

# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

### A Equation de la photosynthèse

# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

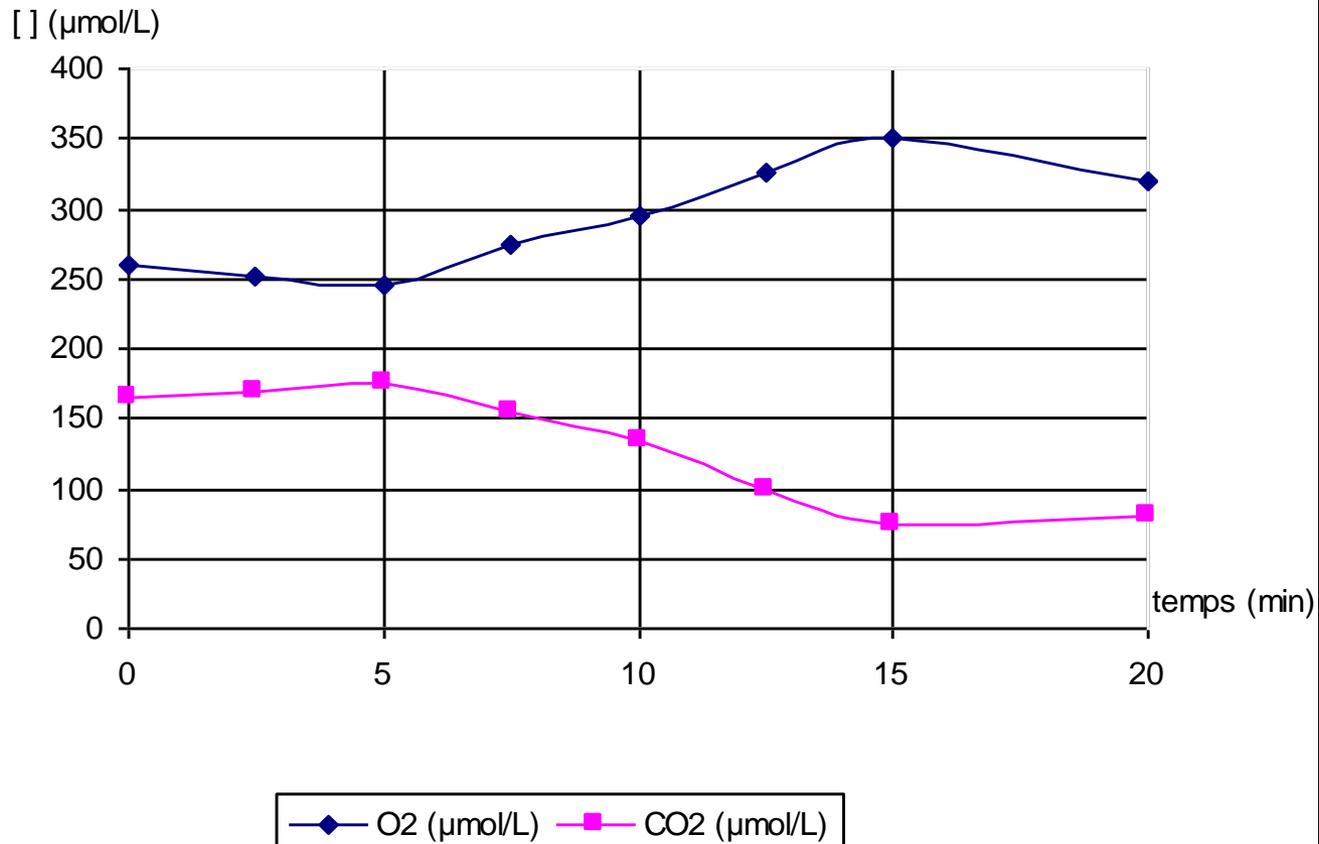
### A Equation de la photosynthèse

Savoir	Mise en évidence
	- Echanges gazeux ExAO

# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

[O<sub>2</sub>] et [CO<sub>2</sub>] en fonction du temps dans un milieu avec des cellules d'élodées, avec et sans lumière.



# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

### A Equation de la photosynthèse

Savoir	Mise en évidence
<p>- Equation de la <b>photosynthèse</b> À la lumière <math>6\text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2</math></p> <p>= <i>conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique</i></p>	<p>- Echanges gazeux ExAO</p>

# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

### A Equation de la photosynthèse

Savoir	Mise en évidence
<p>- Equation de la <b>photosynthèse</b> À la lumière <math>6\text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2</math></p> <p>= <i>conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique</i></p>	<p>- Echanges gazeux ExAO</p> <p>-Coloration de l'amidon dans les chloroplastes</p>

# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

Cellules d'Eloëe soumises à l'obscurité puis colorées à l'eau iodée.



Cellules d'Eloëe soumises à la lumière puis colorées à l'eau iodée.



# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

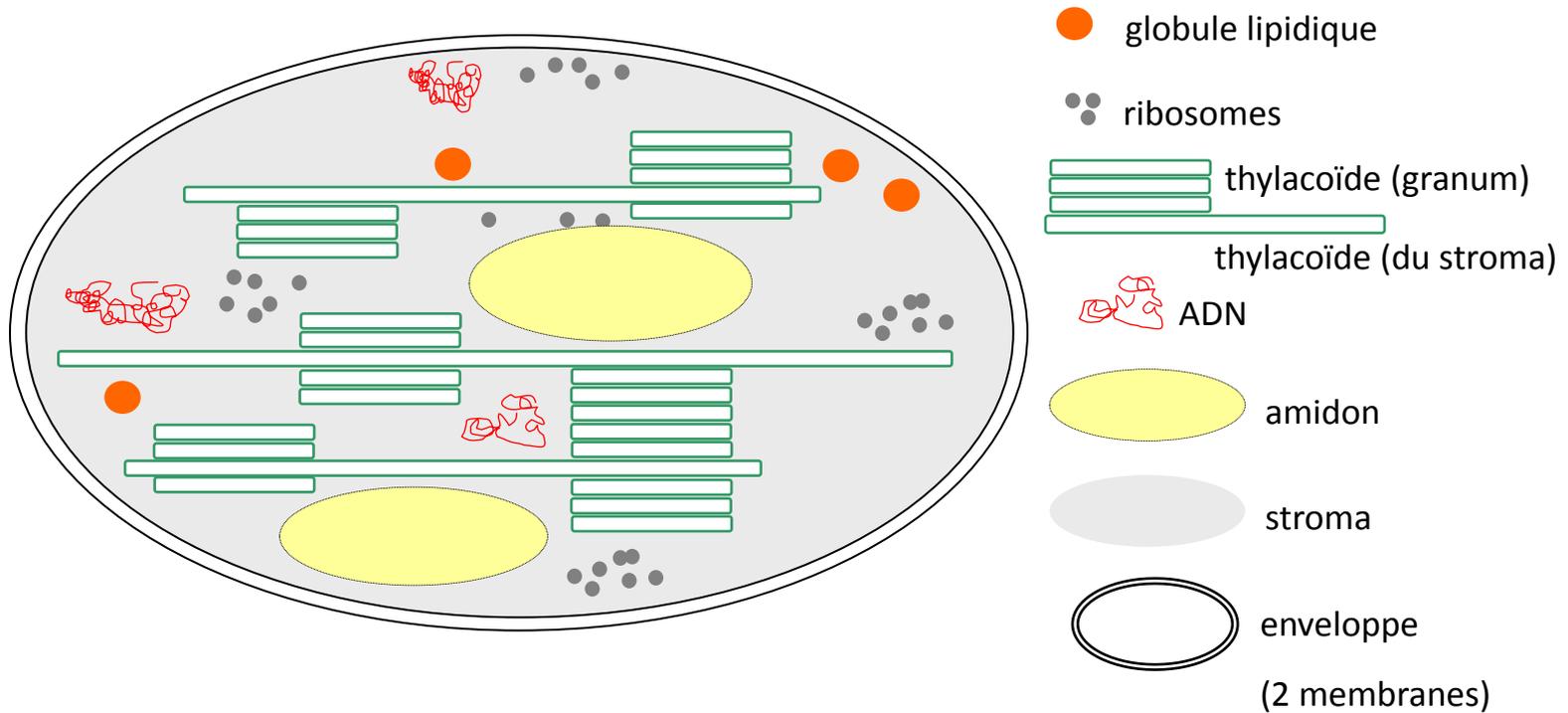
## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

### A Equation de la photosynthèse

Savoir	Mise en évidence
<p>- Equation de la <b>photosynthèse</b> À la lumière <math>6\text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2</math></p> <p>= <i>conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique</i></p> <p>- La photosynthèse se fait dans les chloroplastes des cellules chlorophylliennes</p>	<p>- Echanges gazeux ExAO</p> <p>-Coloration de l'amidon dans les chloroplastes</p>

# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts



# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens



# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens



A Savoir	Mise en évidence
<ul style="list-style-type: none"><li>• différents pigments</li></ul>	Chromatographie
<ul style="list-style-type: none"><li>• Absorption dans le bleu (450 nm) et le rouge (680 nm)</li></ul>	Spectre d'absorption

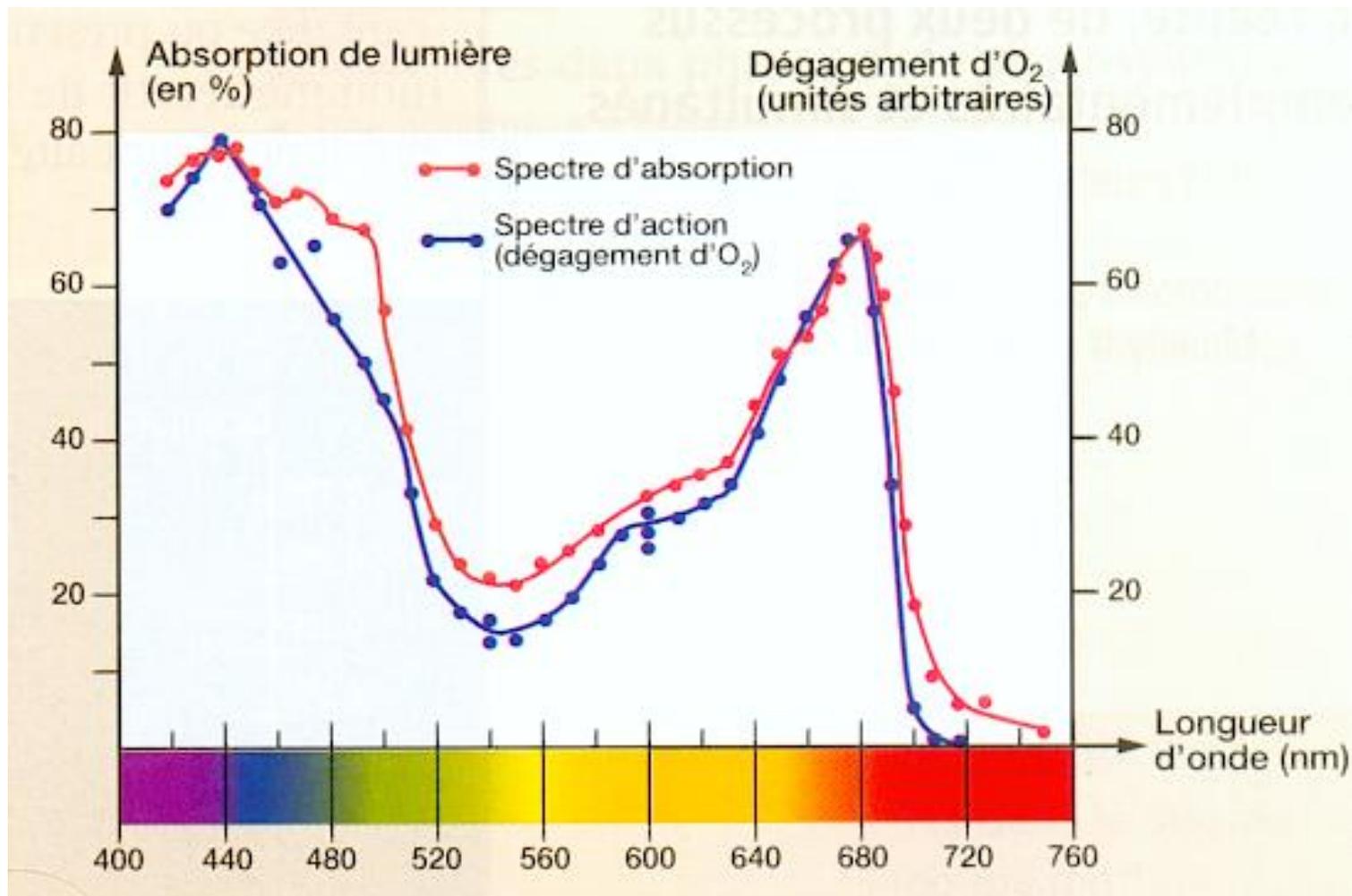
# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

A Savoir	Mise en évidence
<ul style="list-style-type: none"><li>• différents pigments</li></ul>	Chromatographie
<ul style="list-style-type: none"><li>• Absorption dans le bleu (450 nm) et le rouge (680 nm)</li></ul>	Spectre d'absorption



# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

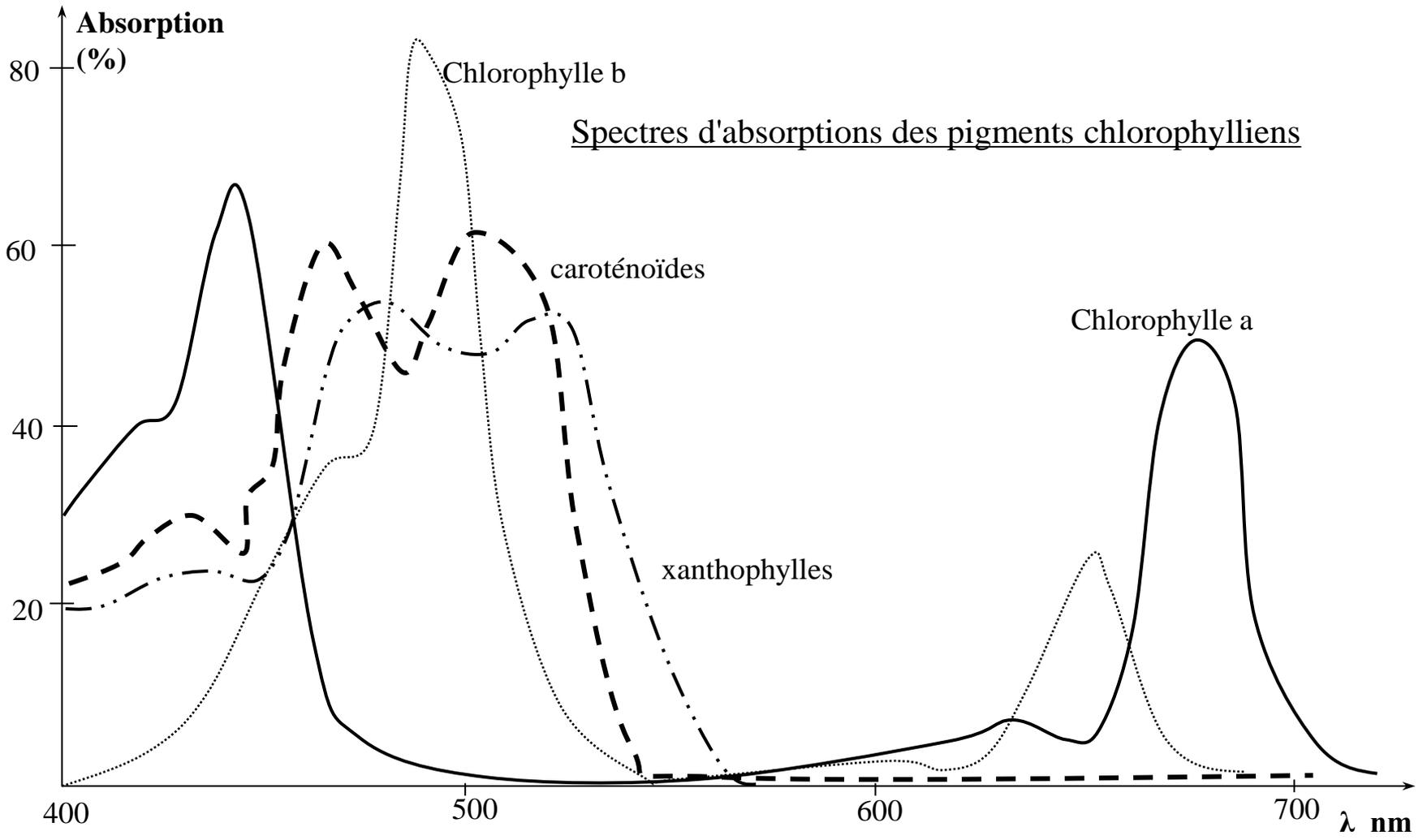
## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

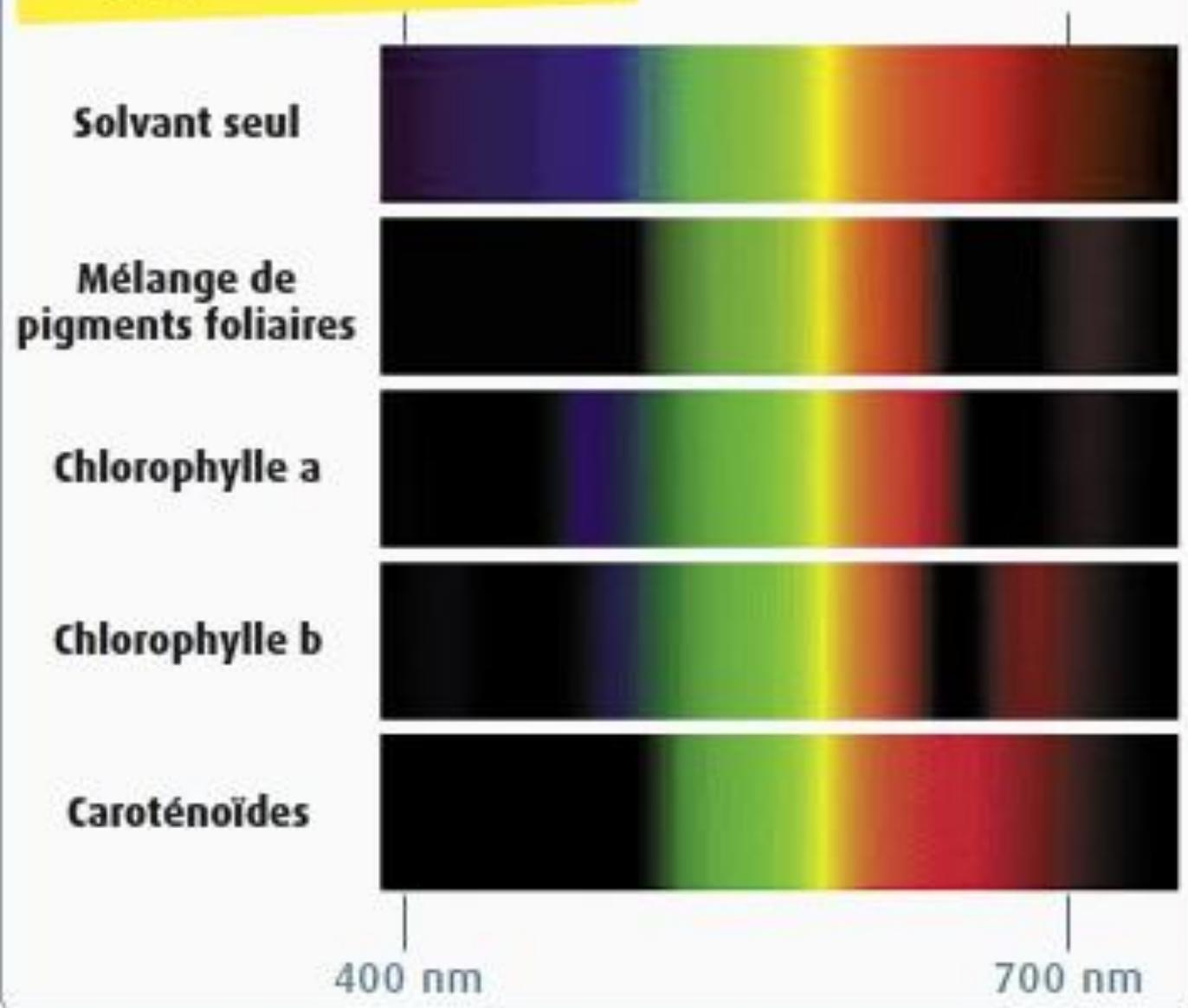
B Les pigments chlorophylliens

A Savoir	Mise en évidence
• différents pigments	Chromatographie
• Absorption dans le bleu (450 nm) et le rouge (680 nm)	Spectre d'absorption
Les pigments chlorophylliens absorbent l'énergie lumineuse pour la photosynthèse	Comparaison spectre d'absorption et spectre d'action

Spectres d'absorptions des pigments chlorophylliens



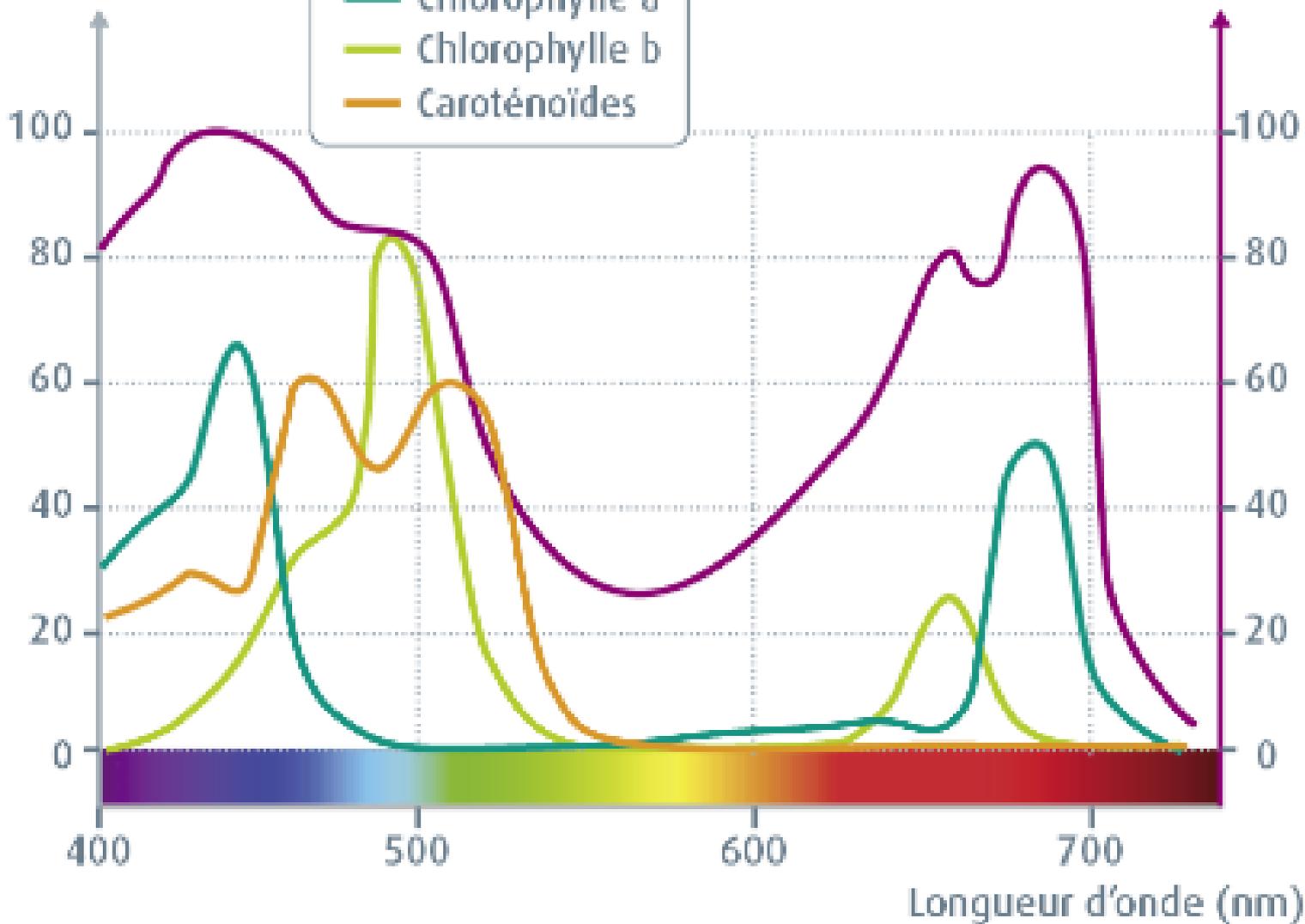
*Spectres d'absorption obtenus  
au spectromètre à main*



Absorption par les pigments  
séparés (%)

Activité  
photosynthétique (%)

- Chlorophylle a
- Chlorophylle b
- Caroténoïdes



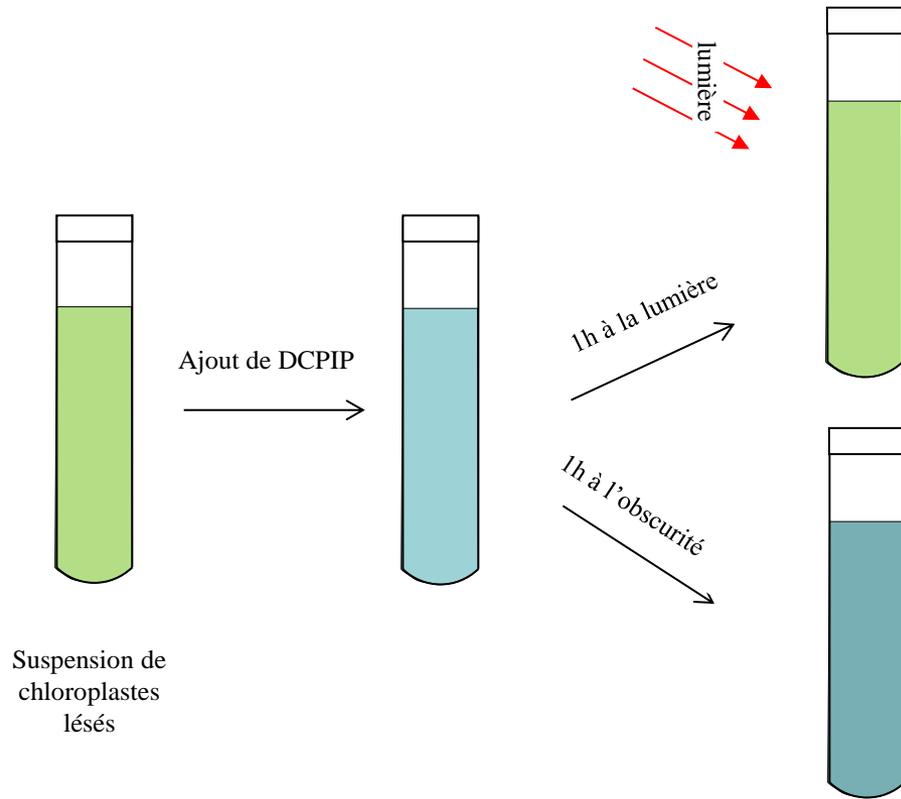
# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

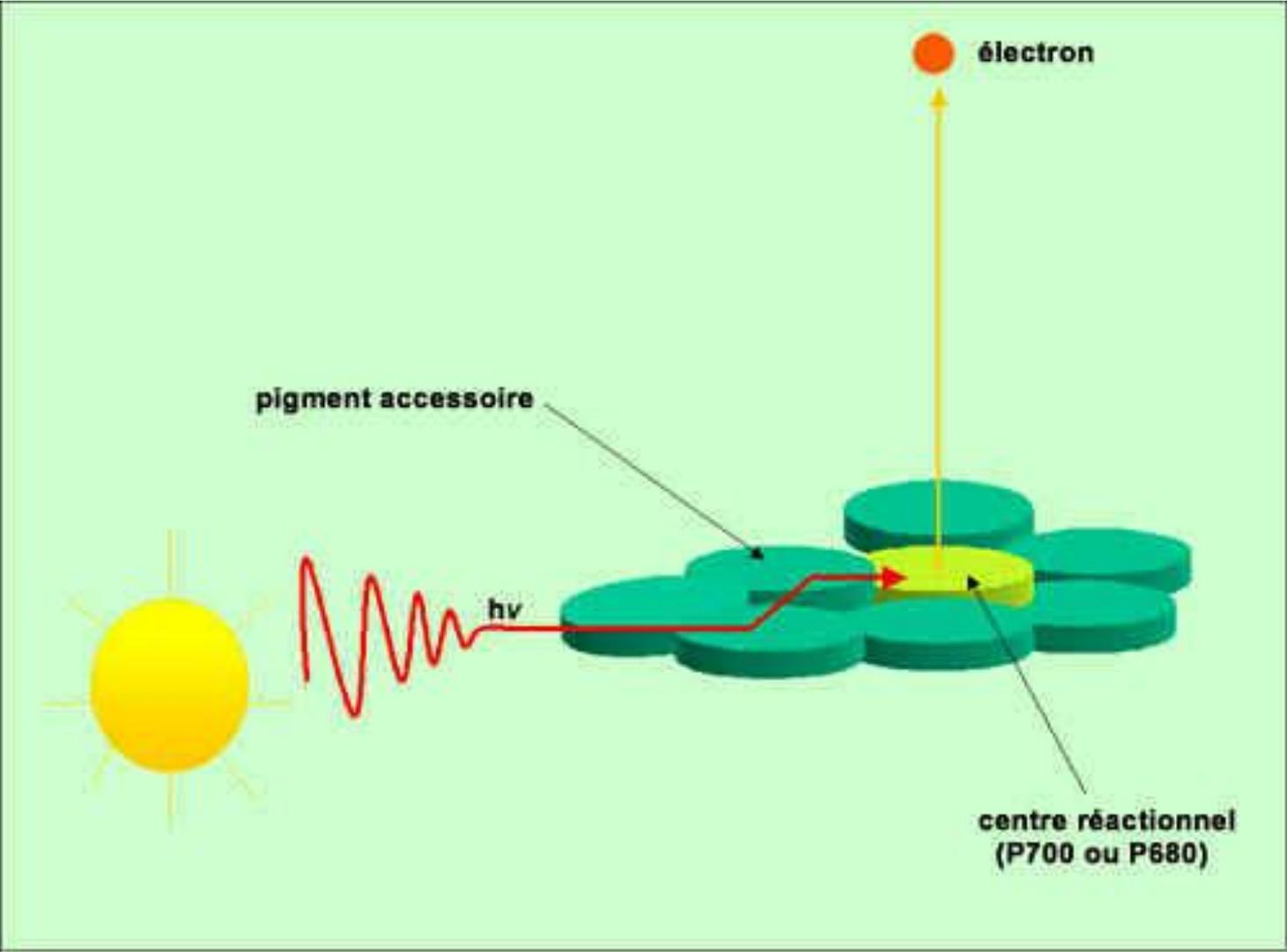
## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

A Savoir	Mise en évidence
Les pigments chlorophylliens permettent la <b>conversion</b> de l'énergie <b>lumineuse</b> en énergie <b>chimique</b>	DCPIP  Fluorescence de la chlorophylle





# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

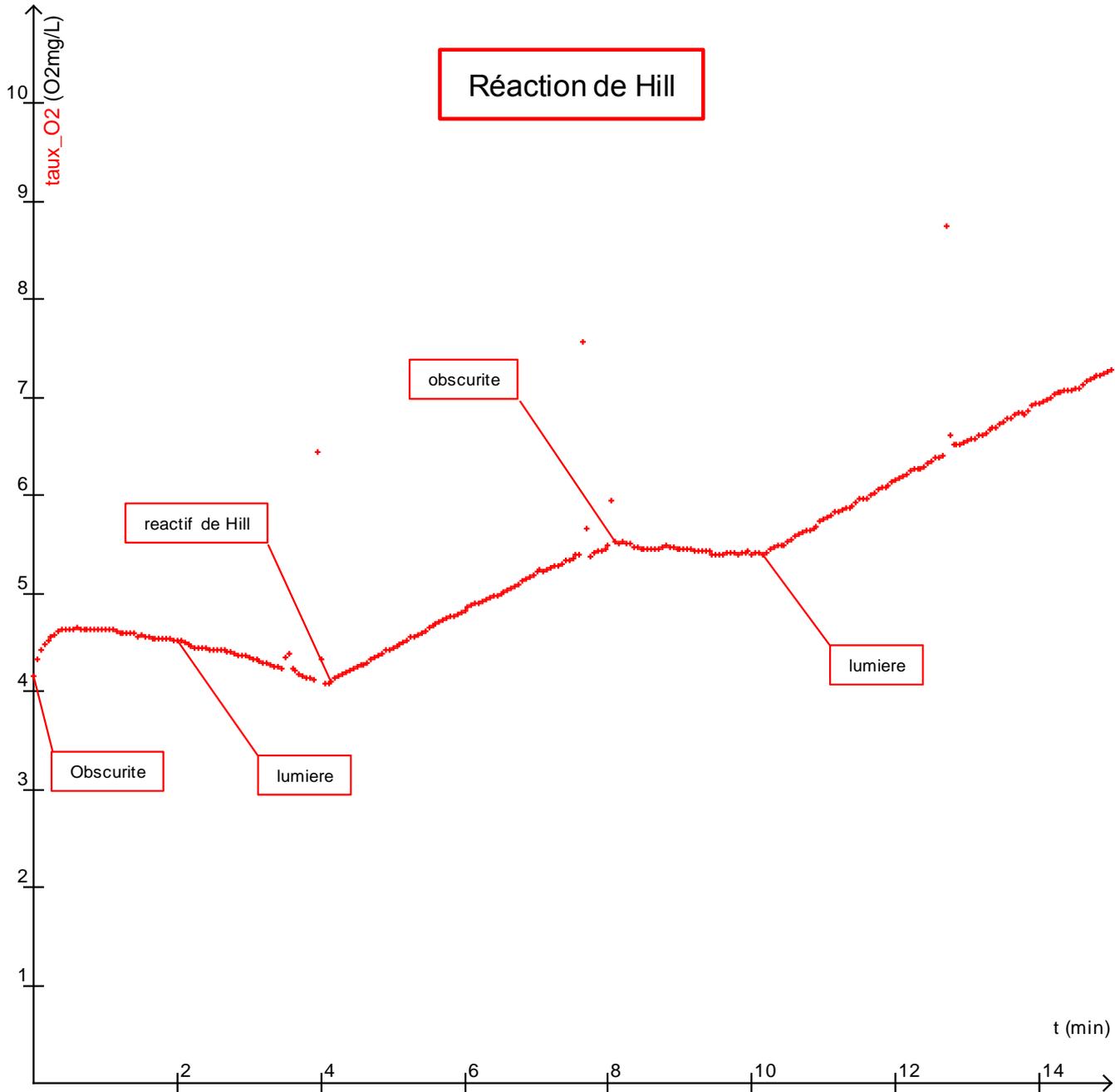
A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

A Savoir	Mise en évidence
Deux phases : -phase <b>photochimique</b> : lumière , <del>CO</del> <sub>2</sub>	Hill
-	Gaffron

IPI



# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

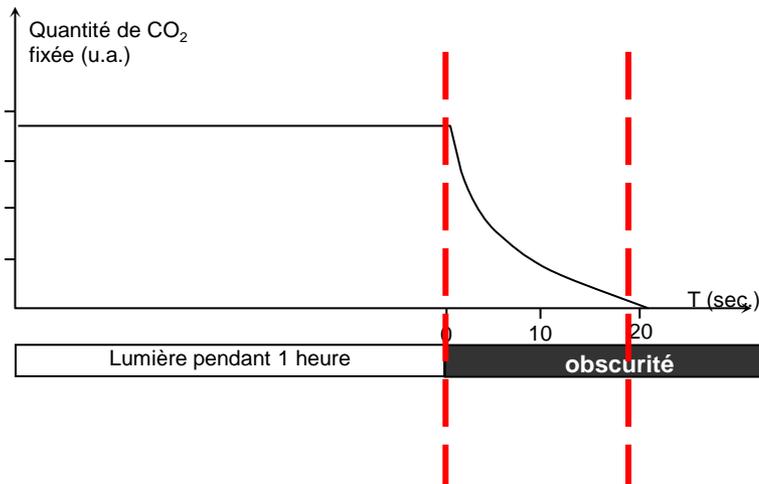
## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

Expérience de Gaffron



Photosynthèse

phase photochimique

Le CO<sub>2</sub> n'y intervient pas  
(cf réaction de Hill)



phase non photochimique :

fixation du CO<sub>2</sub>

la lumière n'y intervient pas directement  
mais utilise les produits de la phase  
photochimique

# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

A Savoir	Mise en évidence
Deux phases : -phase <b>photochimique</b> : lumière , $\text{CO}_2$	Hill
- phase <b>non photochimique</b> : lumière , $\text{CO}_2$	Gaffron

# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

A Savoir	Mise en évidence
1. <u>La phase photochimique</u>	Ruben et Kamen

## ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

### I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

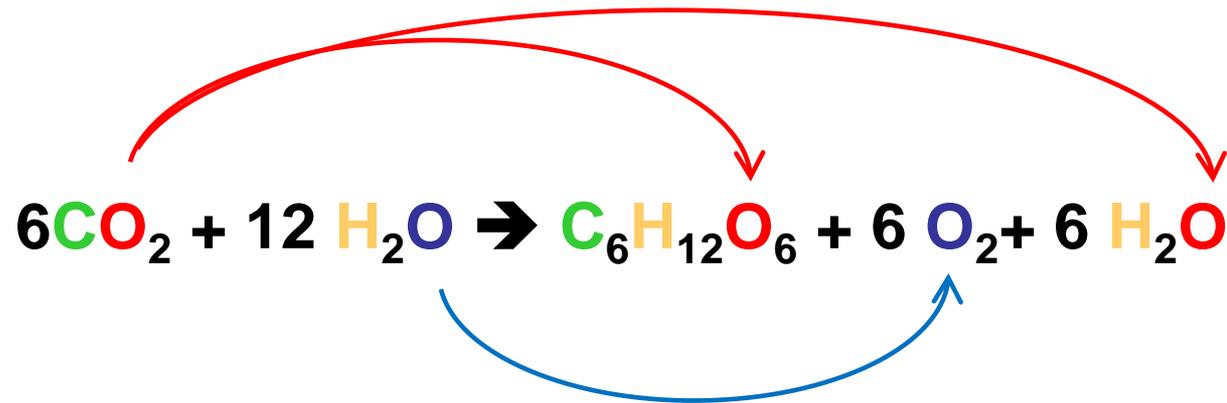
B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

	Proportion de molécules comportant $^{18}\text{O}$ (%)		
	eau	$\text{CO}_2$	$\text{O}_2$ produit
Suspension A	0,85	0,20	0,84
Suspension B	0,20	0,68	0,20

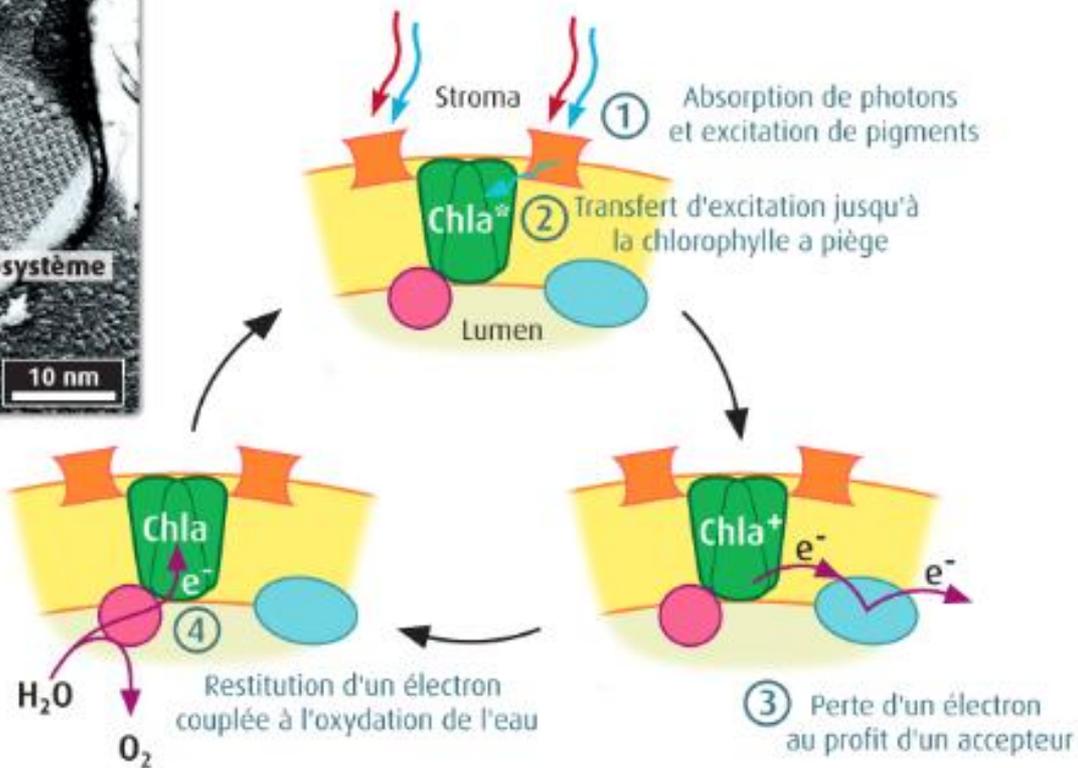
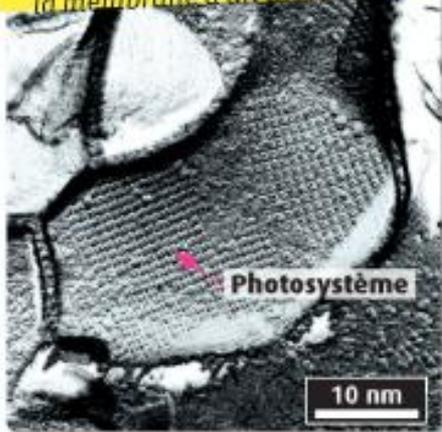
## ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

### I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts



= oxydation de l'eau + réduction du carbone,  
utilisant l'énergie de la lumière

Photosystèmes dans la membrane d'un thylacoïde



-  Membrane des thylacoïdes
-  Antennes collectrices
-  Centre réactionnel
-  Système d'oxydation de l'eau
-  Accepteur d'électrons

**Chlorophylle a piège**  
 Chla état fondamental  
 Chla\* état excité  
 Chla<sup>+</sup> état ionisé (oxydé)

# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

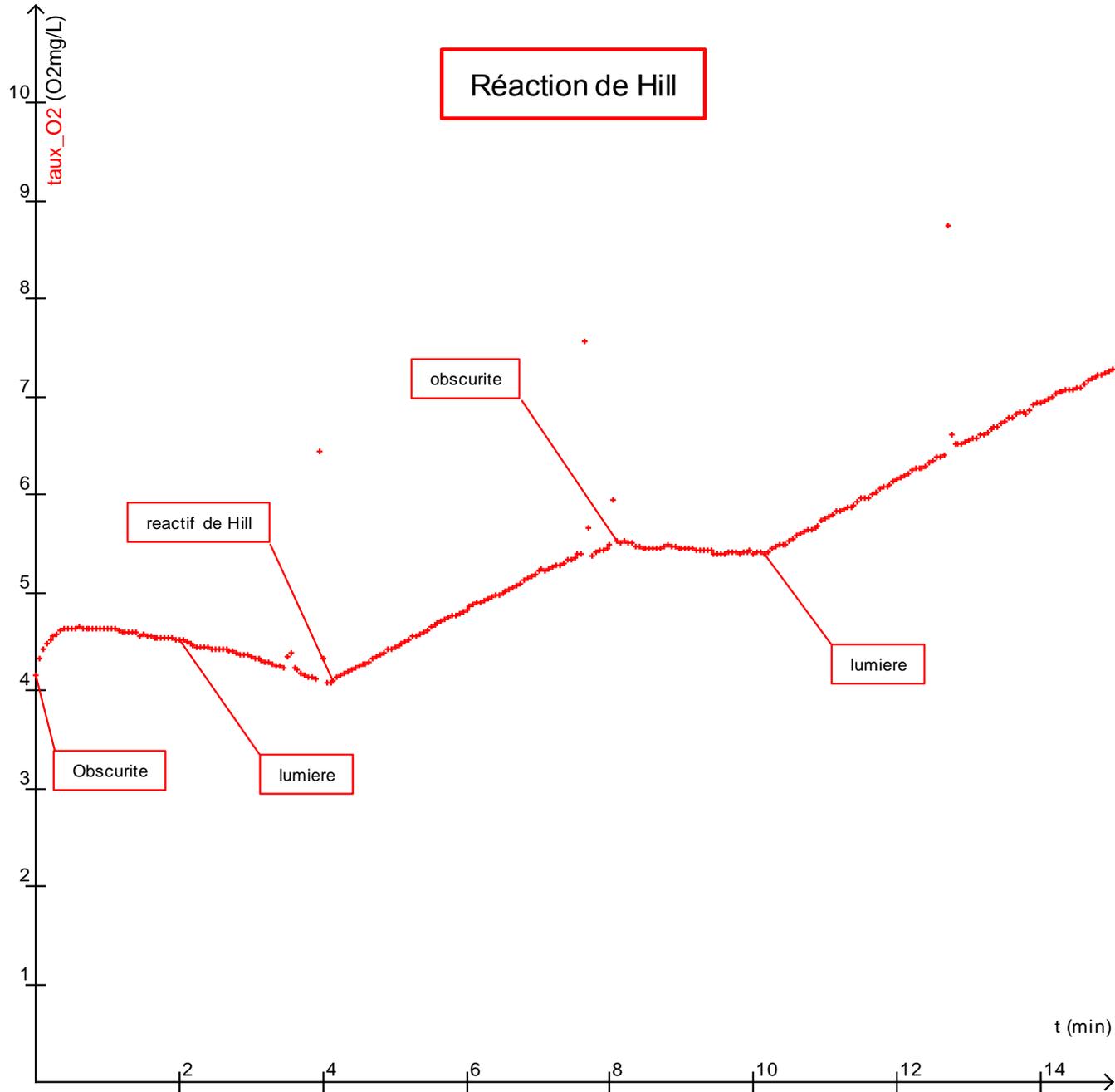
B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

A Savoir	Mise en évidence
<p><b><u>1. La phase photochimique</u></b> au niveau de la membrane des <b>thylacoïdes :</b> <u>Oxydation de l'eau :</u> <math display="block">2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-</math></p>	<p>Ruben et Kamen</p>

**IF**

**S**



# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

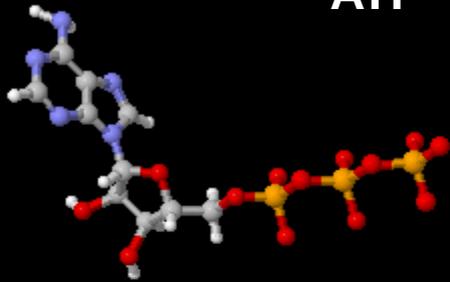
B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

A Savoir	Mise en évidence
<p><b><u>1. La phase photochimique</u></b> au niveau de la membrane des <b>thylacoïdes :</b> <u>Oxydation de l'eau :</u> <math display="block">2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-</math> <u>Réduction de R :</u> <math display="block">2\text{R} + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{RH}_2</math></p>	<p>Hill</p>

Hydrolyse et synthèse

ATP

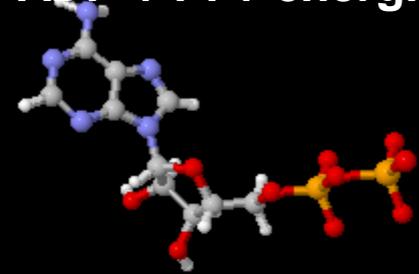


1 mol

adénosine triphosphate (ATP)



ADP + Pi + énergie



1 mol

adénosine diphosphate (ADP)

+

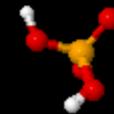
=

+



1 mol

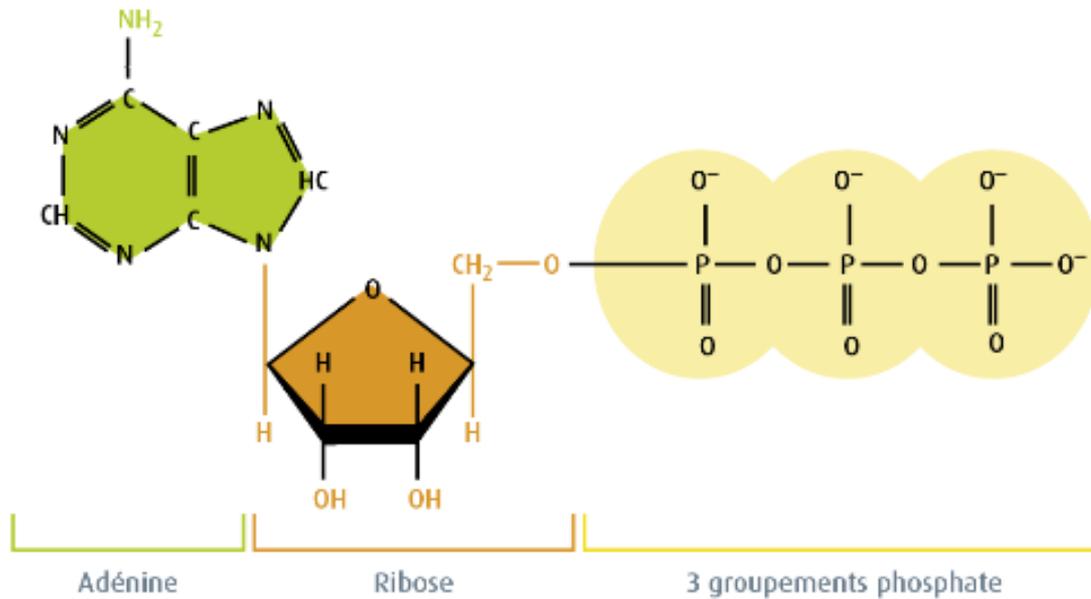
eau



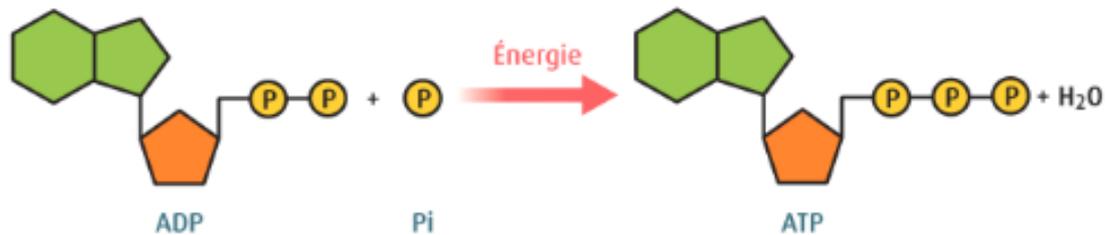
1 mol

ion phosphate

Structure de l'ATP



Synthèse de l'ATP par phosphorylation de l'ADP



**2 La molécule d'ATP.** L'ATP, ou adénosine triphosphate, est synthétisé à partir d'ADP (adénosine diphosphate) et de phosphate inorganique Pi. Cette synthèse nécessite un apport d'énergie pour l'établissement d'une liaison entre deux groupements phosphate : c'est une phosphorylation. Si la source d'énergie est la lumière, on parle de photophosphorylation. La liaison formée peut ultérieurement être hydrolysée, ce qui libère de l'énergie. L'ATP est une molécule essentielle pour les transferts d'énergie dans la cellule.

# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

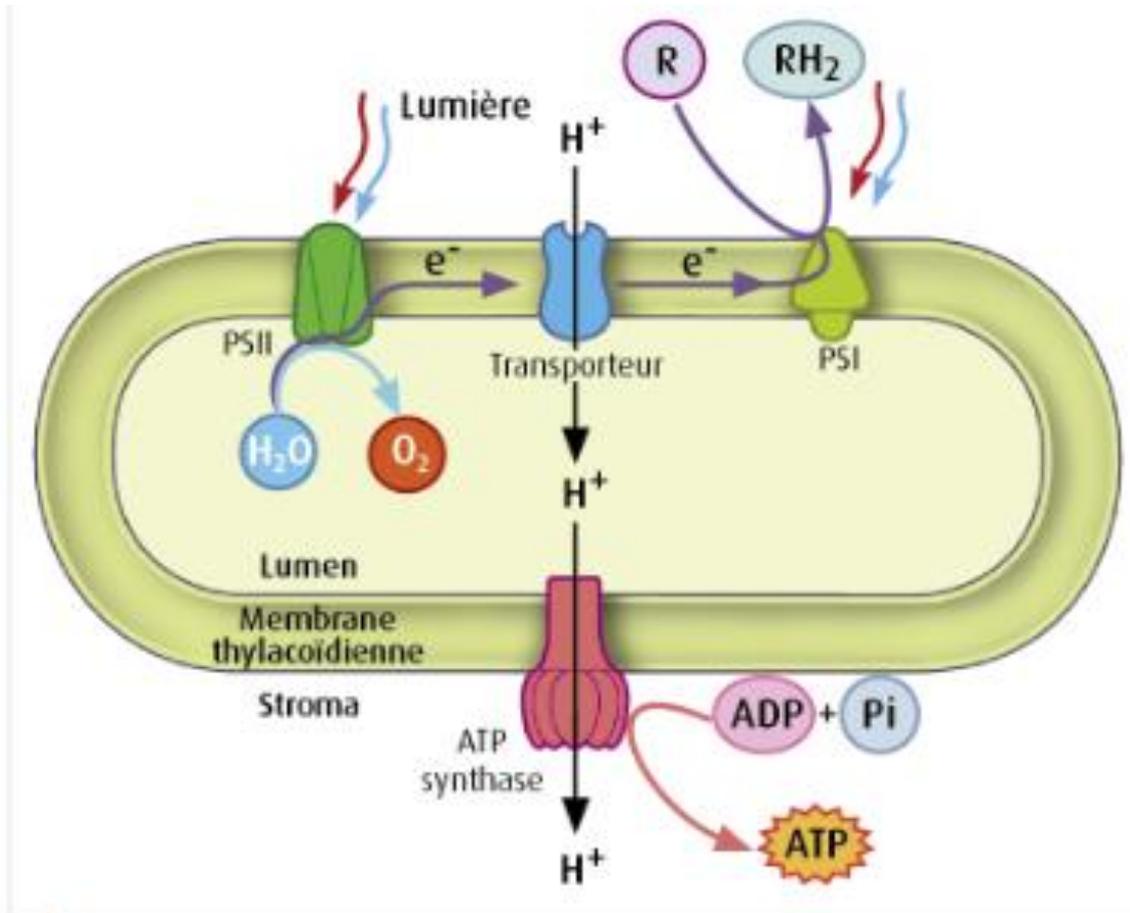
A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

A Savoir	Mise en évidence
<p><b><u>1. La phase photochimique</u></b> au niveau de la membrane des <b>thylacoïdes :</b> <u>Oxydation de l'eau :</u> <math display="block">2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-</math><u>Réduction de R :</u> <math display="block">2\text{R} + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{RH}_2</math><u>Synthèse d'ATP</u> <math display="block">\text{ADP} + \text{P}_i \rightarrow \text{ATP}</math></p>	<p>Hill</p>

Doc 6 p21 – étapes de la phase photochimique



# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

A Savoir	Mise en évidence
<p><b><u>1. La phase photochimique</u></b> au niveau de la membrane des <b>thylacoïdes :</b> <u>Oxydation de l'eau :</u> <math display="block">2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-</math><u>Réduction de R :</u> <math display="block">2\text{R} + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{RH}_2</math><u>Synthèse d'ATP</u> <math display="block">\text{ADP} + \text{Pi} \rightarrow \text{ATP}</math> <b>Bilan :</b> <math display="block">12\text{H}_2\text{O} + 12\text{R} + n\text{ADP} + n\text{Pi} \rightarrow 6 \text{O}_2 + 12\text{RH}_2 + n\text{ATP}</math></p>	<p>Hill</p>

# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

A Savoir	Mise en évidence
<p><u>2. La phase (non photo)chimique</u></p>	<p>Calvin Calvin et Bassham</p>

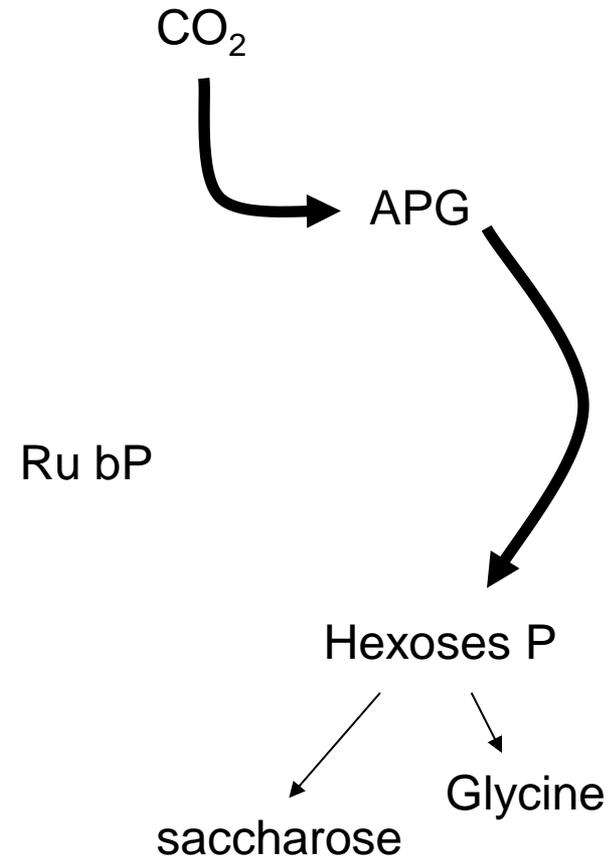
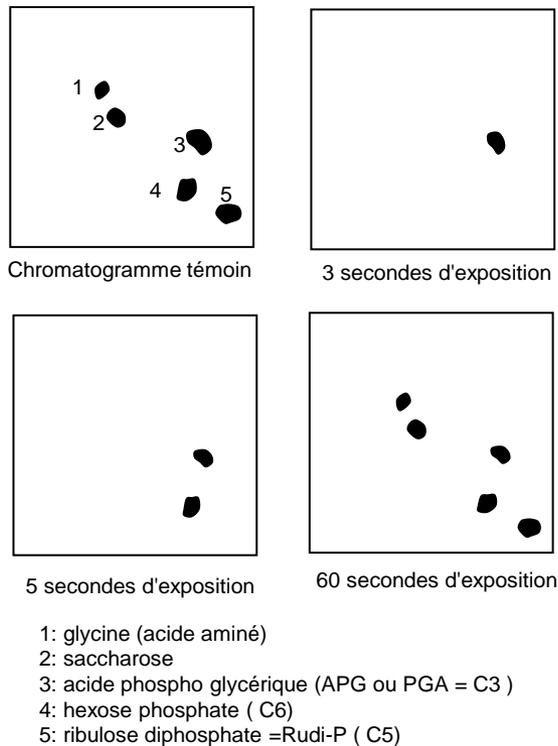
# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse



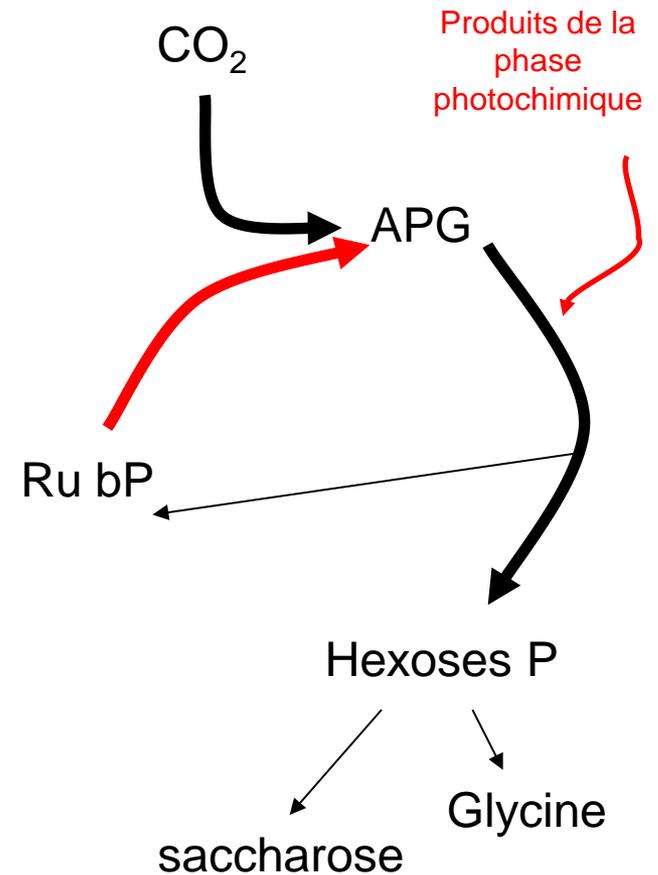
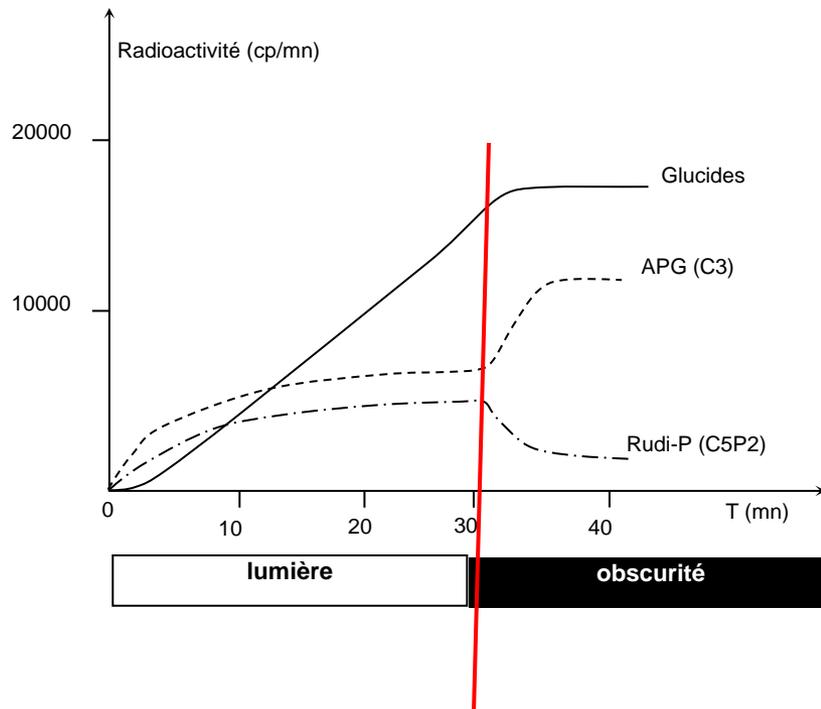
# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse



# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

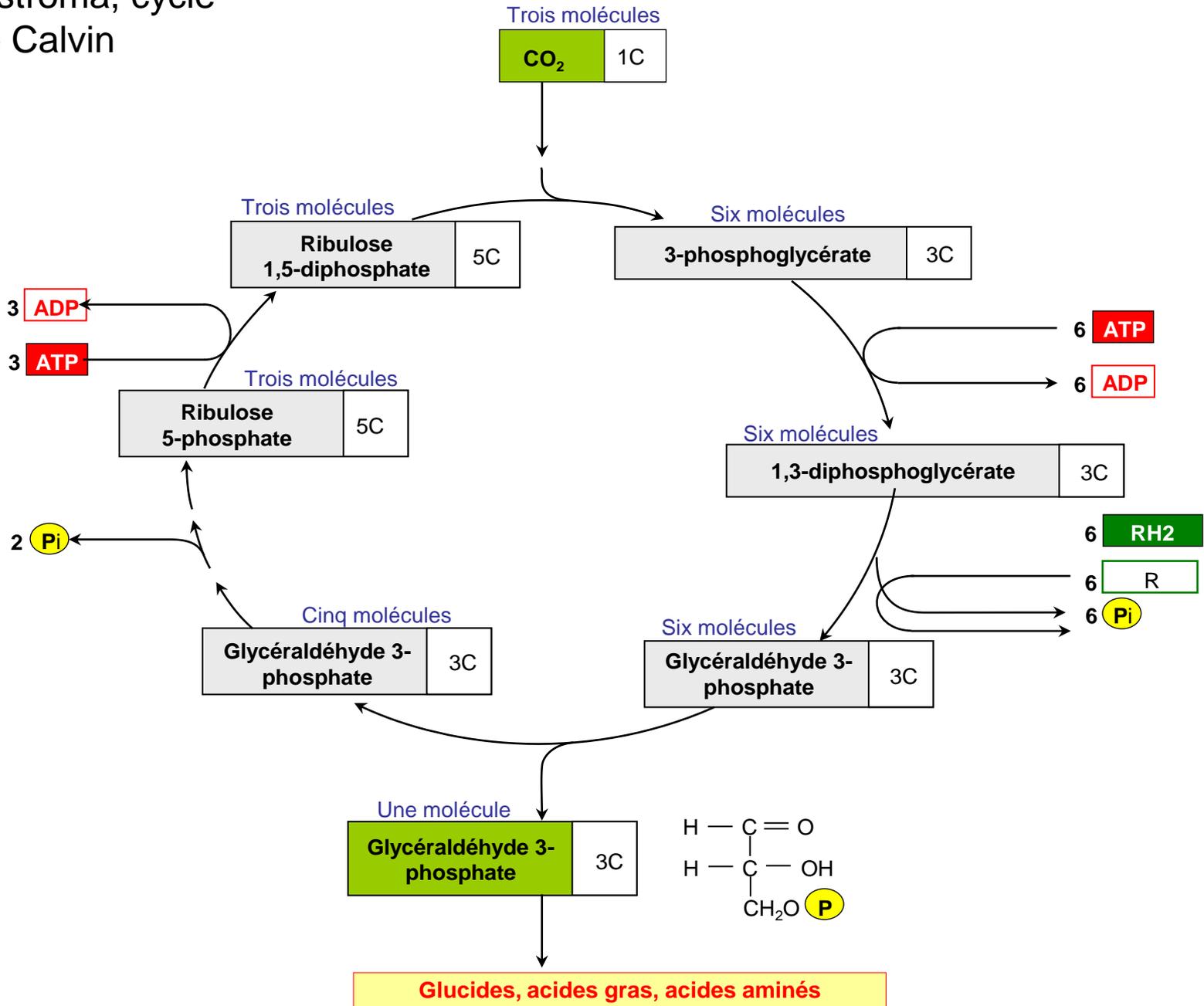
A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

A Savoir	Mise en évidence
<p><b><u>2. La phase (non photo)chimique</u></b></p> $6\text{CO}_2 + 12 \text{RH}_2 + n \text{ATP} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{H}_2\text{O} + n\text{ADP} + n\text{Pi} + 12\text{R}$ <p>= Produits de la phase photochimique</p>	<p>Calvin Calvin et Bassham</p>

# Dans le stroma, cycle de Calvin



# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

A Savoir	Mise en évidence
<p><b>La phase non photochimique</b></p> $6\text{CO}_2 + 12 \text{RH}_2 + n \text{ATP} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{H}_2\text{O} + n\text{ADP} + n\text{Pi} + 12\text{R}$ <p>Dans le <b>stroma</b></p>	<p>Calvin Calvin et Bassham</p> <p>Arnon</p>

# ENERGIE ET CELLULE VIVANTE

## I Photosynthèse dans la cellule chlorophyllienne des végétaux verts

A Equation de la photosynthèse

B Les pigments chlorophylliens

C Etapes de la photosynthèse

A Savoir	Mise en évidence
<p><b>La phase non photochimique</b></p> $6\text{CO}_2 + 12 \text{RH}_2 + n \text{ATP} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{H}_2\text{O} + n\text{ADP} + n\text{Pi} + 12\text{R}$ <p>Dans le <b>stroma</b></p> <p><b><u>Couplage</u></b> des deux phases</p>	<p>Calvin Calvin et Bassham</p> <p>Arnon</p>



- Conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique
- Photo oxydation de l'eau

- Réduction du  $\text{CO}_2$  et production de substances organiques

