

1-INTRODUCTION

Le **plaste** est un organite présent dans les cellules des eucaryotes chlorophylliens (algues et plantes). Un plaste possède une enveloppe composée d'une ou plusieurs membranes. Suivant la cellule, les plastes peuvent se spécialiser pour accomplir certaines fonctions, ainsi les chloroplastes sont le siège de la photosynthèse, les amyloplastes sont spécialisés dans le stockage d'amidon, ou encore les chromoplastes qui donnent leurs couleurs aux fruits.

2-Types de plasters

On distingue de, nombreux types de plastes, dont 6 sont interconvertibles entre eux:

- Les **proplast**es, ou plastes non-différenciés.
- Les **chloroplast**es, où a lieu la photosynthèse ; ils contiennent de la chlorophylle.
- Les **chromoplast**es. Ils contiennent des pigments autres que la chlorophylle : les caroténoïdes (dont les xanthophylles ou le lycopène).
- Les **leucoplast**es, sans pigment.
- Les **amyloplast**es servent au stockage des grains d'amidon.
- Les **étioplast**es, dans les tissus peu exposés à la lumière.

Un plaste peut changer de type. C'est le processus d'interconversion plastidiale. Par exemple, un leucoplaste de pommes de terre peut se transformer en chloroplaste à la lumière; un chloroplaste de citron devient chromoplaste au cours de la maturation du fruit. Il existe aussi les oléoplastes, les protéoplastes,...

Plastes

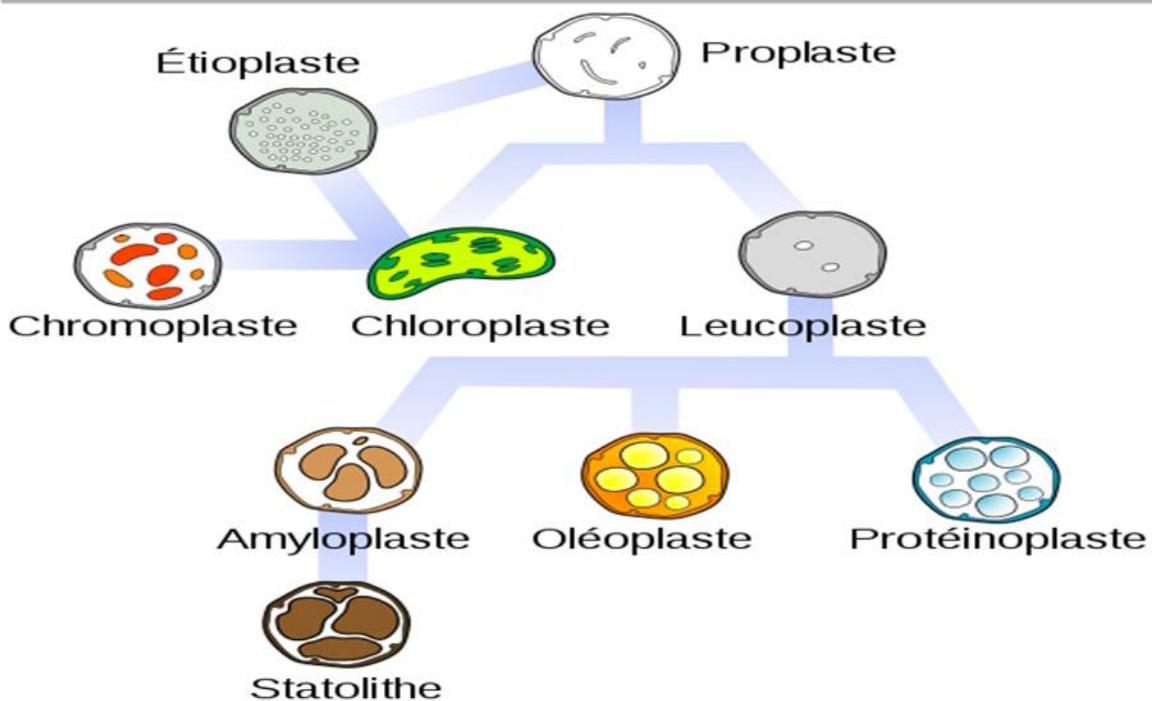


Figure 1: schema montre les different types de plastes

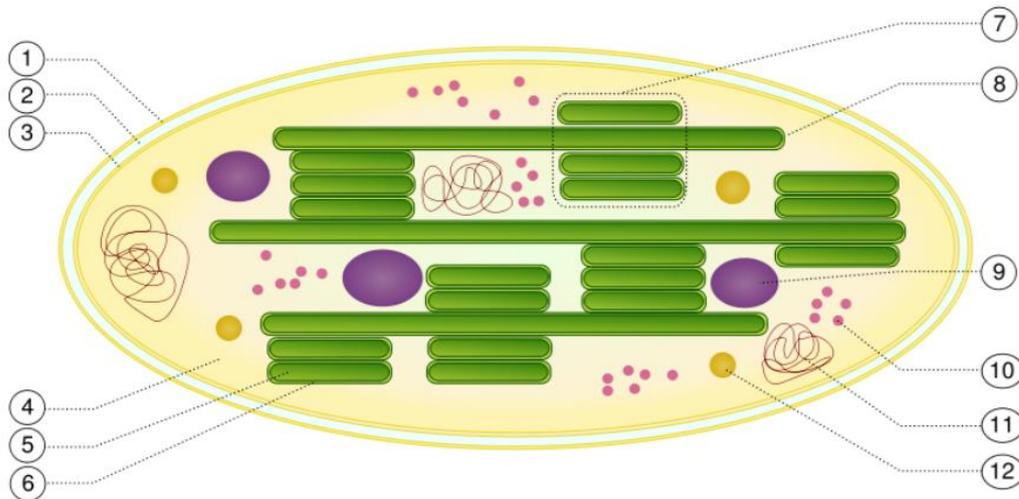


Figure 2: représente l'ultra-structure d 'un chloroplaste

Le chloroplaste est un organe composé de deux membranes (1 et 3) séparées par un espace inter-membranaire (2). Il contient un réseau membranaire constitué de sacs aplatis nommés thylakoïdes (8) qui baignent dans le stroma (4) (liquide intrachloroplastique). Les thylakoïdes sont composés d'un lumen (5) entouré d'une membrane (6), et contiennent de la chlorophylle (pigments verts) et des caroténoïdes (pigments jaune orange).- Un empilement de thylakoïdes se nomme *granum* (7) (au pluriel : des *grana*).

4.2 Localisation

La plupart des parties aériennes de la plante contiennent des chloroplastes. Les feuilles en contiennent le plus (~1/2 million / millimètre carré de feuille) Lieu de prédilection le mésophylle de la feuille (tout particulièrement) c.à.d tissu interne de la feuille.

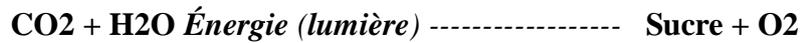
Mais divers tissus n'en contiennent pas ou très peu: les cellules de revêtement de l'épiderme, les cellules stomatiques aquifères (des groupes de cellules qui évacuent de l'eau chez certaines feuilles)...

4.3 Rôle :

- Chloroplaste : élément indispensable à la photosynthèse
- Absorbe l'énergie lumineuse pour la transformer en énergie chimique sous forme d'adénosine triphosphate (ATP)
- Intervient dans la phase photochimique de la photosynthèse
- Le chloroplaste absorbe l'ensemble du spectre de la lumière visible mis à part le vert
- La chlorophylle se trouve dans la membrane des thylakoïdes
- Les différentes étapes de la photosynthèse qui convertissent la lumière en énergie chimique se déroulent dans les thylakoïdes tandis que les étapes de conversion de l'énergie en glucide se déroulent dans le stroma du chloroplaste
- Le chloroplaste joue aussi un rôle dans la biosynthèse des lipides.
- Les chloroplastes résultent d'une endosymbiose, c.à.d : Cellules primitives ont ingéré des bactéries (cyanobactéries) puis ont vécu en symbiose avec ces dernières.

5. La photosynthèse :

La photosynthèse est un mécanisme qui permet de « capturer » l'énergie lumineuse et de la « stabiliser » en forme utilisable par les mécanismes cellulaires (énergie chimique sous forme de sucres). Les **Chlorophylles** (pigments verts liés aux protéines des thylakoïdes) capturent la lumière pour faire la photosynthèse.



- La phase claire qui est un ensemble de réactions photochimiques, qui dépendent de la lumière.- Elle permet directement la transformation de l'énergie lumineuse (photons) en énergie chimique. II)
- La phase sombre correspond au cycle de Calvin, entièrement enzymatique et indépendante de la lumière.- Elle permet de changer du dioxyde de carbone et de l'eau en glucides.- C'est la phase d'assimilation du gaz carbonique.

I. LA PHASE PHOTOCHEMIQUE:

Elle se déroule dans les thylakoïdes.- La lumière est captée sous forme de photons qui ont un potentiel énergétique selon leur longueur d'onde. L'énergie transportée par un photon est inversement proportionnelle à la longueur d'onde. L'absorption de cette énergie aura 2 conséquences : un transport d'électrons et une libération de protons.

1) Le transport d'électrons:

Quand un pigment capte un photon au niveau de l'antenne collectrice formée de protéines, il entre dans un état excité. Cette excitation est transmise de pigment à pigment pour arriver au centre réactionnel

- C'est au centre réactionnel que l'énergie lumineuse sera convertie en énergie chimique.- Il existe dans la membrane des thylakoïdes, deux centres réactionnels avec des antennes collectrices, appelés photosystème I et II. Dans les photosystèmes, l'énergie d'excitation collectée est utilisée pour arracher un électron qui est transporté à travers la membrane par des molécules acceptrices d'électrons jusqu'à un état stable.- Le système réalise ainsi une photopile biologique. $P^*A \rightarrow P^+ + A^-$ où P représente une protéine piège du photosystème et A une molécule acceptrice d'électrons. - Dans la membrane du thylakoïde, les deux photosystèmes I et II sont branchés en série.

- Le transport cyclique des électrons.- Il ne se fait qu'au niveau du PSI.- L'antenne reçoit les photons, elle les concentre vers le centre réactionnel fait de chlorophylle a et d'un accepteur primaire d'électrons.

- La chlorophylle passe alors à l'état excité et donne un électron à l'accepteur primaire lors d'une réaction d'oxydoréduction.

- L'accepteur primaire transfère ensuite l'électron à une chaîne de transporteurs situés dans la membrane du thylakoïde qui le retourne finalement au centre réactionnel du photosystème I.

- Tout en transportant les électrons, la chaîne de transport fait passer des ions H^+ du stroma vers l'espace intrathylakoïdien. Les ions H^+ ainsi concentrés dans l'espace intrathylakoïdien retournent dans le stroma en passant par l'ATP synthase produisant ainsi de l'ATP.

2-Le transport non cyclique des électrons

- Les deux photosystèmes sont utilisés.
- Le photosystème II, absorbe 2 photons, perd 2 électrons qu'il donne à son accepteur primaire d'électrons, qui les cède à son tour à une chaîne de transport. Cette chaîne donne les électrons au centre réactionnel du photosystème I.
- Lors du passage des électrons, il y aura aussi passage d'ions H⁺ du stroma vers l'espace intrathylakoïdien. Ces ions diffuseront vers le stroma en passant par l'ATP synthase. Donc, il y aura production d'ATP.
- Le photosystème I a, lui aussi, perdu 2 électrons au profit de son accepteur primaire. Celui-ci les cède à une autre chaîne de transport qui les conduira vers le NADP⁺ au niveau du stroma. Le NADP⁺ est le dernier accepteur d'électrons de cette deuxième chaîne, et se transforme en NADPH + H⁺.

Les électrons perdus du photosystème I sont donc remplacés par ceux provenant du photosystème II. 2) La photolyse de l'eau.

- Mais le photosystème II n'a toujours pas remplacé ses électrons perdus.- C'est une enzyme qui prend les électrons de l'eau et les donne au PSII. Cette réaction libère de l'oxygène.- Elle se fait dans l'espace intrathylakoïdale.

Remarque :

- Le PSII et les complexes associés sont responsables de la libération d'oxygène dans l'atmosphère et produit de l'ATP.
- Le PSI est responsable de la libération de NADPH dans le stroma.- Les molécules d'ATP et de NADPH + H⁺ formées par les transports cyclique et non cyclique sont utilisées par le cycle de Calvin. L'ATP fournit l'énergie et les groupements phosphates tandis que le NADPH + H⁺ agit comme agent réducteur (c'est un donneur d'électrons). Chaque tour du cycle de Calvin requiert 9 ATP et 6 NADPH + 6H⁺.

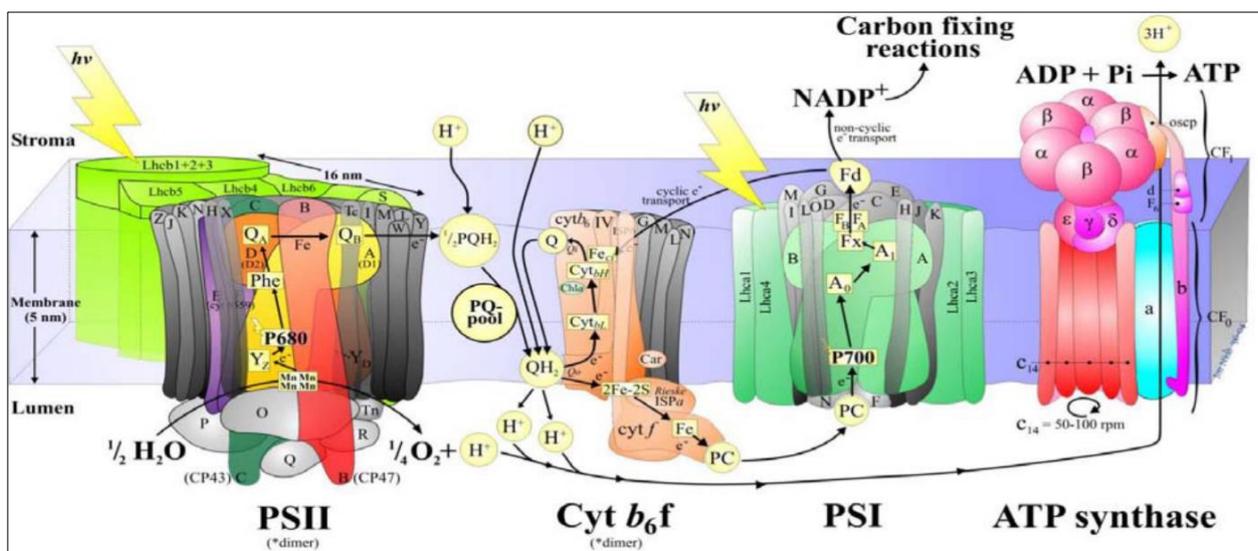


Figure 3: les photosystèmes et les transport des electrons

II) LA PHASE NON-PHOTOCHIMIQUE:

- C'est le cycle de Calvin et il se déroule dans le stroma.
 - La lumière n'est plus utile.- L'ATP et le NADPH₂ sont utilisés pour réduire le CO₂ de l'air. Le CO₂ se fixe sur un glucide à 5 carbones, le ribulose présent dans le stroma du chloroplaste
 - L'ATP cède son énergie et devient ADP.- Le NADPH₂ cède son hydrogène et devient NADP.
 - Il va se former des molécules intermédiaires conduisant à des trioses, utilisés ensuite pour la synthèse des glucoses puis de l'amidon (polymère de glucoses). Les trioses régénèrent aussi le ribulose initial.
- $$3 \text{ CO}_2 + 9 \text{ ATP} + 6 \text{ NADPH} + \text{eau} \rightarrow \text{Glycéraldéhyde 3-phosphate} + 8 \text{ Pi} + 9 \text{ ADP} + 6 \text{ NADP}^+$$

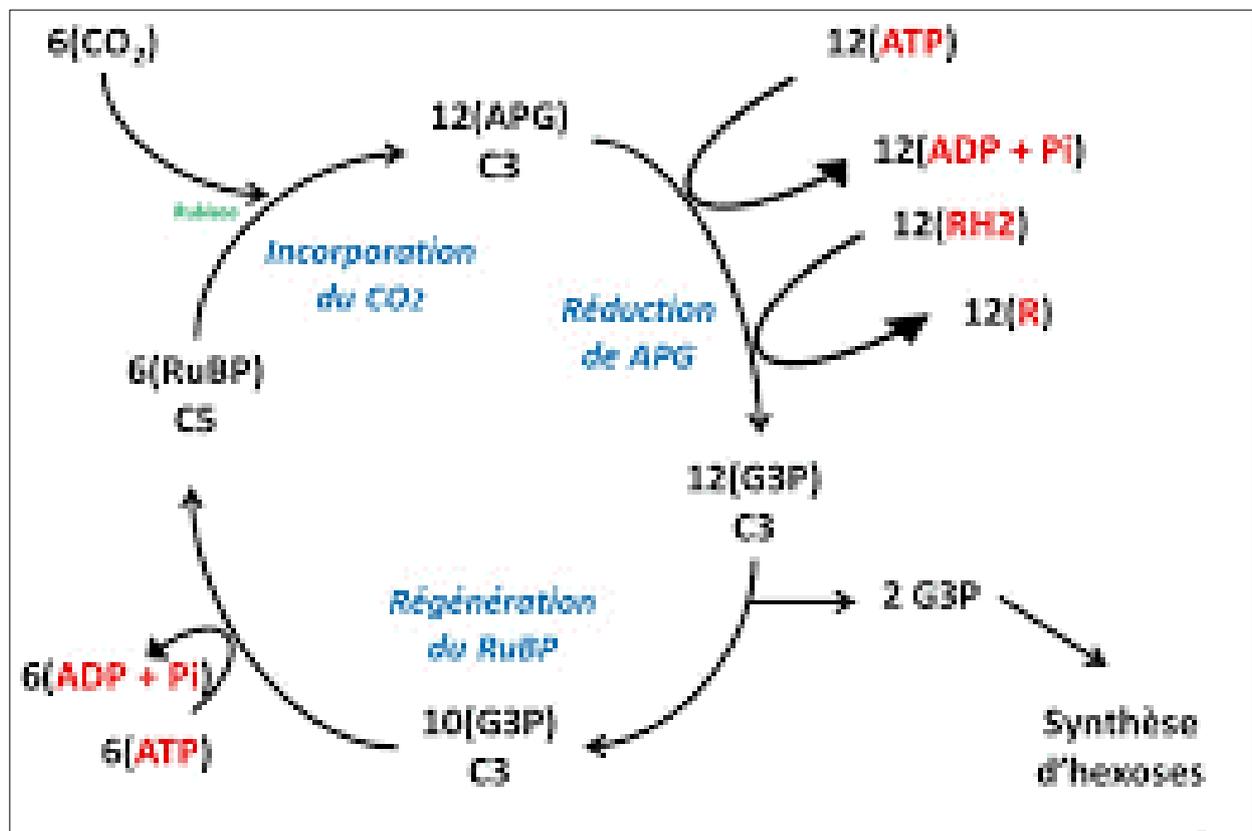


Figure 4: Schéma du cycle de Calvin montrant l'incorporation du CO₂, au cours de la phase chimique / non photochimique de la photosynthèse

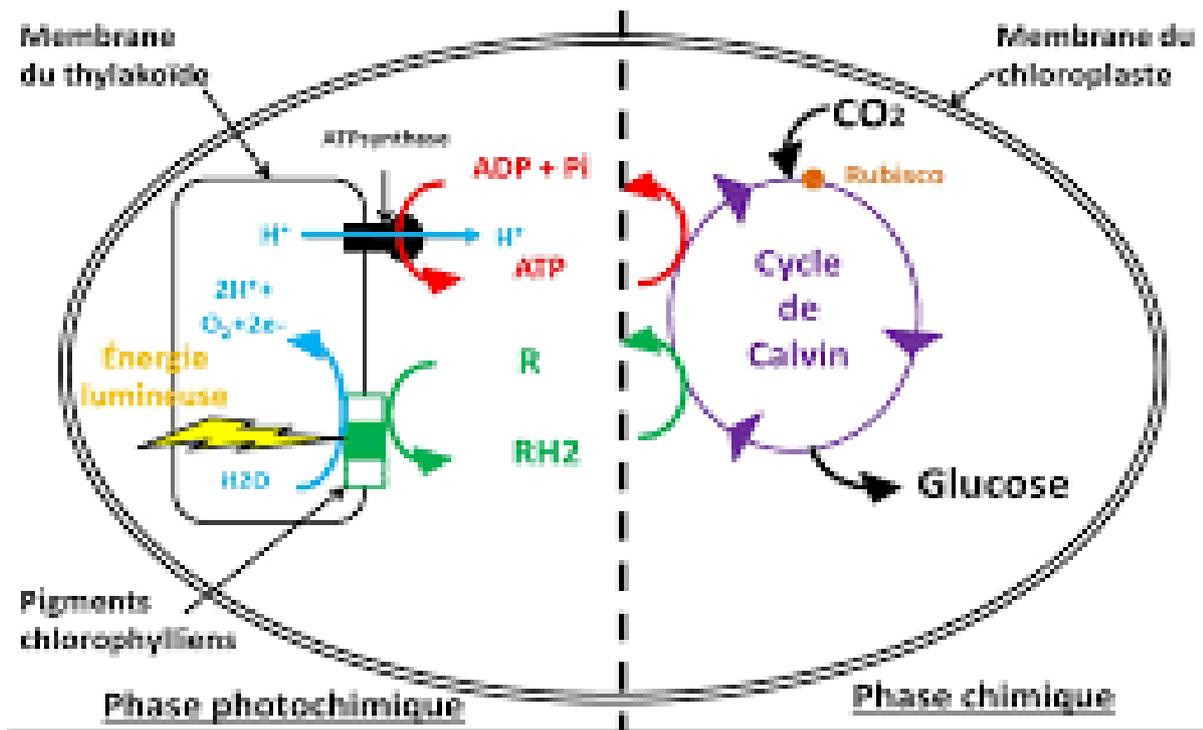


Figure 5: Schéma bilan montrant les mécanismes de la photosynthèse au niveau des chloroplastes des cellules chlorophylliennes à l'origine de la formation de molécules organiques à partir de l'eau du CO_2 et d'énergie lumineuse.

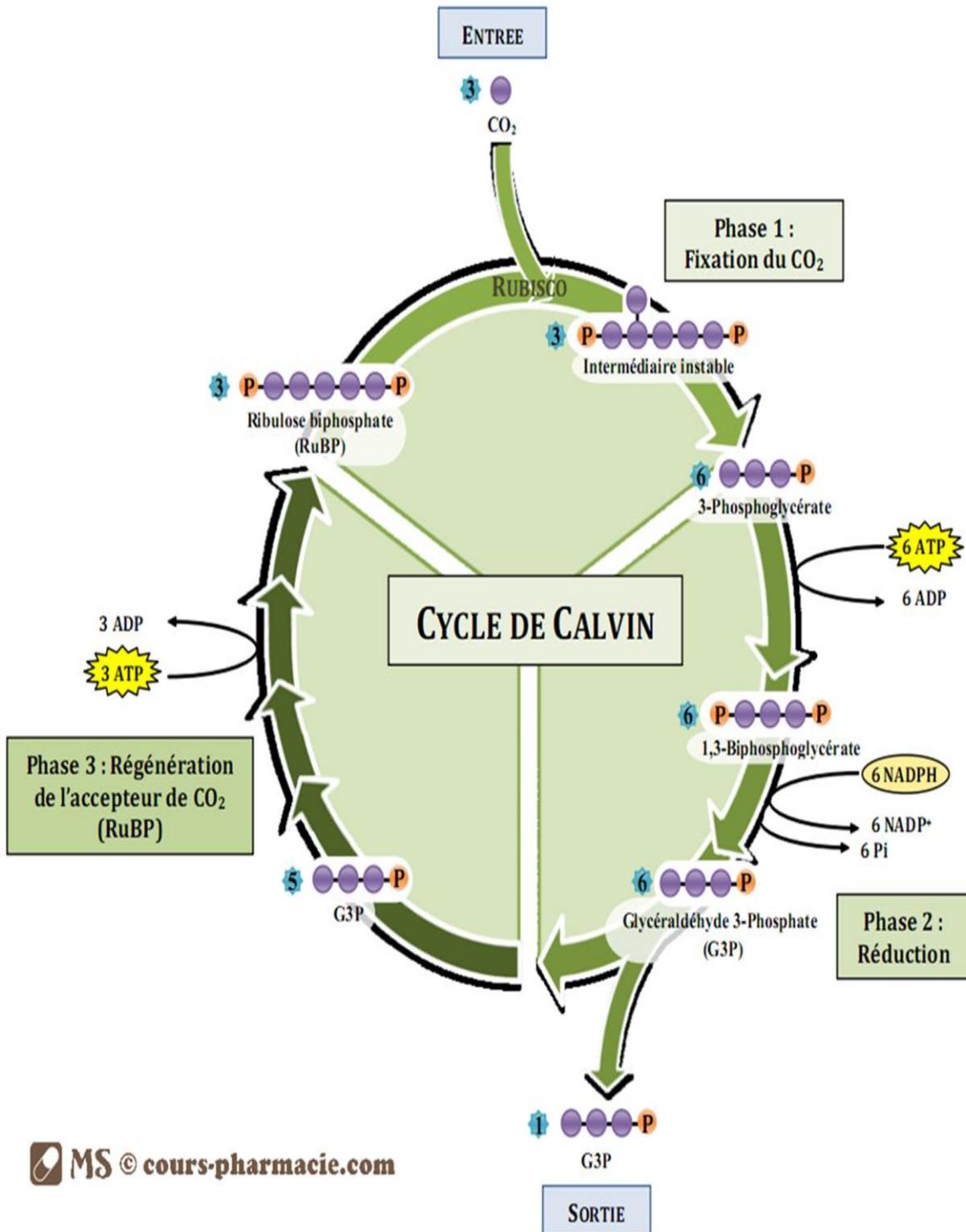


Figure 6: Le cycle de Calvin