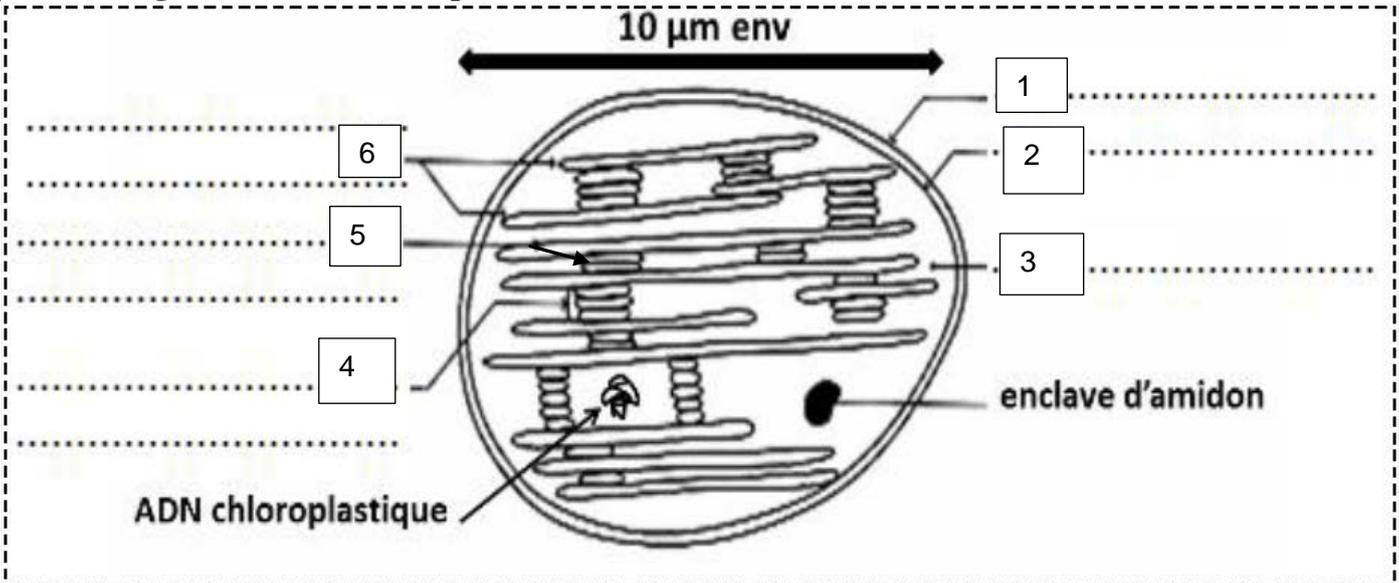


Rappel :

- 1- Quels sont les besoins nutritifs minéraux de la plante ?
.....
- 2- Nommer les différents mécanismes intervenant dans cette nutrition minérale.
.....
- 3- Quels sont les types d'échanges gazeux établis par la plante chlorophyllienne en présence de la lumière ?
.....
- 4- Rappeler les conditions principales nécessaires à la synthèse de la matière organique par la plante.
.....
- 5- **Légénder** le schéma. **Proposer** un titre :



6- **Définir :**
La chlorophylle :

Le spectre d'absorption :

Le spectre d'action :

- 7- **Établir la relation** entre le spectre d'absorption et le spectre d'action.
.....

8- **Rappeler** la caractéristique de la chlorophylle :
.....

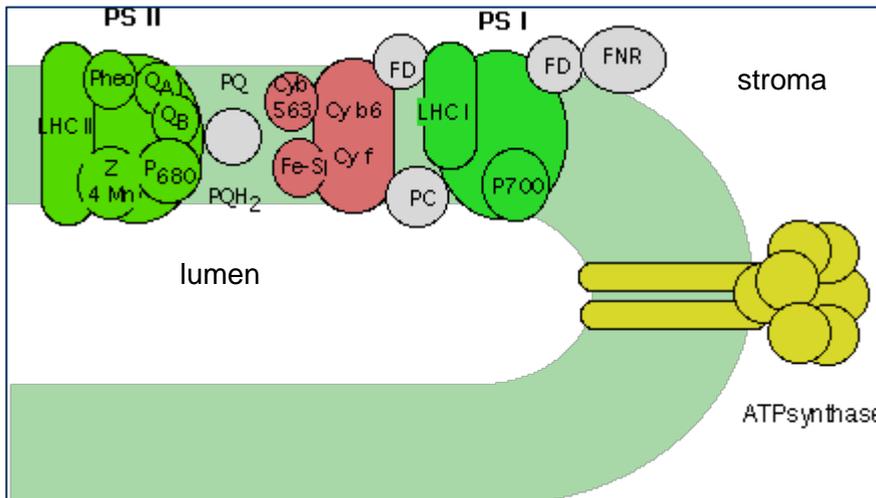
Suite du cours.

Conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique par les plantes chlorophylliennes

I. Rôle des pigments chlorophylliens dans la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique

1- Localisation de la chlorophylle au niveau des chloroplastes :

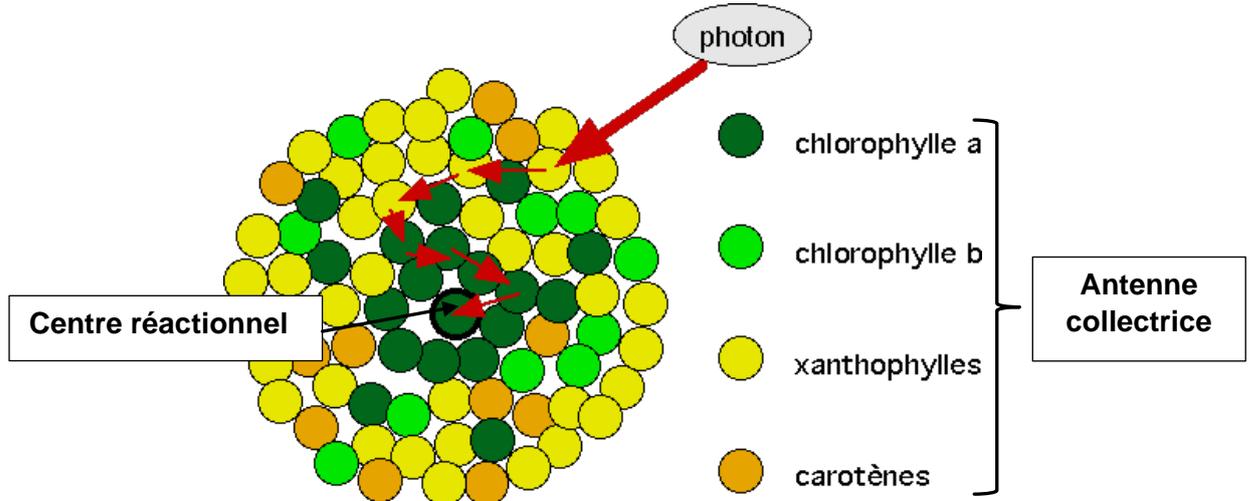
a- Le thylakoïde :



Doc 1 : Schéma structural d'une portion de thylakoïde

- 1- Décrire l'aspect de la membrane thylakoïdienne.
- 2- Que représentent les complexes protéiques qui s'y insèrent ?

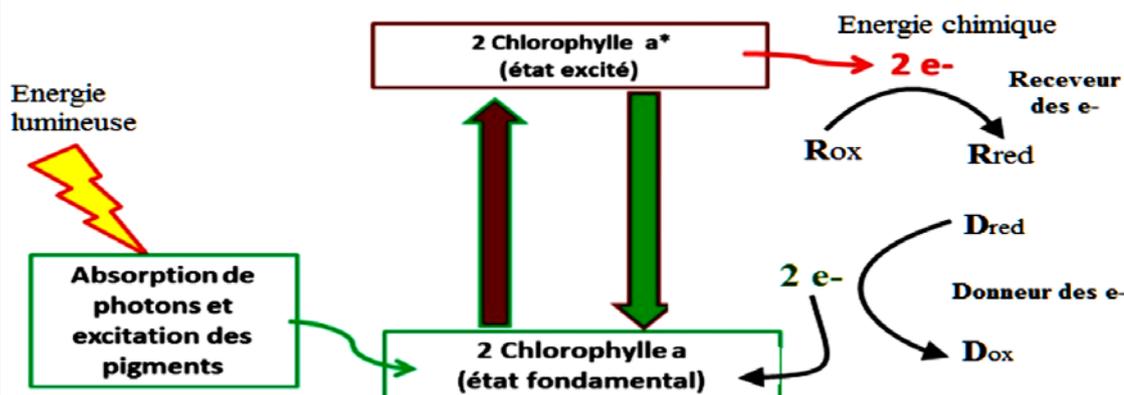
b- Le photosystème : l'unité fonctionnel de la photosynthèse



Doc 2 : organisation d'un photosystème

1- De quoi est constitué un photosystème ?

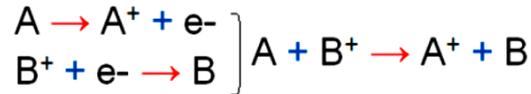
c- Mécanisme de collecte et conversion de l'énergie lumineuse :



Doc 3 : conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique

Une **réaction d'oxydoréduction (réaction redox)** est une réaction chimique au cours de laquelle se produit un échange d'électrons. L'espèce chimique qui capte les électrons est appelée « oxydant » ; celle qui les cède, « réducteur ».

Exemple :



Chaque couple « redox » se caractérise par son potentiel d'oxydoréduction (E_0) qui exprime sa capacité de réduction. Dans l'exemple ci-dessus, les électrons se déplacent de A vers B, sans avoir besoin d'une source externe d'énergie. Ce qui signifie que $E_0(A/A^+) < E_0(B/B^+)$

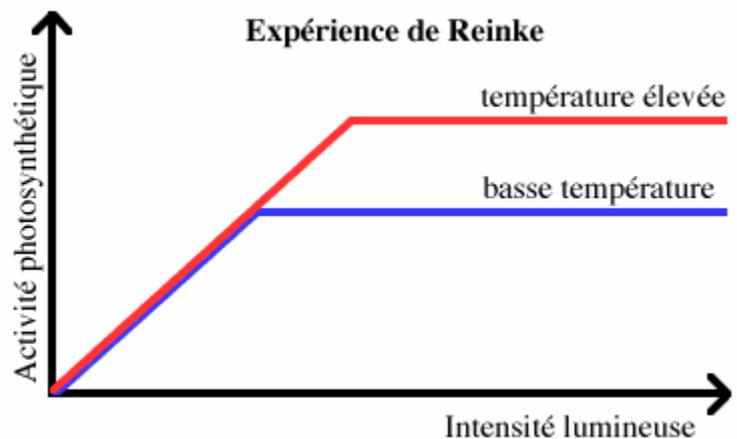
Doc 4.

- 1- En se basant sur les doc 3 et 4, **montrer comment l'énergie lumineuse est convertit en énergie chimique.**
- 2- **D'après le document 4, Expliquer comment les électrons se déplacent entre les couples redox.**

2- La mise en évidence des phases de la photosynthèse :

En 1883, REINKE étudia l'effet de l'intensité de la lumière sur la photosynthèse. Il constata que l'activité photosynthétique augmentait proportionnellement à l'éclairement pour les intensités lumineuses faibles et moyennes, mais qu'elle n'augmentait plus au-delà d'une certaine intensité lumineuse. Ce seuil, correspondant à une activité photosynthétique maximale, variait avec la température, étant plus élevé aux hautes températures qu'aux basses.

Déduire les différentes phases de la photosynthèse



Doc 5 : résultats de l'expérience de Reinke

II. Réactions photochimiques de la phase claire

1. La mise en évidence de l'origine du dioxygène libéré lors de la photosynthèse

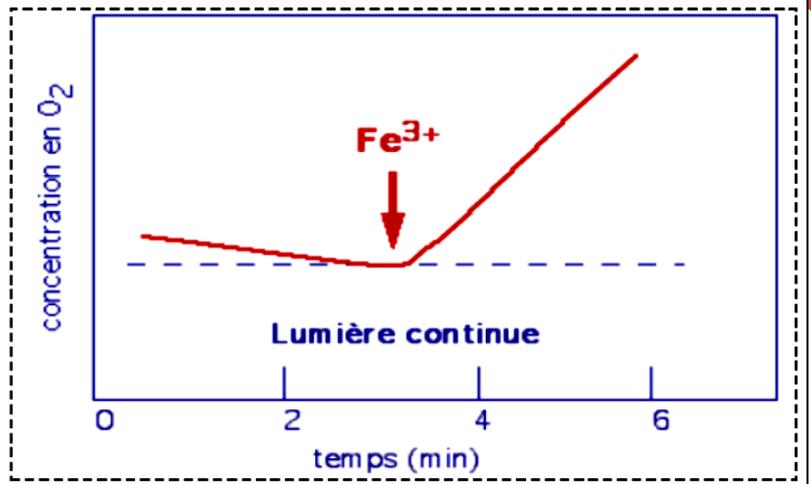
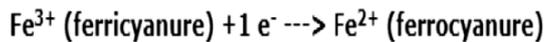
Doc 6 : Expérience de Kamen et Ruben

	Expérience	résultats	interprétations
Milieu 1	Des algues de chlorelles ont été mises dans un milieu où l'eau est marquée par $^{18}\text{O}_2$, le CO_2 est normal	Le dioxygène produit par la photosynthèse est marqué	Cette expérience montre que l'origine du dioxygène produit lors de la photosynthèse est la molécule de l'eau
Milieu 2	Des algues de chlorelles ont été mise dans un milieu les molécules d'eau sont normales, tandis que le CO_2 est marqué par ^{18}O	Le dioxygène produit par la photosynthèse n'est pas marqué	

- 1- **Déduire** l'origine du dioxygène produit lors de la photosynthèse.
- 2- **Donner** la réaction de l'oxydation de l'eau ;

2. Le devenir des électrons libérés par la molécule d'eau :

Hill utilise une suspension de chloroplastes isolés dans un tampon sans CO₂. Il mesure les variations de dioxygène à l'aide d'une électrode à oxygène. Il ajoute à la préparation un accepteur artificiel d'électrons, le ferricyanure de potassium, Fe³⁺(CN)₆K₃ (réactif de HILL) et travaille en lumière continue.



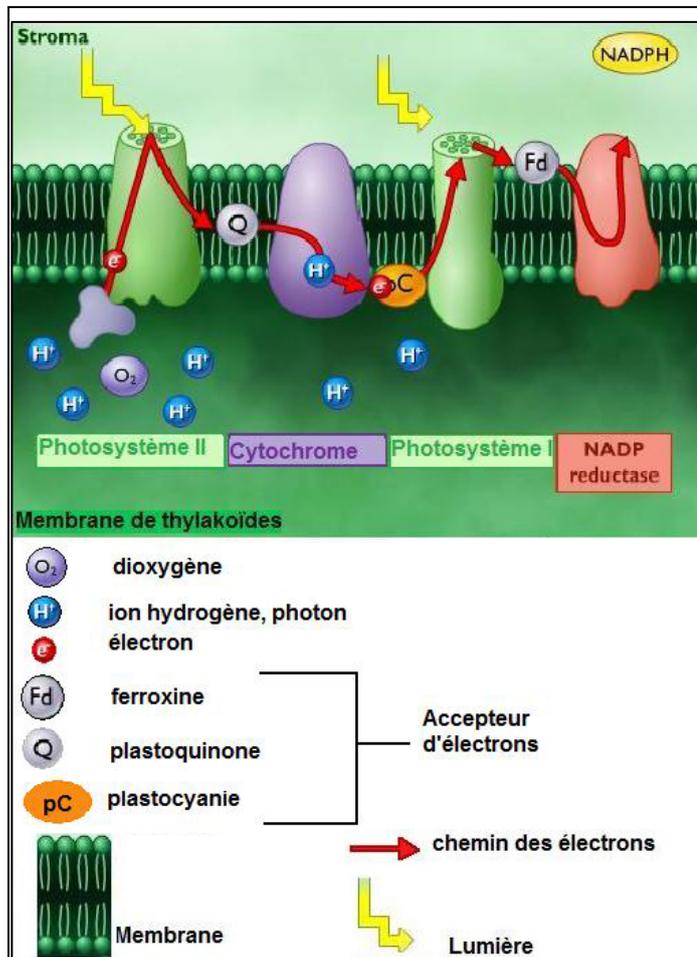
Doc 7 : Expérience de Hill

Q1 : Analyser ces résultats, que pouvez-vous en déduire ?

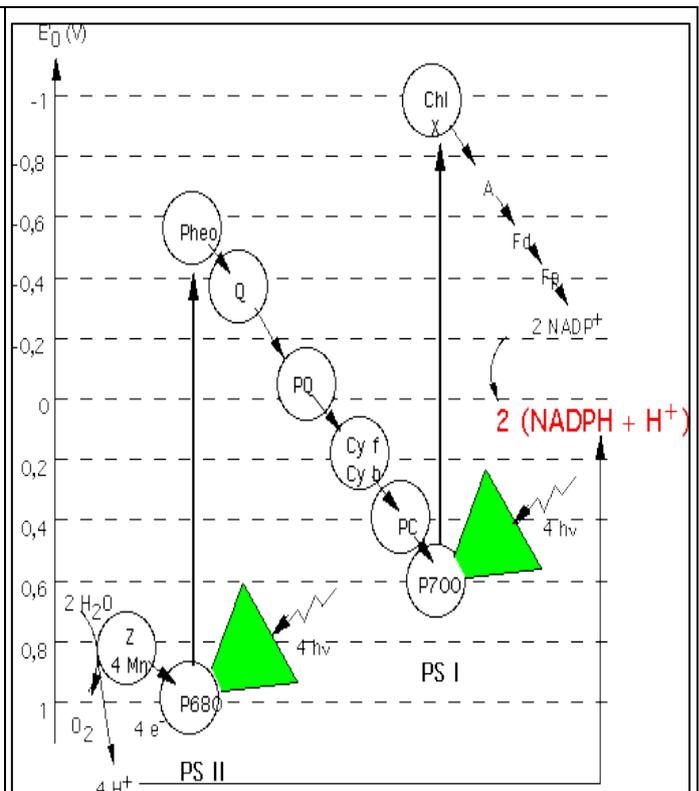
Q2 : Sachant que dans les conditions normales (in vivo), l'accepteur d'électron est la molécule de NADP⁺ ; Donner la réaction de réduction de celle-ci.

Q3 : Conclure l'équation de la réaction Redox

3. Rôle de la membrane thylacoïdal dans le transport des électrons



Doc 8 : Transfert des électrons libérés par la molécule d'eau jusqu'au l'accepteur final NADP



Doc 9 : les transporteurs en fonction de leur potentiel de réduction

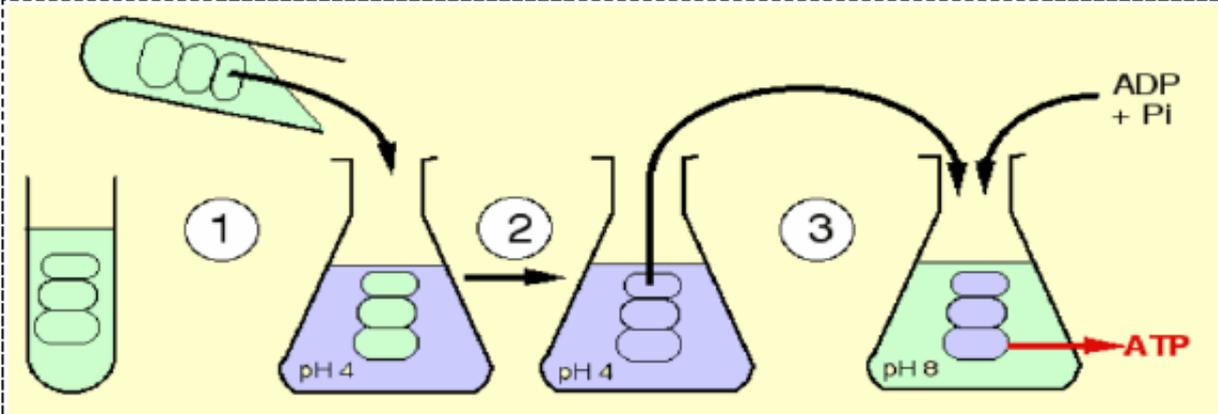
Q : D'après ces documents, Montrer comment les électrons sont transportés du couple redox H₂O/O₂ vers le couple redox NADP⁺/NADPH, H₊.

III. Production de l'énergie chimique : ATP

1- L'importance du gradient H⁺ dans la production d'ATP

A partir d'une suspension de chloroplastes, les chloroplastes sont cassés (par choc osmotique par exemple) et les thylakoïdes sont isolés par centrifugation (le stroma a été éliminé). L'ensemble de l'expérience est effectuée à l'obscurité.

- 1 - cette suspension est placée dans un milieu acide tamponné à pH 4,
- 2 - après quelques minutes, le pH des thylakoïdes s'est équilibré avec celui du milieu,
- 3 - on transfère alors les thylakoïdes dans un milieu basique tamponné à pH 8 en présence d'ADP et de phosphate inorganique (Pi) (+ Mg²⁺).



Doc10. Expérience "du bain acide" de Jagendorf et Uribe

Résultat : un dosage d'ATP dans le milieu de suspension montre qu'il y a eu synthèse d'ATP.

Q : Expliquer les résultats de cette expérience. Donner la réaction de phosphorylation oxydative.

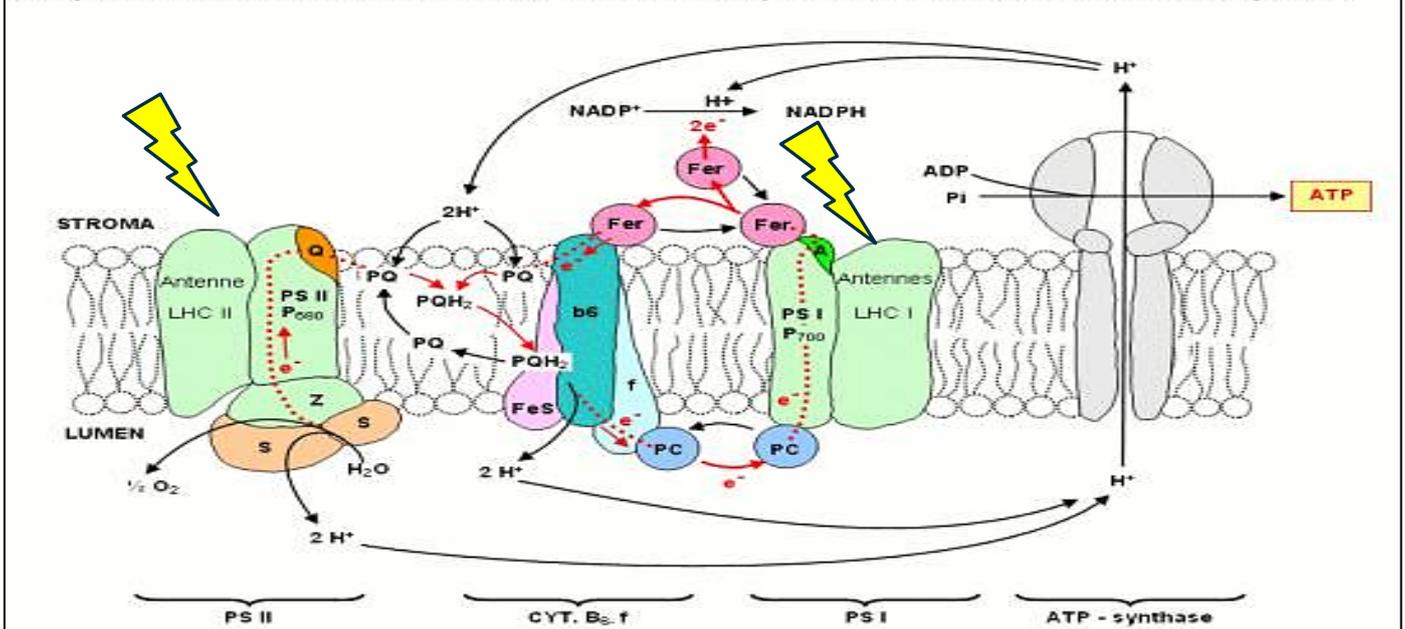
2- L'importance des sphères pédonculés dans la production de l'ATP :

Dans des conditions de pH adéquats, et en présence de précurseurs de l'ATP, on enlève la granulation de la membrane tylakoidienne. Résultat : pas de synthèse d'ATP.

Qu'en déduisez-vous ?

3- Le devenir des protons H⁺ libérés par l'oxydation de l'eau.

Complexes macromoléculaires et transferts d'électrons et de protons au niveau de la membrane du thylakoïde



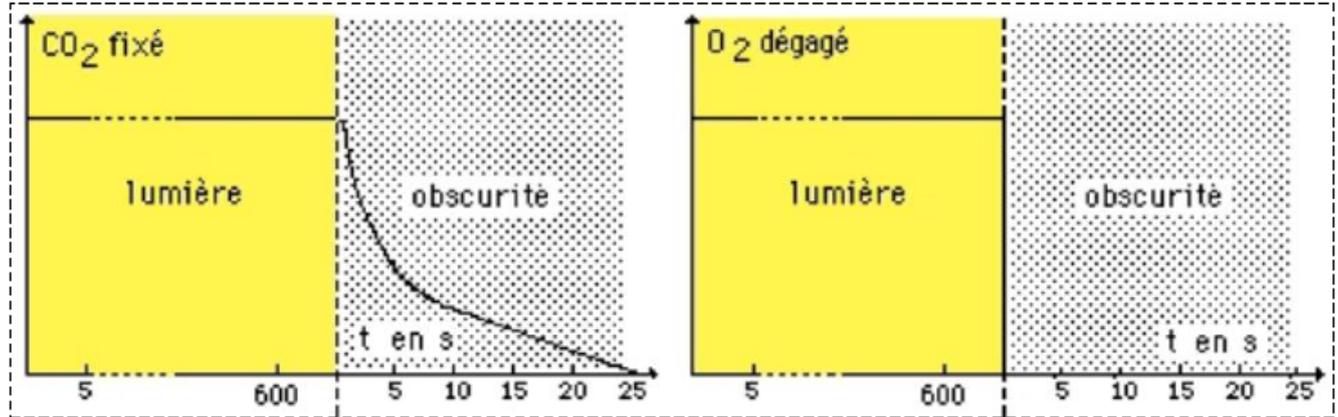
Doc 11 : Conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique

Q : En se basant sur le doc 11 et vos connaissances, résumer la phase photochimique.

IV. La phase non photochimique de la photosynthèse

1. Expérience de Gaffron (1951)

Du dioxyde de carbone radioactif ($^{14}\text{CO}_2$) est fourni à une suspension d'algues unicellulaires (chlorelles) fortement éclairée. Dans un premier temps, on dose le $^{14}\text{CO}_2$ fixé (graphe de gauche), dans un second temps, on dose le dioxygène dégagé (graphe de droite)



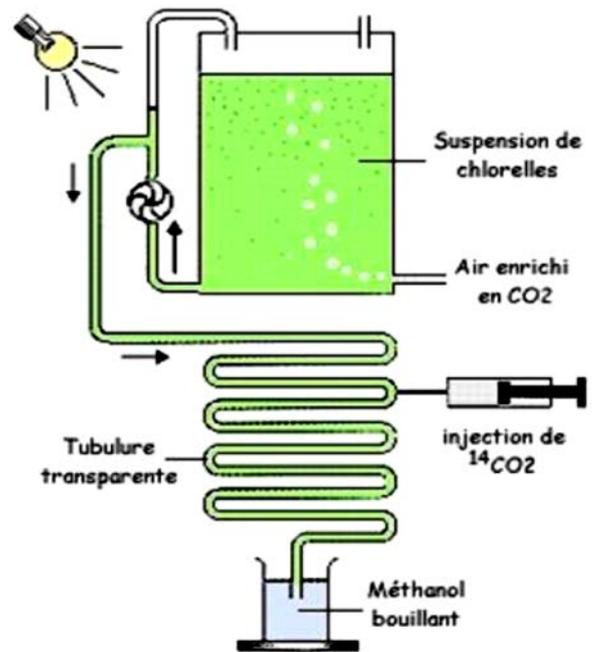
Doc 12 : Résultats de l'expérience de Gaffron.

Q : Analyser et interpréter ces résultats

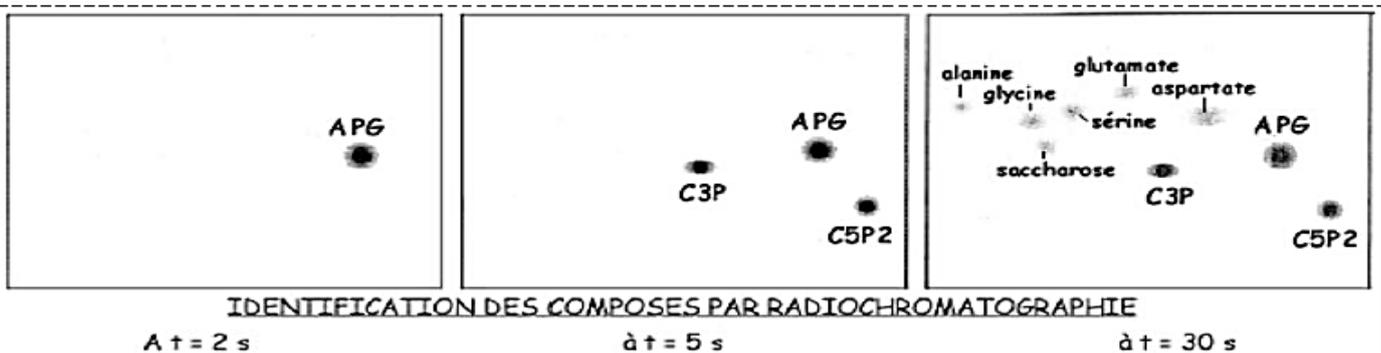
2. Expérience de Calvin et Bensen (1962)

Des chlorelles sont maintenues en suspension à la lumière, dans un récipient où l'on fait barboter du dioxyde de carbone. Celles-ci sont refoulées dans une tubulure souple et transparente qu'elles parcourent en un temps donné grâce à une pompe dont le débit est connu. En un point variable de la tubulure, on injecte du $^{14}\text{CO}_2$: le temps pendant lequel les algues peuvent l'incorporer est variable selon l'endroit de l'injection. Les cellules tombent enfin dans du méthanol bouillant qui bloque instantanément toutes les réactions chimiques.

Il s'agit d'un marquage radioactif des molécules carbonées produites, Plus on rapprochera l'injection de C marqué de l'extrémité de la tubulure, moins les chlorelles seront restées longtemps au contact du ^{14}C Par radio-chromatographie, Calvin et Benson déterminent ainsi les molécules formées en fonction du temps, les résultats sont représentés sur le document 14 ci-dessous.



Doc 13 : prototype de l'expérience de Calvin et Bensen



IDENTIFICATION DES COMPOSES PAR RADIOCHROMATOGRAPHIE

A t = 2 s

à t = 5 s

à t = 30 s

Doc 14 : Chronologie des molécules formées par l'incorporation de CO₂

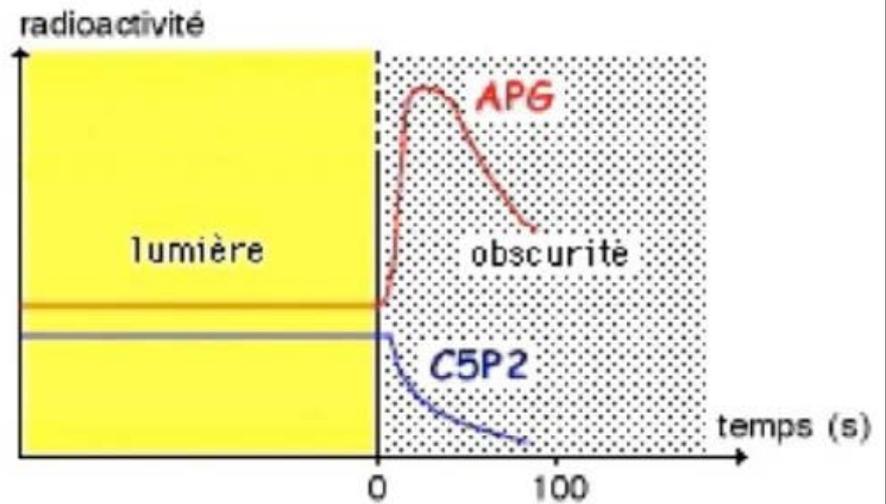
Q1 : D'après le document 13, quel est le devenir du CO₂ absorbé par les plantes pendant la photosynthèse ?
Q2 : Donner la chronologie des molécules formées.

3. Un couplage avec la phase Photochimique :

- Des chlorelles sont cultivées dans un milieu où barbote de l'air enrichi en ¹⁴CO₂. La culture, éclairée dans un premier temps, est subitement mise à l'obscurité. On mesure la radioactivité de deux composés organiques: le ribulose bi-phosphate ou C₅P₂, l'APG.

- On refait l'expérience, cette fois en présence de la lumière mais en augmentant la teneur en CO₂ : on remarque que le RuDiP augmente alors que APG diminue.

- **Analyser et interpréter ces résultats**



Doc 15 : variation de la radioactivité de deux composés organiques en présence et en absence de lumière

4. Le cycle de Calvin :

Le cycle de Calvin est une série cyclique de réactions biochimiques.

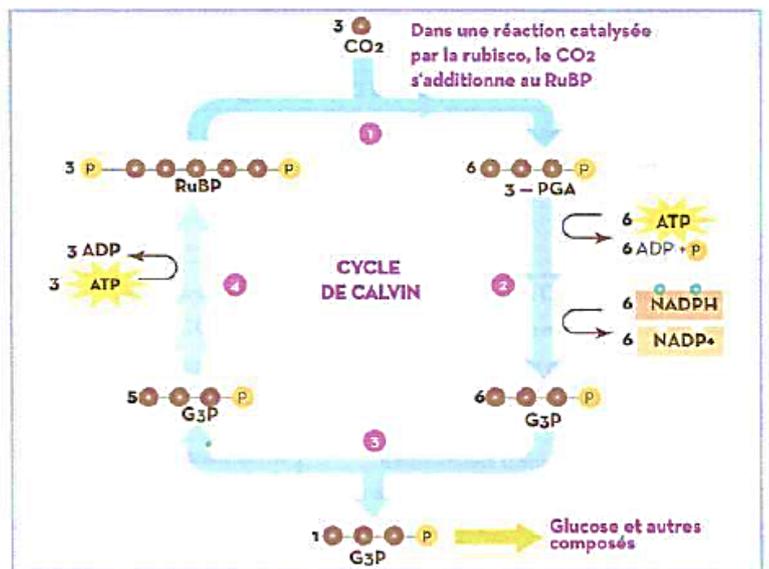
On peut le subdiviser en quatre étapes :

1 - Fixation du CO₂ : Durant cette phase, une molécule de RubiP s'associe avec une molécule de CO₂, il en résulte deux molécules d'APG.

2 - Réduction : à partir de APG, il y a production d'un triose phosphate, G₃P, avec consommation d'énergie sous forme d'ATP ; et oxydation de NADPH, H⁺.

3 - Exportation d'un triose phosphate G₃P.

4 - Régénération de RubiP : A travers une série de réactions biochimiques qui consomment de l'énergie sous forme d'ATP ; il y a régénération de RubiP à partir de G₃P.



Doc 16 : Cycle de Calvin

Q1 : **Etablir** la liaison entre la phase photochimique et la phase thermochimique.

Q2 : **Expliquer** l'importance du cycle de Calvin dans la synthèse de la matière organique.

5. Bilan :

- **Établir** un schéma bilan regroupant les différentes phases de la photosynthèse.
- **Re-Définir** la photosynthèse.

V. Diversité des sources trophiques chez les êtres vivants : A vous de chercher !

Modes de nutrition chez les êtres vivants			Sources de l'énergie	
			Utilisent l'énergie solaire	Utilisent l'énergie chimique venant des aliments minéraux ou organiques
			Phototrophes	Chimiotrophes
Sources de la matière	Matière minérale	Autotrophes	plantes chlorophylliennes certaines bactéries (Cyanophytes) nombreux unicellulaires	nombreuses bactéries
	Matière organique	Hétérotrophes	certaines bactéries	homme animaux champignons nombreux unicellulaires