

# Physiologie Végétale



SCIENCES DE LA  
VIE



## Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



## Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



## Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE

# Séance 3 du cours de physiologie végétale

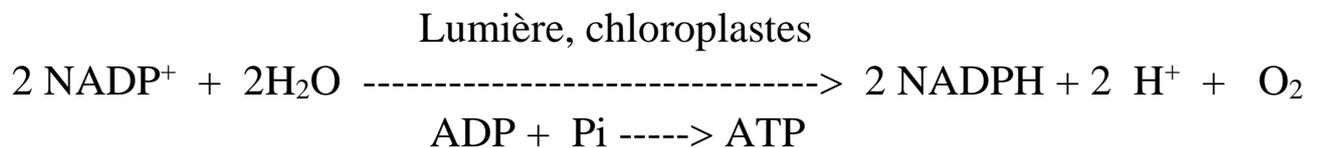
## Photosynthèse

Svi S4  
2020-2021

### 7- Etapes de la photosynthèse suivant les types de plantes

#### 7-1 Etape de la photosynthèse voie C3

##### a) Etape lumineuse

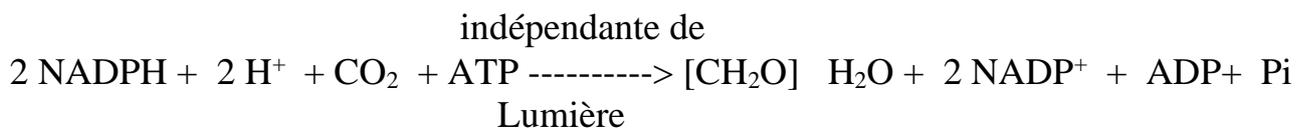


Dans l'étape lumineuse de la photosynthèse l'énergie utilisée c'est l'énergie lumineuse absorbée par les pigments photosynthétique pour réaliser la photo oxydation de l'eau ce qui conduit à une libération de l'oxygène et un transport des électrons et aussi une accumulation de l'énergie sous forme d'un pouvoir énergétique (ATP) et réducteur (NADPH+ H).

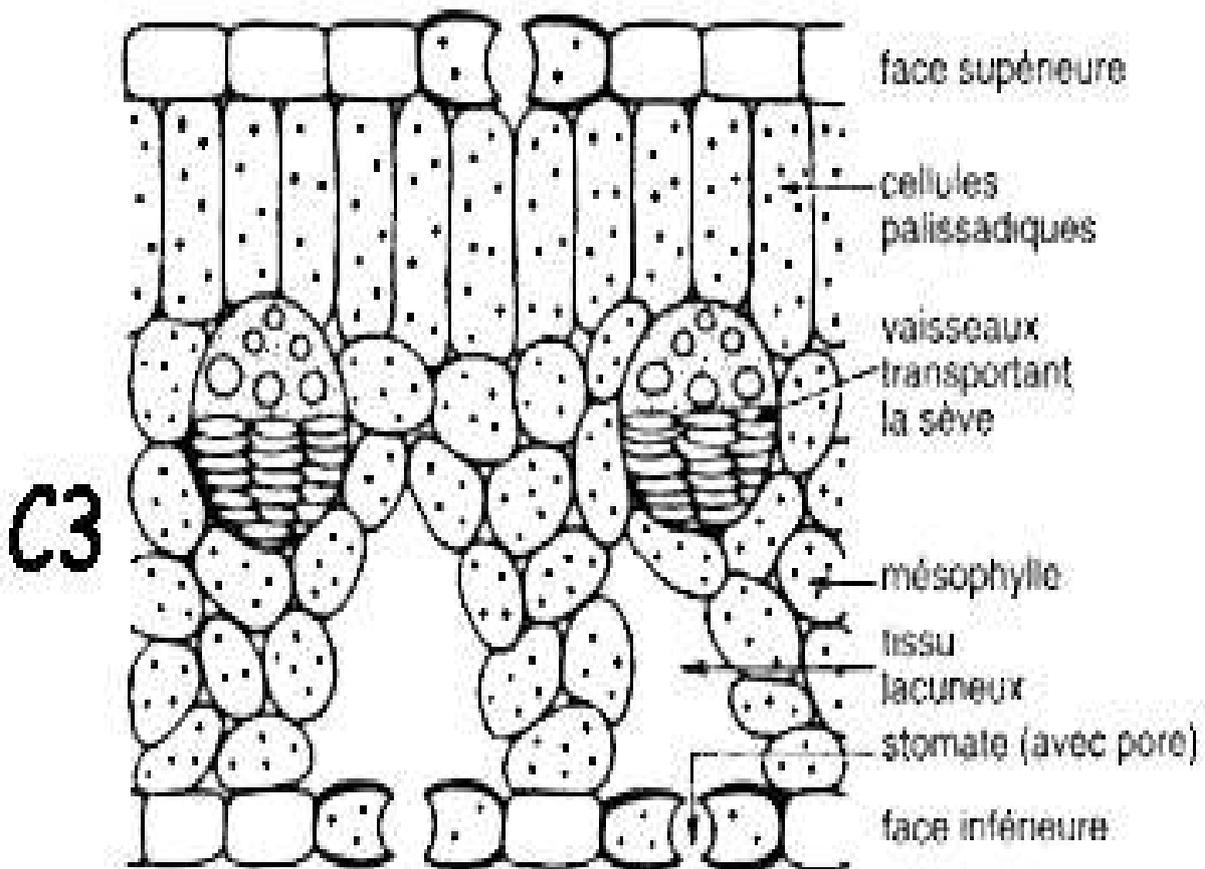
## b) Etape obscure : Cycle de Calvin

Cette phase ne nécessite pas l'obscurité, le terme obscure ou sombre indique qu'elle n'est pas conditionnée par la lumière. En réalité elle est indirectement conditionnée par la lumière : Les coenzymes nécessaires à sa réalisation font vite défaut en absence de la lumière.

Dans cette étape la photosynthèse profite du pouvoir énergétique (ATP) et du pouvoir réducteur (NADPH+ H<sup>+</sup>) formées dans l'étape lumineuse, pour la fixation et la réduction du CO<sub>2</sub> pour l'obtention des hydrates de carbonés



En 1953, Calvin et ses collaborateurs ont déterminé une voie d'assimilation du CO<sub>2</sub> dans l'étape obscure. Cette voie est connue par la voie de cycle de Calvin ou cycle C<sub>3</sub>. Les espèces végétales qui suivent cette voie sont (blé, orge avoine, le riz, pomme de terre, betterave,...etc.) Ces plantes type C<sub>3</sub> sont les plus répandues dans la nature. Leurs feuilles présentent un parenchyme palissadique et lacuneux superposé (voir schéma ci-dessous).



Durant cette époque on a pensé que l'étape obscure suivait la même voie pour tous les végétaux supérieurs.

En 1966 grâce aux travaux de Hatch et Slak il a été découvert l'existence d'autres espèces végétales (comme par exemple la canne à sucre, le Maïs, le seigle etc.) qui suivaient d'autres voies pour l'assimilation du  $\text{CO}_2$  cette voie est appelée voie de Hatch, Slach ou la voie  $\text{C}_4$ .

Il existe aussi d'autres types d'espèces végétales en particulier les plantes succulentes (opuntia, etc.) qui possèdent le métabolisme appelé CAM (Métabolisme acide des crassulacées).

## **1-Fixation et réduction photosynthétique du CO<sub>2</sub> chez les espèces C3 (voir cycle de Calvin)**

Le CO<sub>2</sub> atmosphérique se fixe sur un sucre phosphorylé de 5 atomes de carbone, le Ribulose 1,5 diphosphate (RuDP), formant l'acide 3- phosphoglycérique (APG) de 3 C. La fixation du CO<sub>2</sub> se fait grâce à l'enzyme Ribulose 1,5 diphosphate carboxylase oxygénase (RuBisco). Pour chaque tour de cycle il est nécessaire la fixation de 3 CO<sub>2</sub> sur 3 RuDP, formant 6 APG.

En présence de 6 ATP et sous l'action de APG kinase, il y'a formation d'acide 1,3- diphosphoglycérique (ADPG).

ADPG en présence de 6 NADPH + H<sup>+</sup> et sous l'action de la NADP 3- phosphoglyceraldehyde déshydrogénase (NADP-PGal-DH) est réduit à 6 triose- phosphate.

**Un de ces 6 triose- P sort du cycle, et exactement un PGal, qui postérieurement va s'unir à autre triose -P pour donner lieu aux hydrates de carbone (Amidon et saccharose).**

Des 5 trioses-P qui restent, deux (un Pgal et un PDHA), vont donner un fructose 1,6- diphosphate (FruDP) par action de la fruDP- aldolase. Ce dernier et sous l'action de la Fru- diphosphatase, forme le fructose M phosphate (FruMP).

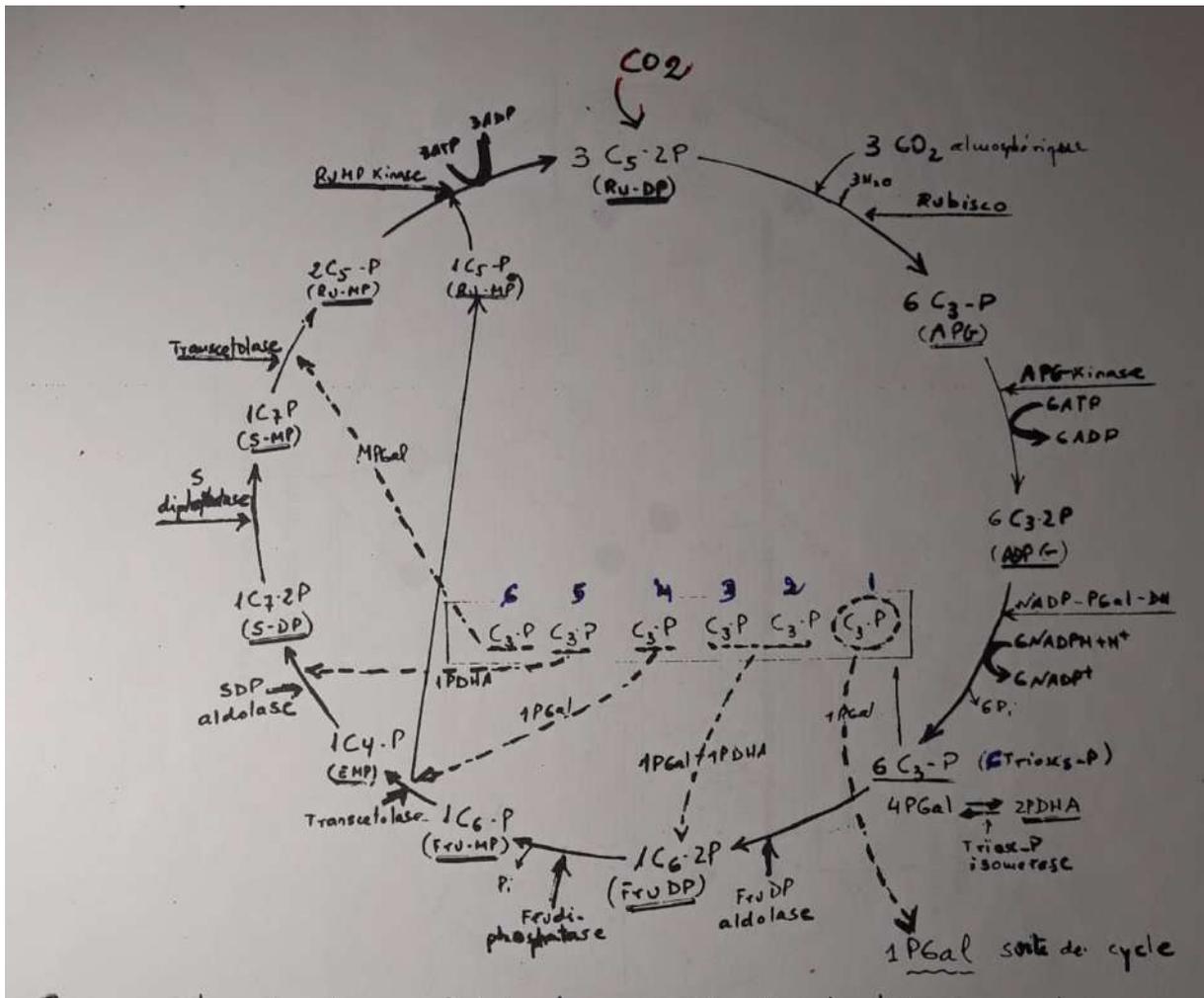
Des 3 trioses-P restant, un ( 1 Pgal) s'unit à la FruMP pour donner deux composants un de 4 atomes de C, la eritrose monophosphate ( EMP), et un autre de 5 C, la ribulose monophosphate ( RuMP\* ), pas directement mais après plusieurs étapes intermédiaires ).

A la EMP s'unit une triose-P des deux qui restent (1 PDHA) pour donner un composant de 7 C, la sedoheptulose 1-7, diphosphate ( SDP), par action de la SDP- aldolase.

Ce dernier par action de la sedoheptulose diphosphatase donne SMP.

A la SMP s'unit une dernière PGal qui restent, par l'intermédiaires d'une transcetolase, et donnent deux composants de 5 C, deux RuMP.

Ces 2 RuMP, avec la RuMP\* avec 3 ATP et l'action de la RuMP-kinase régénèrent les 3 RUDP de départ



## Résumé du cycle de Calvin

Même si en théorie l'assimilation du  $\text{CO}_2$  est indépendante de la lumière, en pratique le cycle de Calvin se déroule en présence de la lumière et ceci pour avoir une réserve suffisante d'ATP et NADPH, en absence de la lumière la concentration de ces derniers peut diminuer dans les chloroplastes mais ne s'annulent jamais.

De plus la présence de la lumière est indispensable pour le fonctionnement de certaines enzymes du cycle comme Rubisco, NADP-Pgal-DH, Fru-di-phosphatase, et RuMP-kinase.

Les trioses-P formés pendant la réduction du  $\text{CO}_2$  peuvent se convertir en lipides, glucides, aminoacides ou protéines. Mais la voie principale c'est celle qui conduit à la formation du saccharose et de l'amidon.

Les structures vertes des plantes supérieures orientent une grande partie de leur production photosynthétique pour la formation du saccharose, hydrate de carbone le plus exporté par le phloème vers les organes verts.

Une autre voie importante peut être celle d'accumulation de l'amidon dans les chloroplastes, dans lesquelles une partie sera dégradée à l'obscurité pour fournir le carbone et de l'énergie aux structures photosynthétique quand la lumière manque.

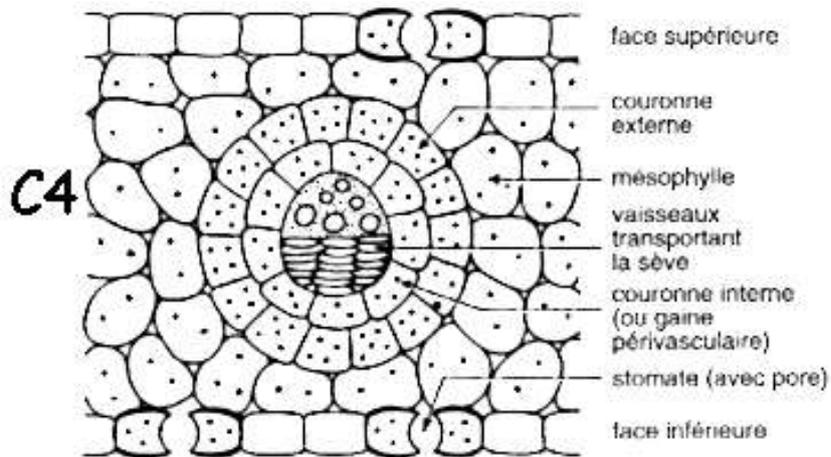
## **7-2 Voie C4**

### **7-2-1 Anatomie des plantes C4**

On connaît actuellement 13 familles (Exp famille des graminée, chénopodiacée, amarantacée..) ayant au moins 485 espèces appartenant au type C4.

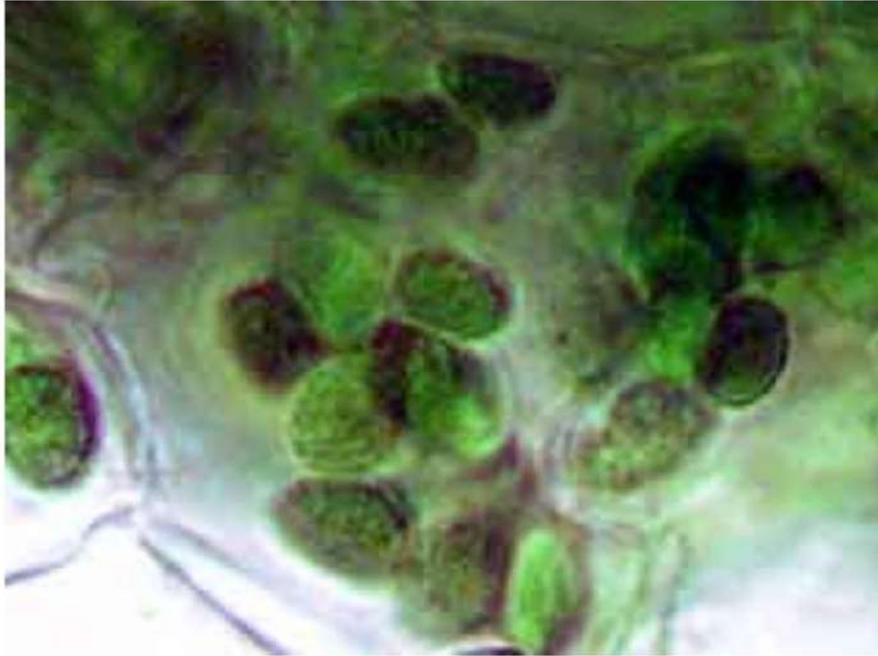
Exemple : Maïs, canne à sucre, sorgho....

La coupe transversale des feuilles des plantes C4 (voir schéma ci-dessous) montre la présence d'un seul parenchyme (mésophylle) et les vaisseaux criblovasculaires sont entourés par une gaine périvasculaire .

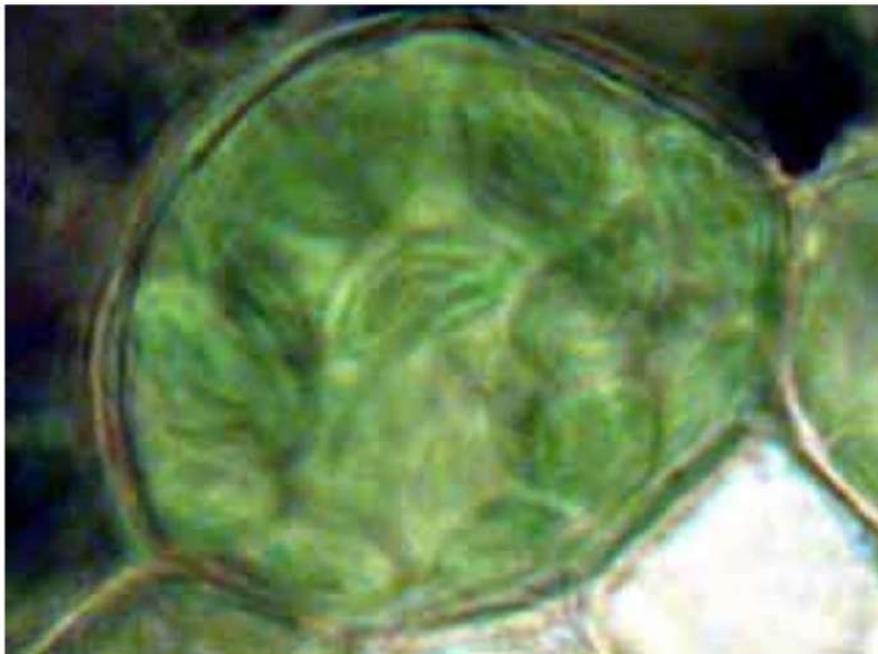


Les feuilles des plantes C4 présentent deux types de chloroplastes :

- Les chloroplastes des cellules de mésophylle sont petits et présentent une structure granulaire classique.
- Les chloroplastes des cellules de la gaine périvasculaire sont de grande taille avec une structure présentant peu ou pas d'empilement de tylakoïdes.

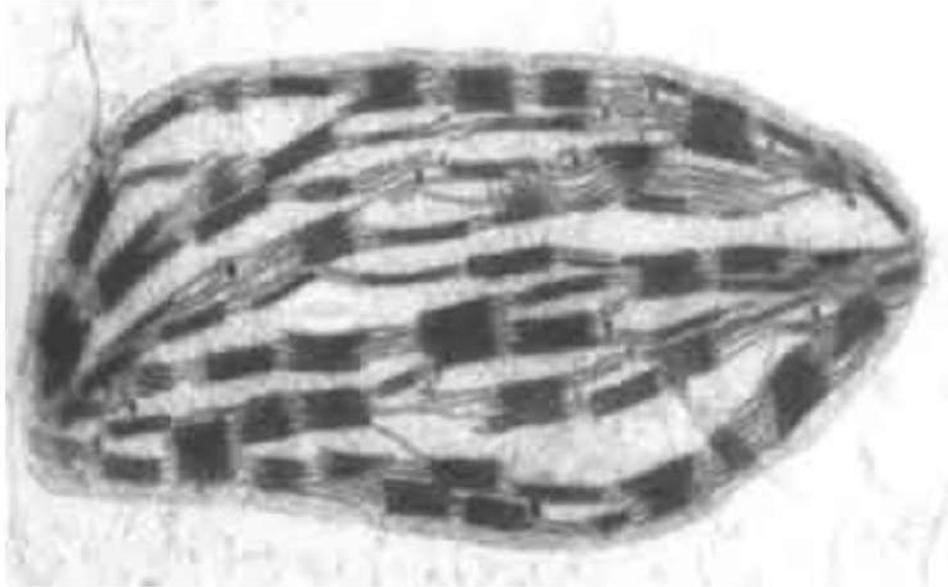


*Cellule du mésophylle, les chloroplastes, petits montrent une structure granulaire (présence de grana).*

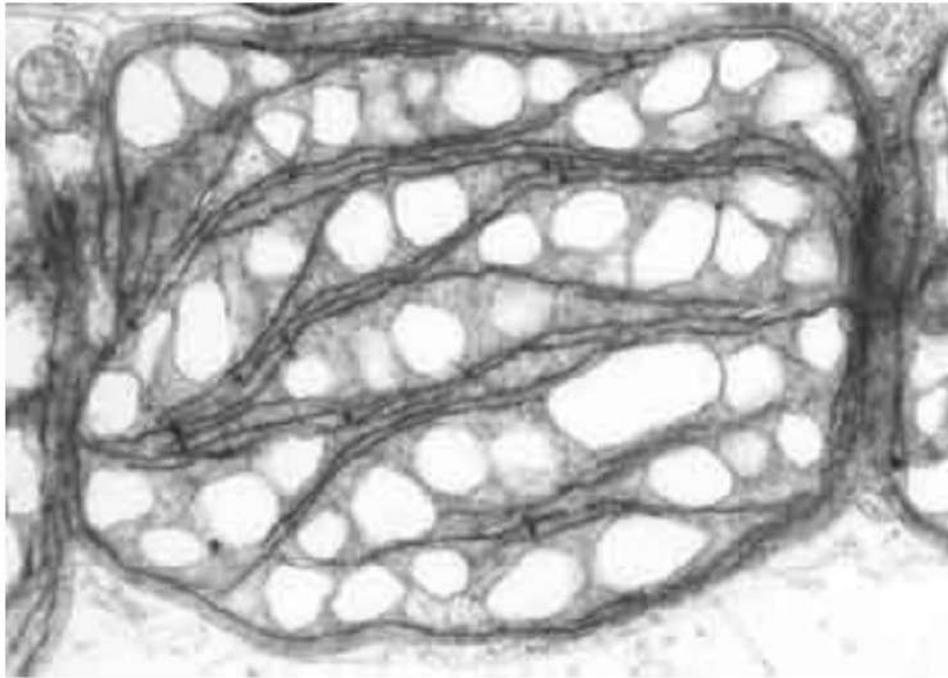


*Cellule de la graine périvasculaire : les chloroplastes, plus grands présentent une structure agranaire.*

Ces caractéristiques apparaissent plus clairement en microscopie électronique à transmission (MET).



***Chloroplaste de mésophylle (MET): La structure est classique, le chloroplaste contient de nombreux thylacoïdes empilés en grana.***

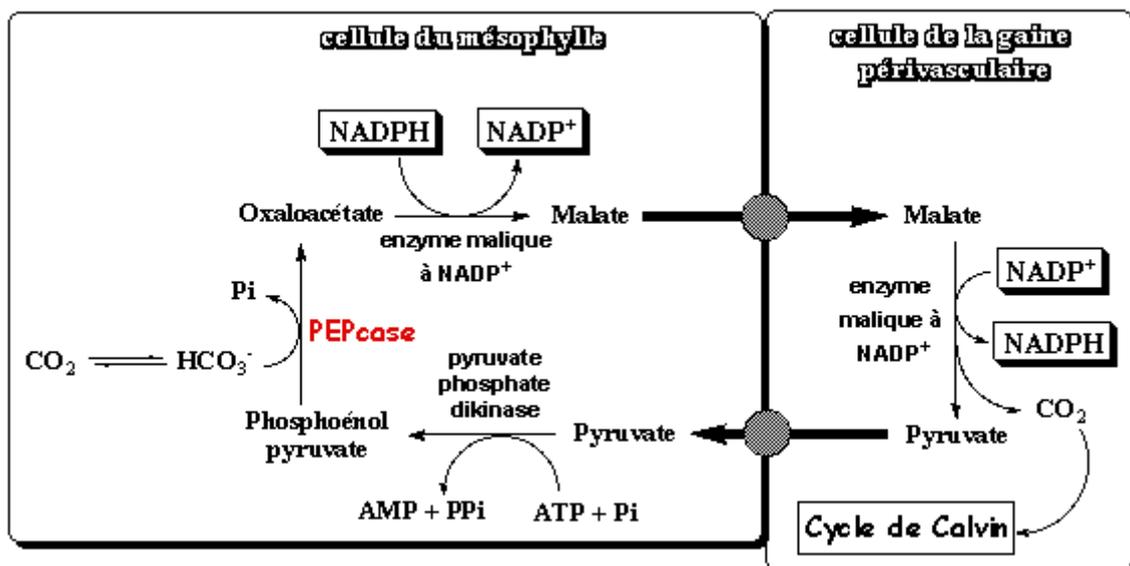


***Chloroplaste de gaine (MET): Le chloroplaste ne contient pas de grana mais seulement de longs thylacoïdes non empilés.***

## 7-2-2 Métabolisme photosynthétique de la voie C4

L'assimilation primaire du CO<sub>2</sub> atmosphérique a lieu dans les chloroplastes des cellules du mésophylles sur un composant de 3 atomes de carbones, l'acide phosphénolpyruvique (PEP) cette réaction est catalysée par la PEP- carboxylase pour donner l'oxaloacétate à 4 C (d'où le nom de métabolisme), ce dernier donne lieu au malate ou aspartate (selon les espèces), ces derniers passent à la cellule de la gaine périvasculaire ou vont être décarboxylés (élimination de CO<sub>2</sub>) en un composé de 3 C. Le CO<sub>2</sub> libéré après décarboxylation va se fixer grâce à la rubisco sur le ribuose diphosphate pour donner des trioses de l'amidon et du saccharose (cycle de calvin).

Le composé de 3C (pyruvate) passe dans la cellule de mesophylle, et grâce à la pyruvate phosphatase dikinase régénère le premier produit de fixation de CO<sub>2</sub> (PEP).



Résumé de la voie en C4

### 7-2-3 Caractéristiques des plantes C4

- Les plantes C4 sont dans la plus part des cas originaires des régions chaudes où l'éclairement est élevé, elles peuvent s'adapter d'avantage à un environnement sec et chaleureux que les plantes C3, et s'adaptent mieux au climat aride du fait de leur faible transpiration.
- Les plantes C4 peuvent réaliser la photosynthèse à une vitesse élevée même avec des concentrations faibles en CO<sub>2</sub> ceci leur permet d'avoir les stomates moins ouverts que les plantes C3 et leur permet aussi de réduire la perte d'eau par transpiration.
- Les plantes C4 utilisent mieux le CO<sub>2</sub> aux faibles concentrations mais consomment beaucoup d'énergie 5 ATP pour la fixation de CO<sub>2</sub>.
- Le mécanisme C4 permet à la plante d'accumuler une réserve de CO<sub>2</sub> sous forme de malate ou aspartate (selon les espèces) et ceci pour l'utiliser en cas carence, quand l'assimilation du CO<sub>2</sub> atmosphérique est interrompue par une fermeture brusque des stomates.
- Les plantes C4 s'adaptent plus que les plantes C3 aux conditions de salinité.

## Comparaison de la photosynthèse nette entre les espèces en C3 et en C4

Type de plante	IP nette (mg CO <sub>2</sub> / dm <sup>2</sup> / h)
<b>Espèces en C3</b>	
<b>Plantes de soleil</b>	<b>20-45</b>
<b>Plantes d'ombre</b>	<b>4- 20</b>
<b>Espèces en C4</b>	<b>30-80</b>

On remarque que l'intensité photosynthétique pour les plantes C4 varie entre 30 et 80(mg CO<sub>2</sub> / dm<sup>2</sup>/ h) alors que pour les plantes C3 varie entre 4 et 45(mg CO<sub>2</sub> / dm<sup>2</sup>/ h). Aussi on remarque que les plantes d'ombre possèdent une intensité photosynthétique plus basse que les plantes de soleil.

# Bon courage



## LIENS UTILES 🙌

### Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

