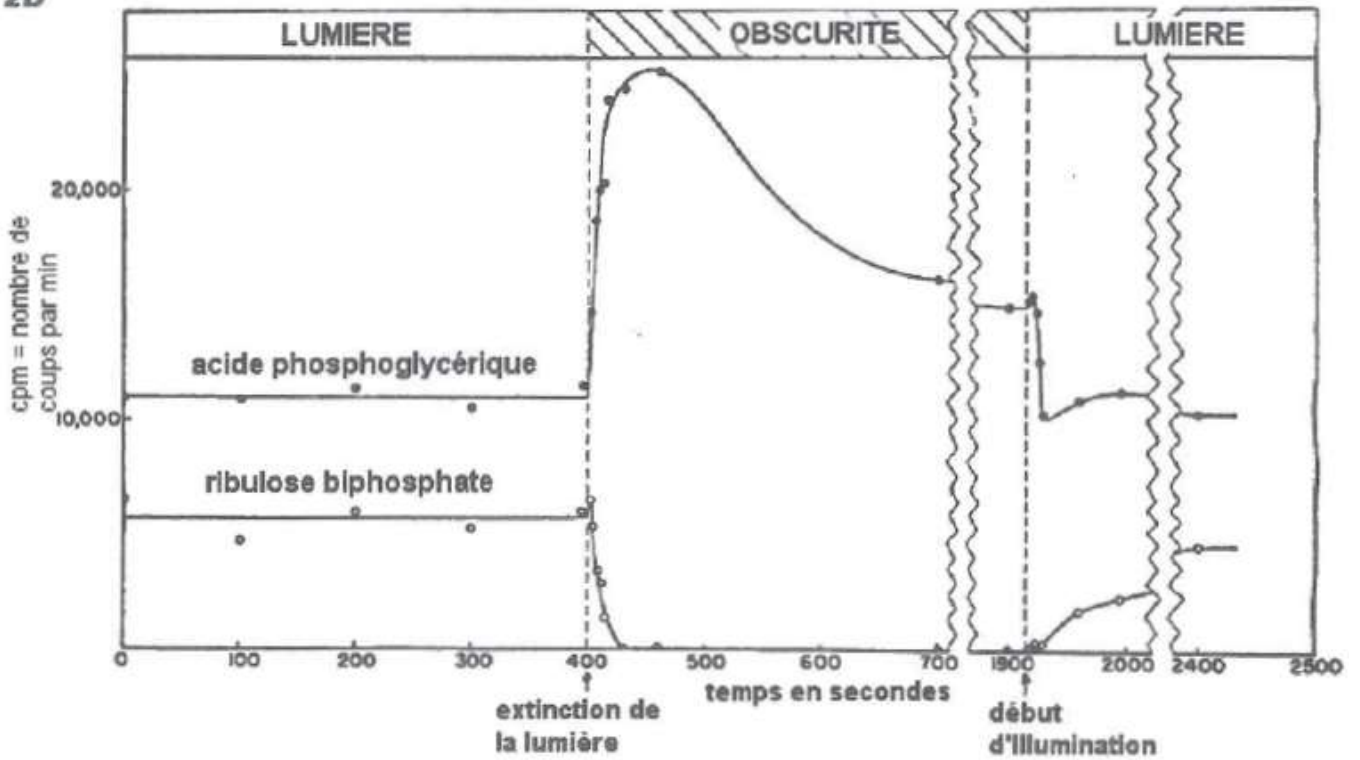
2B : exposition de la suspension de chlorelles au $^{14}\text{CO}_2$ pendant 30s.

2C



2C : mesure de la radioactivité incorporée dans l'acide phosphoglycérique, le ribulose biphosphate et le saccharose en fonction du temps à partir d'une suspension de chlorelles exposée à la lumière et soumise à une atmosphère enrichie en $^{14}\text{CO}_2$. L'atmosphère est renouvelée avec un débit suffisant pour que la concentration en $^{14}\text{CO}_2$ soit constante. Le temps 0 correspond au début de l'exposition au $^{14}\text{CO}_2$.

2D



2D : mesure de la radioactivité (cpm) du ribulose biphosphate et de l'acide phosphoglycérique à partir d'une suspension de chlorelles soumise à un flux de $^{14}\text{CO}_2$ et à une alternance lumière/obscurité/lumière.

Le temps 0 correspond au démarrage des mesures sur une suspension de chlorelles déjà exposée à la lumière et au $^{14}\text{CO}_2$ depuis au moins 5 minutes.

Partie III - Diversité et origine des chloroplastes

Durée conseillée 1 heure

Question 5 :

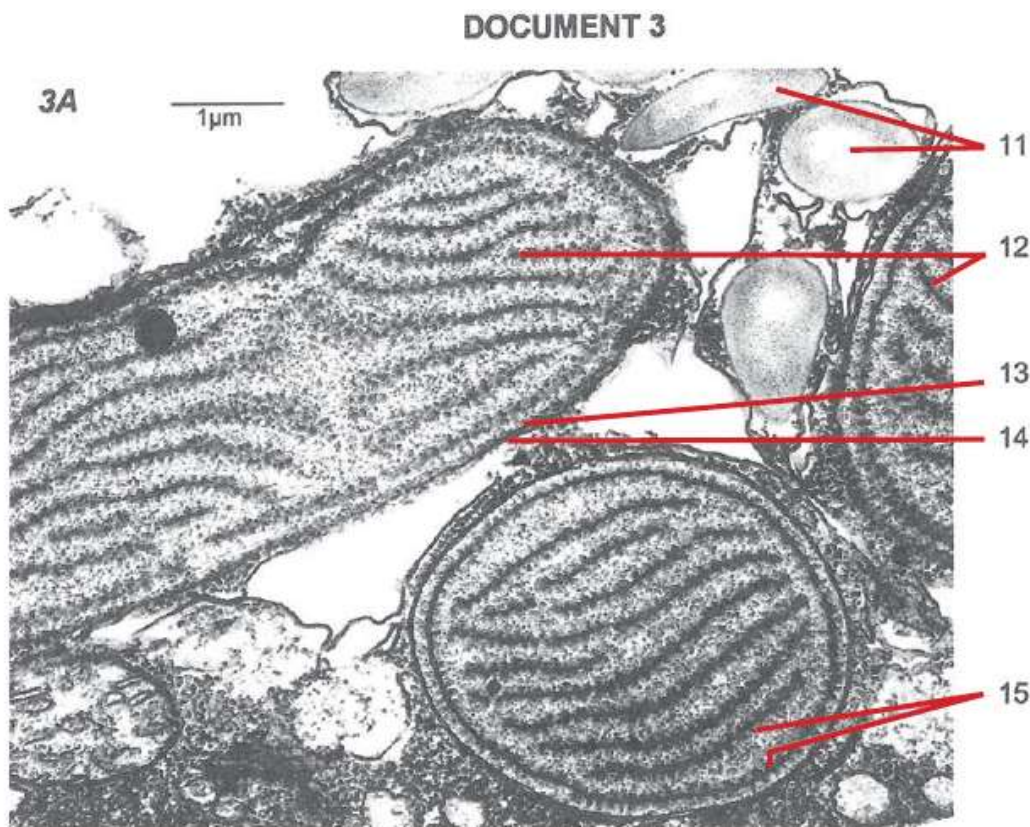
La comparaison d'organismes photosynthétiques permet de formuler des hypothèses sur l'origine des plastes des cellules eucaryotes.

A - Légendez les documents 3A à 3D (directement sur le tableau I à rendre avec la copie)

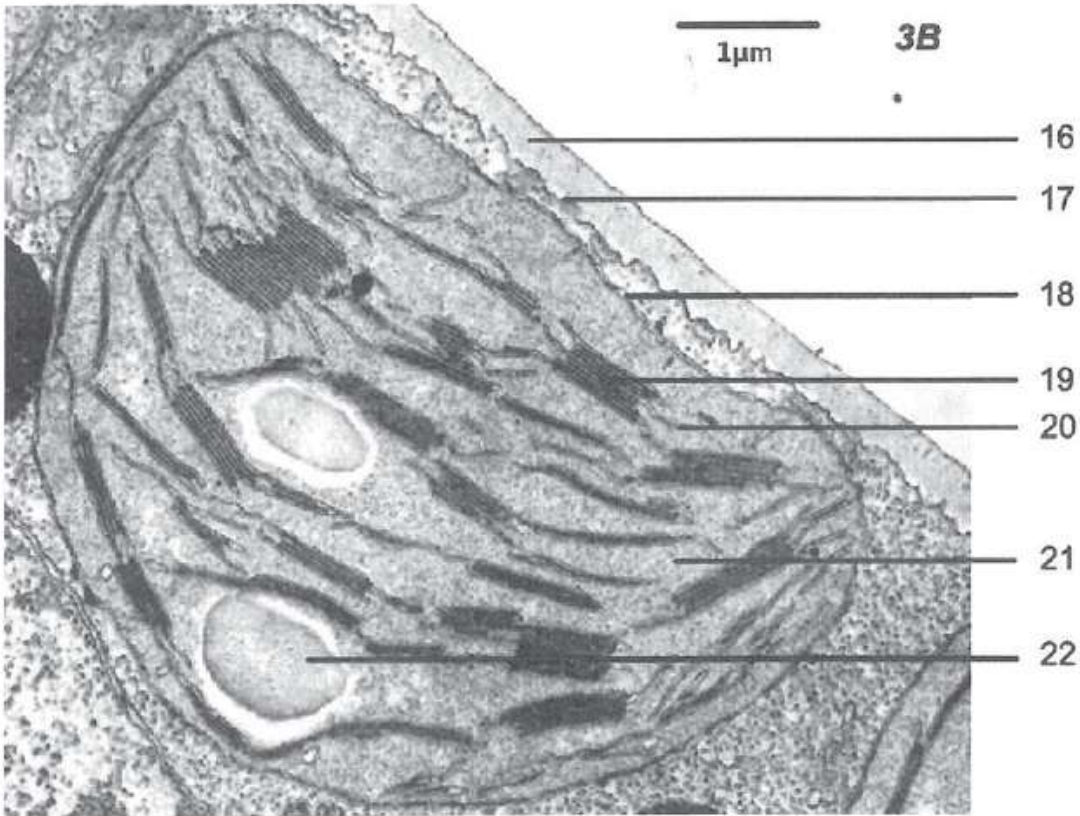
B - En vous appuyant sur les documents 3 et 4 comparez les structures présentées.

Question 6 :

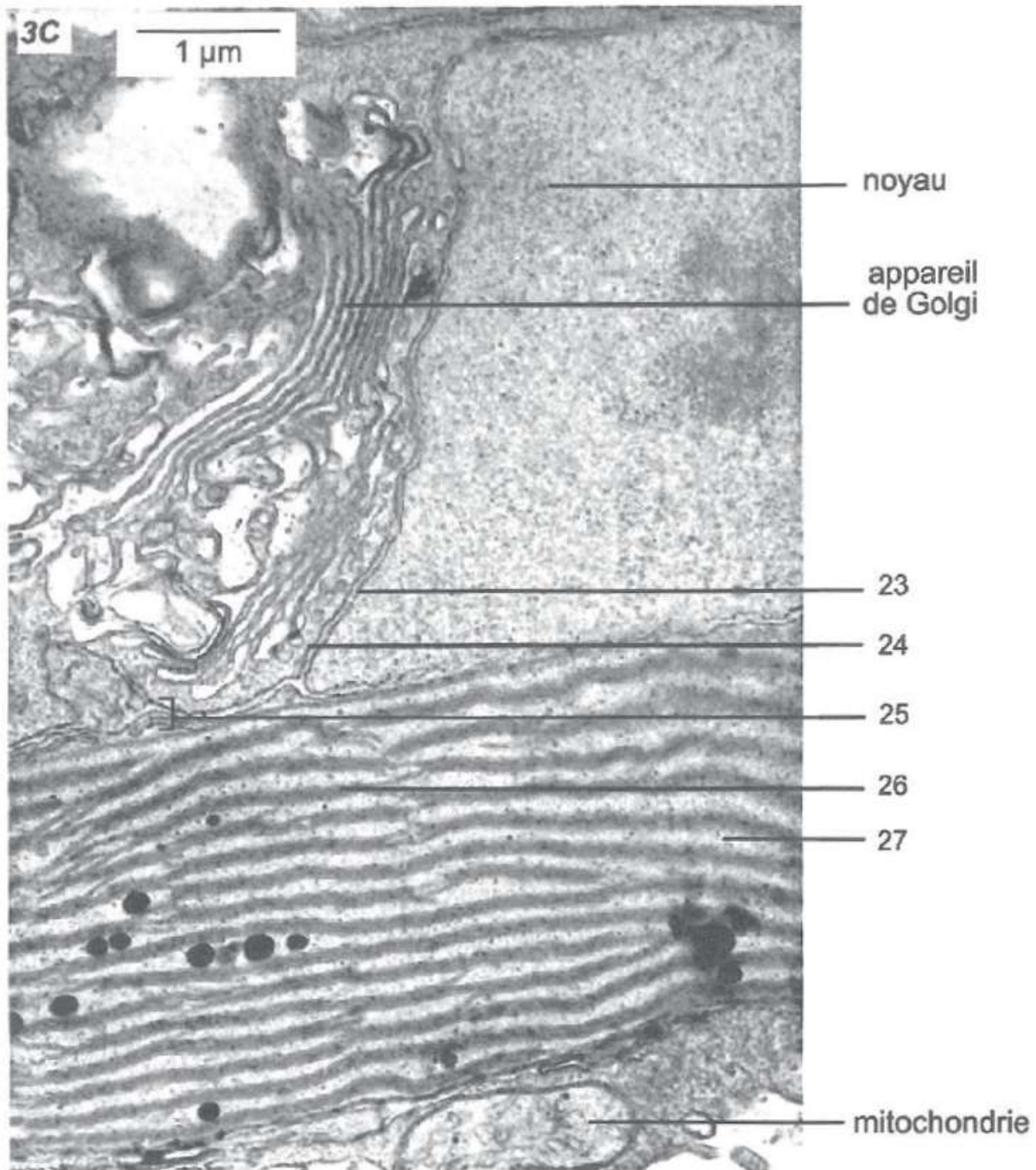
- En vous fondant uniquement sur les informations précédentes (ultrastructure des plastes et distribution des principaux pigments photosynthétiques) et en vous appuyant sur la phylogénie des Eucaryotes (document 5), quelles premières hypothèses pouvez-vous formuler sur l'origine des plastes dans les différentes lignées eucaryotes photosynthétiques?



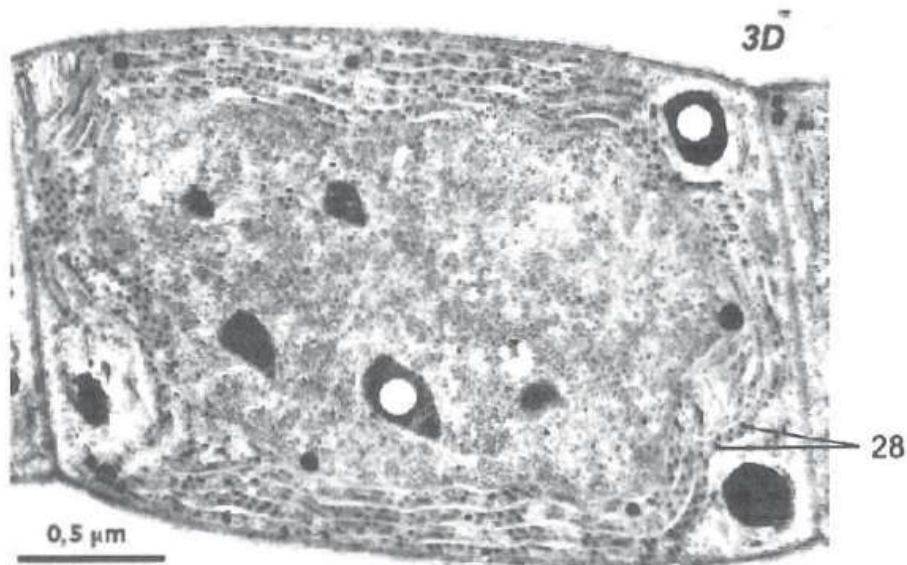
3A : chloroplastes de *Griffithsia* sp. (Rhodophyta, Plantae, Eucaryota) en microscopie électronique. D'après Curt Pueschel, Department of Biology, SUNY Binghamton, USA.



3B : chloroplastes d'épinard, *Spinacia oleacea* (Angiosperma, Embryophyta, Chlorobionta, Plantae, Eucaryota), en microscopie électronique. D'après Mike Clayton, Université du Wisconsin, USA.



3C : chloroplaste de *Chorda filum* (Phaeophyceae, Ochrophyta, Heteroconta, Eucaryota)



3D : une cellule d'*Oscillatoria splendida* (Cyanobactéria, Eubacteria) en microscopie électronique.
D'après J.C. Thomas, laboratoire « Organismes Photosynthétiques et Environnement », ENS, modifié.

DOCUMENT 4

Équipement pigmentaire photosynthétique de quelques Eucaryotes et Eubactéries photosynthétiques.

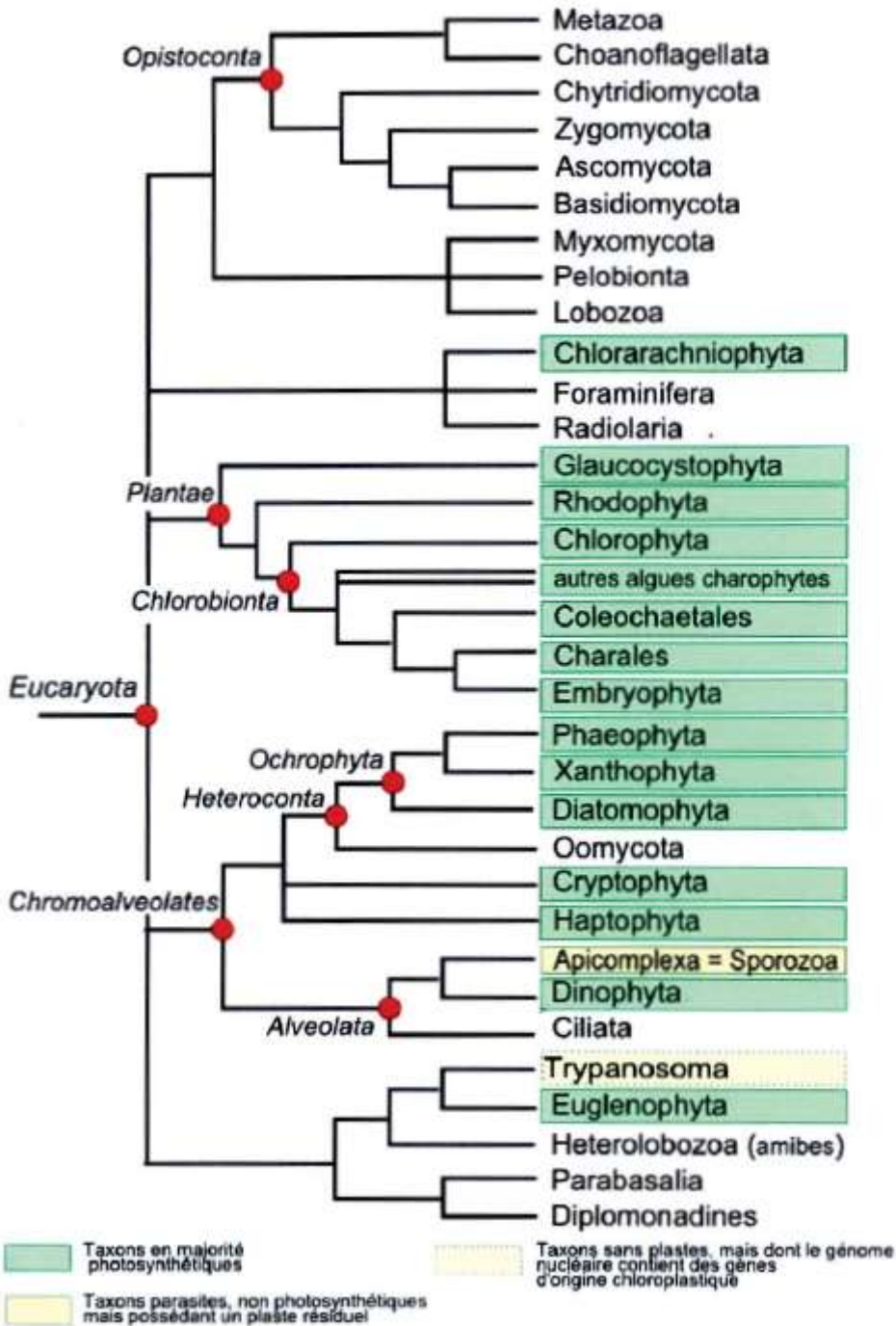
Taxons	Pigments impliqués dans la photosynthèse
Cyanobacteria	chlorophylle a (un groupe contient en plus de la chlorophylle b) phycocyanine allophycocyanine phycoérythrine caroténoïdes
Chlorobionta	chlorophylle a chlorophylle b caroténoïdes
Rhodophyta	chlorophylle a phycocyanine allophycocyanine phycoérythrine caroténoïdes
Fucophyceae	chlorophylle a chlorophylle c caroténoïdes (fucoxanthine)

Remarque : les Fucophyceae appartiennent au taxon des Phaeophyta, Ochrophyta (cf. document 5)

DOCUMENT 5

Phylogénie des Eucaryotes

D'après Leconte et Le Guyader, 2003, et Keelin, 2004, modifiés



PARTIE 2 : LE MAÏS, UNE PLANTE EN C4 (durée conseillée : 1 heure)

Pendant plus de 100 ans, le cycle de Calvin fut reconnu comme la voie métabolique permettant l'incorporation du CO_2 , jusqu'à ce que les travaux simultanés de Kortschack (1965) et de Hatch et Slack (1966), sur la canne à sucre, montrent que certains végétaux présentent une autre voie de carboxylation dite en « C4 » par opposition aux plantes « C3 ».

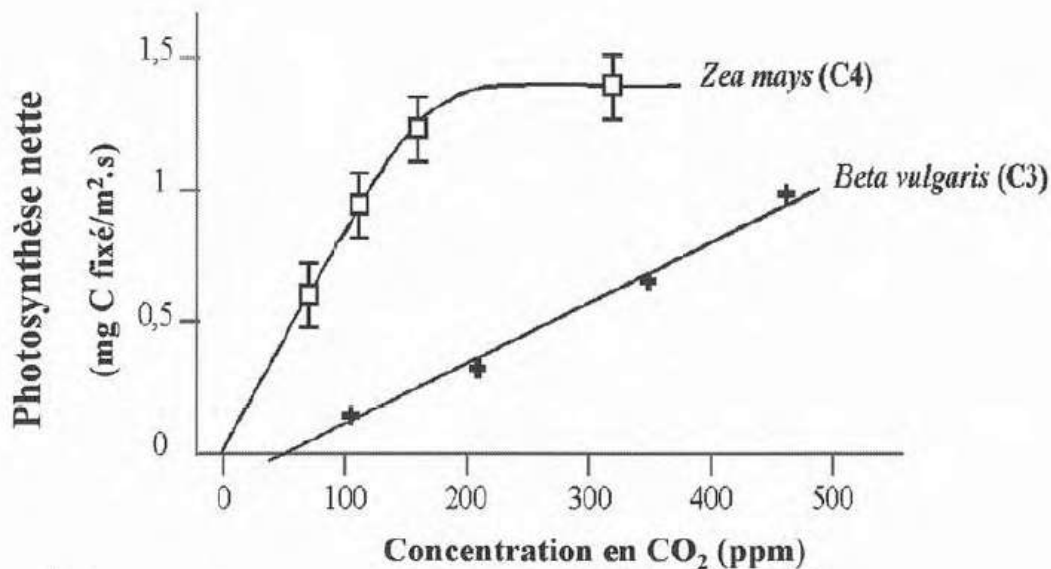
Question 2-1

2-1-a Vous décrierez, en vous appuyant sur les **Documents 3A, 3B, 3C, 3D**, et sur vos connaissances, l'assimilation du CO_2 chez le maïs (plante C4) ainsi que les avantages d'un tel métabolisme. Une introduction, une conclusion et des schémas légendés sont attendus.

2-1-b Légendez le **Document 3D** (directement sur le tableau I à rendre impérativement avec la copie).

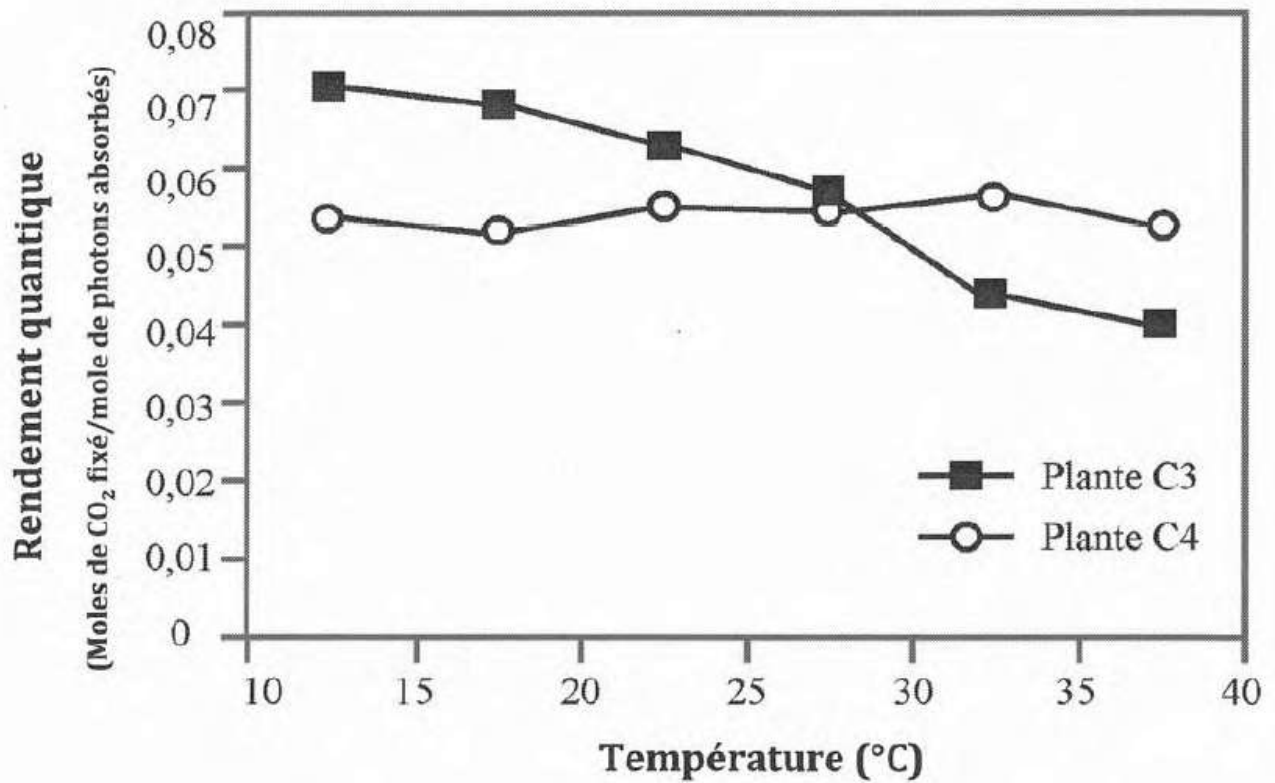
Document 3

Document 3A : Effet de la concentration de l'air en CO_2 sur la photosynthèse nette (en mg de carbone fixé par m^2 de surface foliaire et par seconde) de feuilles de maïs (*Zea mays*) et de betterave (*Beta vulgaris*) (D'après Edwards G. et Walker D.A., 1983).

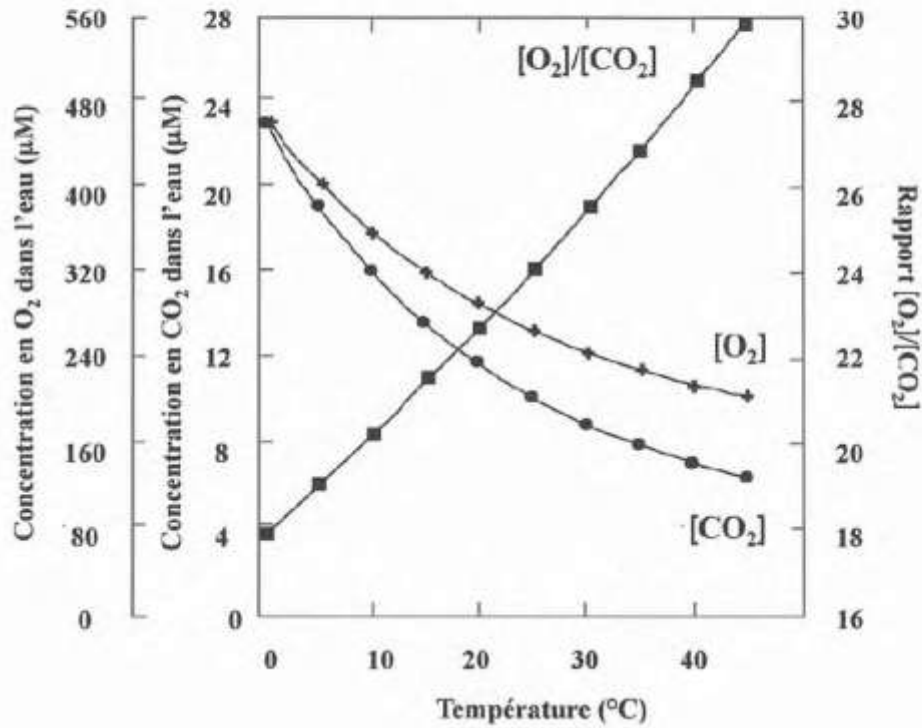


Document 3B : Effet de la température sur le rendement quantique (moles de CO_2 fixé / mole de photons absorbés) de plantes C3 et C4.

(D'après Ehleringer J.A. et Björkman O., 1977).



Document 3C : Effet de la température sur la concentration en O_2 et CO_2 d'une solution aqueuse en équilibre avec l'atmosphère (1013 mbar, 21% d' O_2 et 0,0325% de CO_2) (D'après Ku B. et Edwards G.E., 1977).



Document 3D : Coupe dans une feuille de maïs observée en microscopie électronique.

