

# **CHAP.3 – LA PHOTOSYNTHESE**

## **LES EVENEMENTS THERMOCHIMIQUES**

---

### **INTRODUCTION**

- 1. LES PLANTES EN C3**
- 2. LES PLANTES EN C4**
- 3. LES PLANTES CAM**
- 4. LA PHOTORESPIRATION**
- 5. EFFETS DE L'AUGMENTATION DES GES**

# INTRODUCTION

## 1. LES PLANTES EN C3

### 1.1. Le cycle de Calvin

#### 1.1.1. L'incorporation du CO<sub>2</sub>

#### 1.1.2. La réduction de l'acide phosphoglycérique

#### 1.1.3. La régénération du ribulose 1,5-diphosphate

### 1.2. La voie de synthèse des hexoses

### 1.3. Bilan chimique et énergétique

- **Réactions thermochimiques**
- **Réactions de carboxylation  
(ajout de CO<sub>2</sub>)**
  - **Réduction du carbone minéral en  
carbone organique**

**2 catégories de plantes**

# INTRODUCTION

## 1. LES PLANTES EN C3

### 1.1. Le cycle de Calvin

1.1.1. L'incorporation du  $\text{CO}_2$

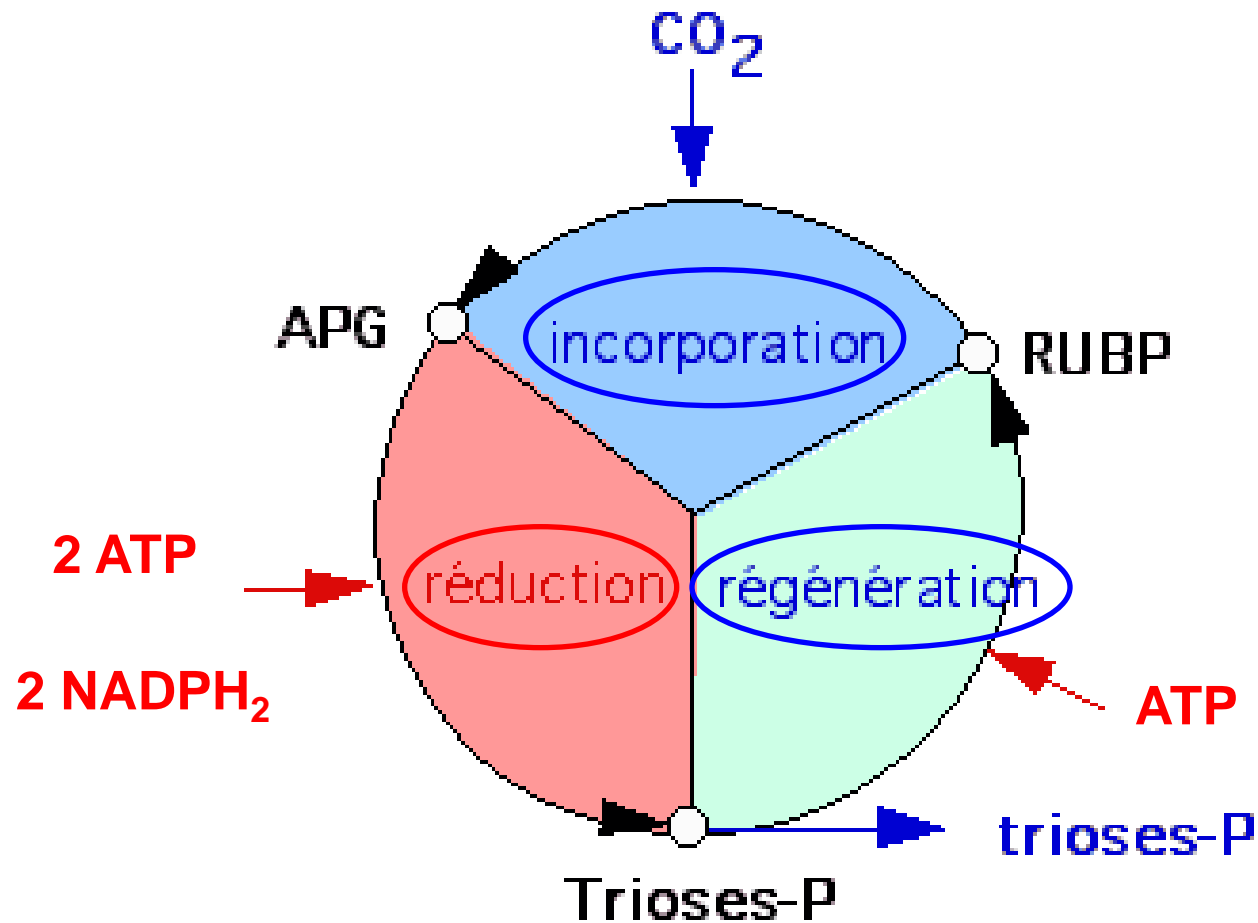
1.1.2. La réduction de l'acide phosphoglycérique

1.1.3. La régénération du ribulose 1,5-diphosphate

1.2. La voie de synthèse des hexoses

1.3. Bilan chimique et énergétique

# Plantes en C3 : Les 3 étapes du cycle de Calvin



# INTRODUCTION

## 1. LES PLANTES EN C3

### 1.1. Le cycle de Calvin

#### 1.1.1. L'incorporation du CO<sub>2</sub>

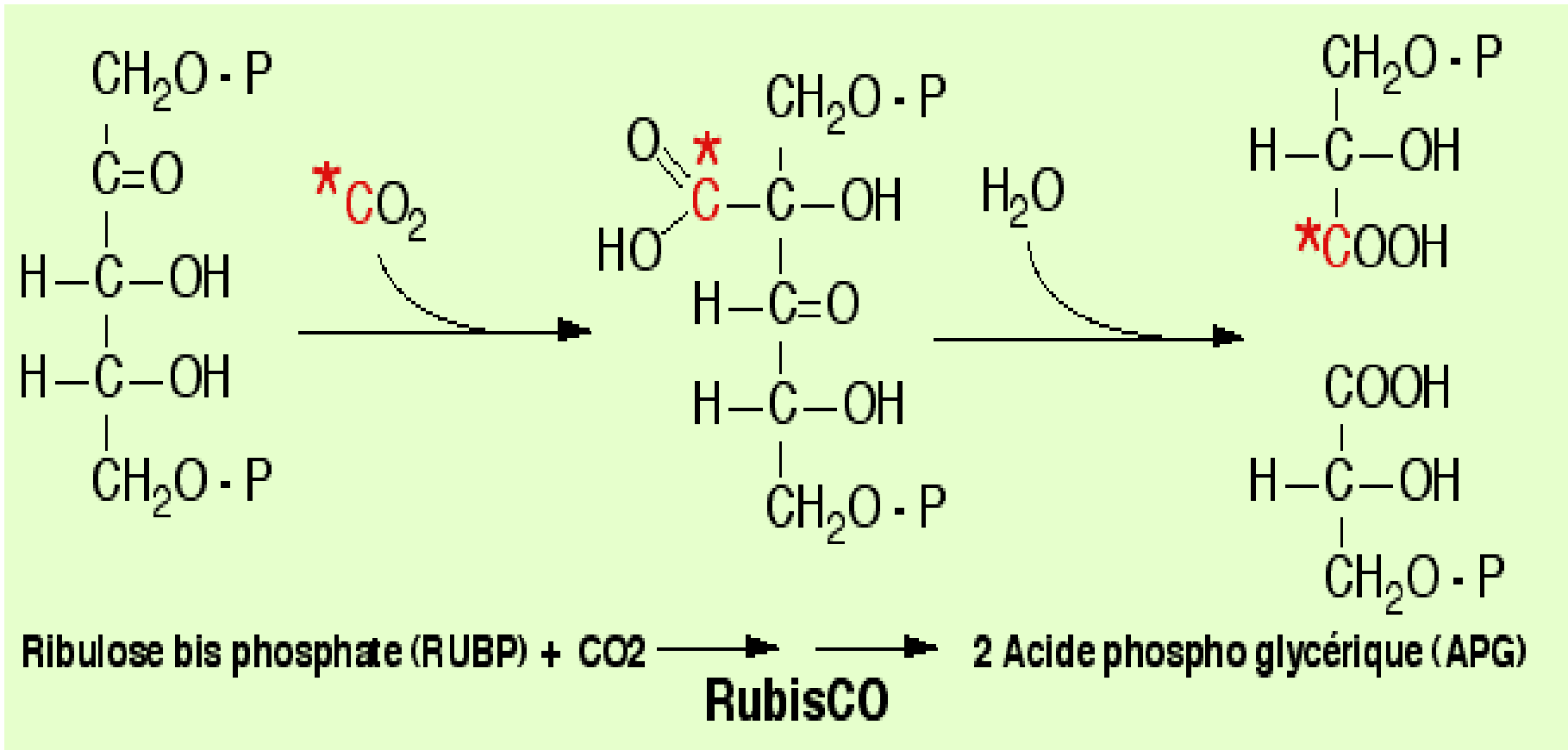
#### 1.1.2. La réduction de l'acide phosphoglycérique

#### 1.1.3. La régénération du ribulose 1,5-diphosphate

### 1.2. La voie de synthèse des hexoses

### 1.3. Bilan chimique et énergétique

# Plantes en C3 : L'incorporation du CO<sub>2</sub>



RubisCO = Ribulose bis Phosphate Carboxylase Oxygénase

## L'incorporation du CO<sub>2</sub>



Rubisco



# INTRODUCTION

## 1. LES PLANTES EN C3

### 1.1. Le cycle de Calvin

#### 1.1.1. L'incorporation du CO<sub>2</sub>

#### **1.1.2. La réduction de l'acide phosphoglycérique**

#### 1.1.3. La régénération du ribulose 1,5-diphosphate

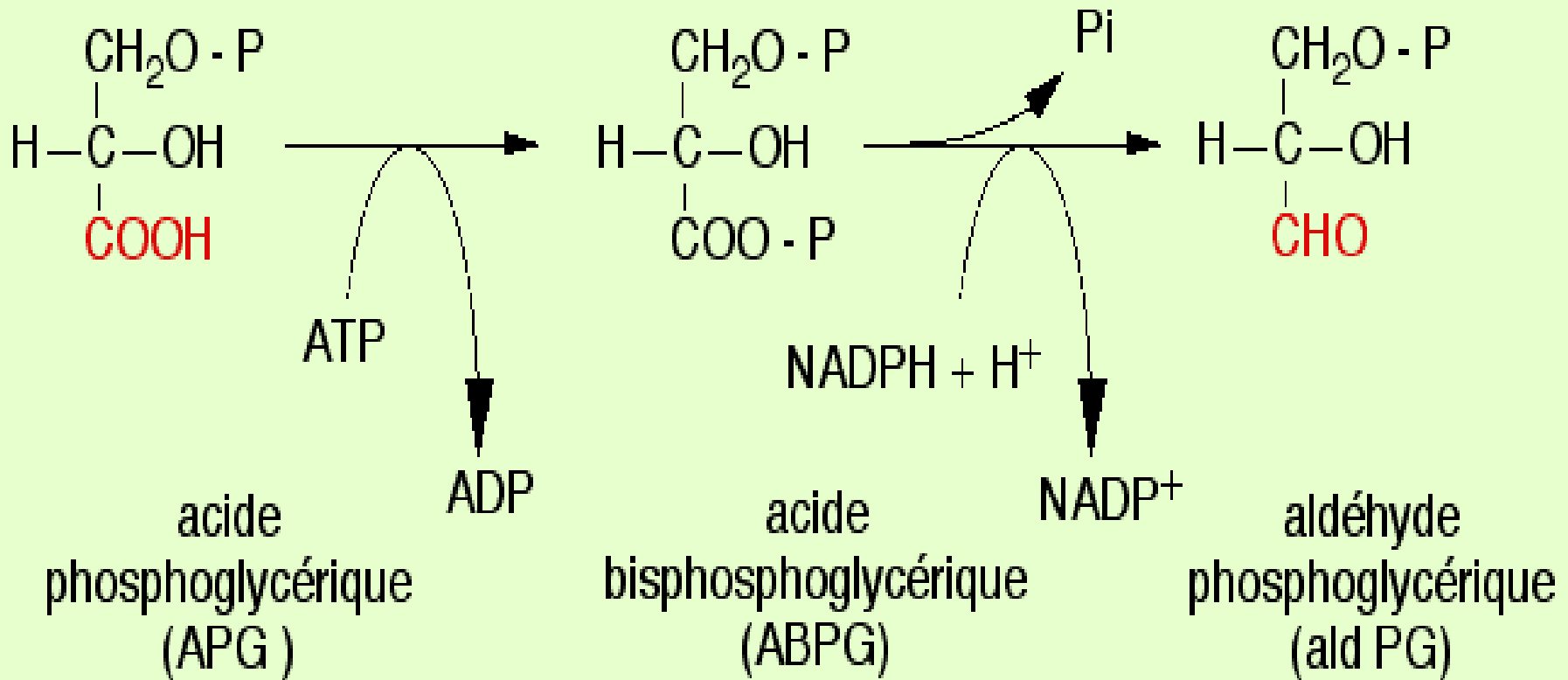
### 1.2. La voie de synthèse des hexoses

### 1.3. Bilan chimique et énergétique

# Plantes en C3 : La réduction de l'APG

activation de  
l'APG

transformation  
de l'acide en  
aldéhyde = sucre



**x 2 !**

# INTRODUCTION

## 1. LES PLANTES EN C3

### 1.1. Le cycle de Calvin

#### 1.1.1. L'incorporation du CO<sub>2</sub>

#### 1.1.2. La réduction de l'acide phosphoglycérique

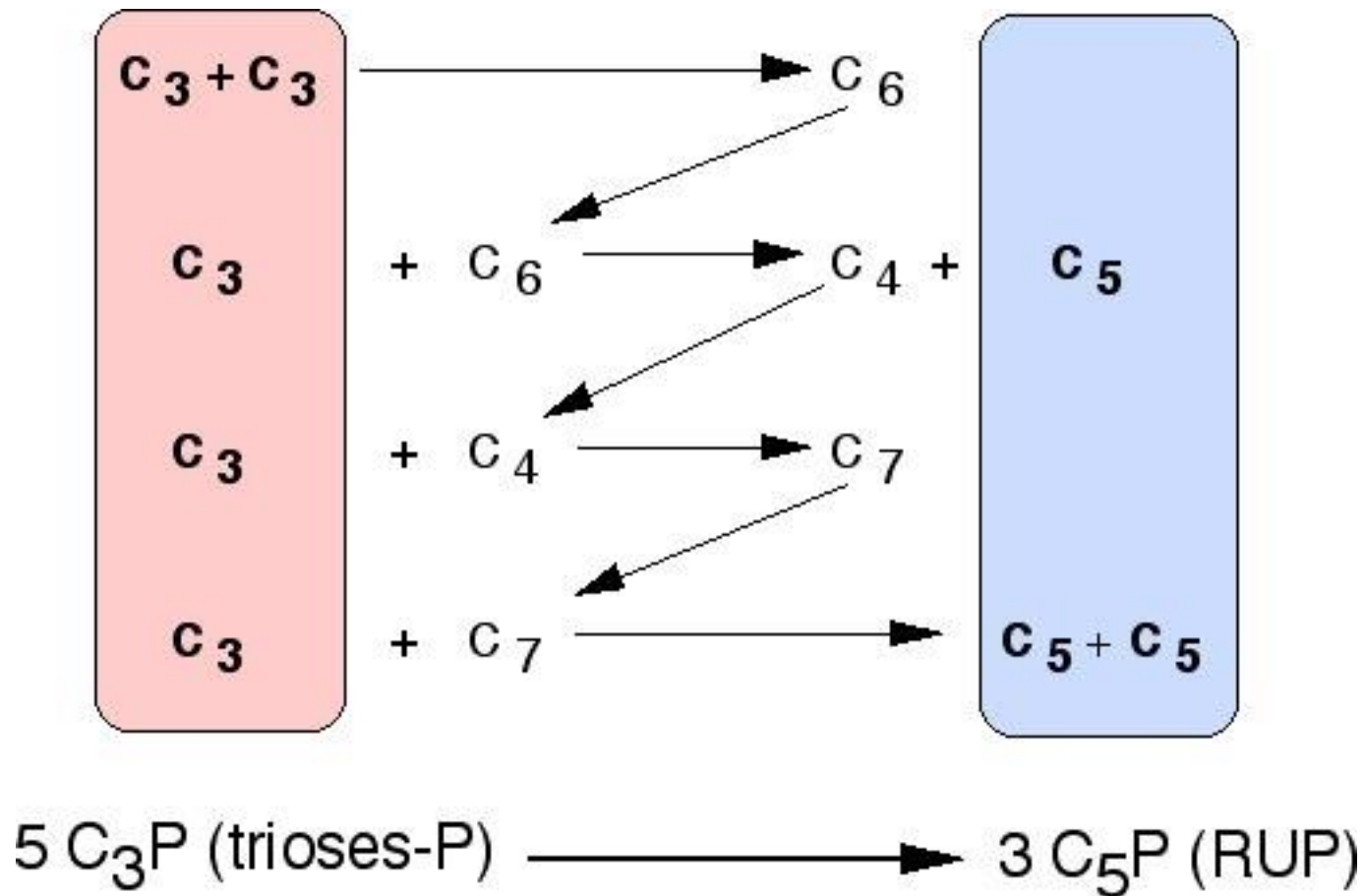
#### **1.1.3. La régénération du ribulose 1,5-diphosphate**

### 1.2. La voie de synthèse des hexoses

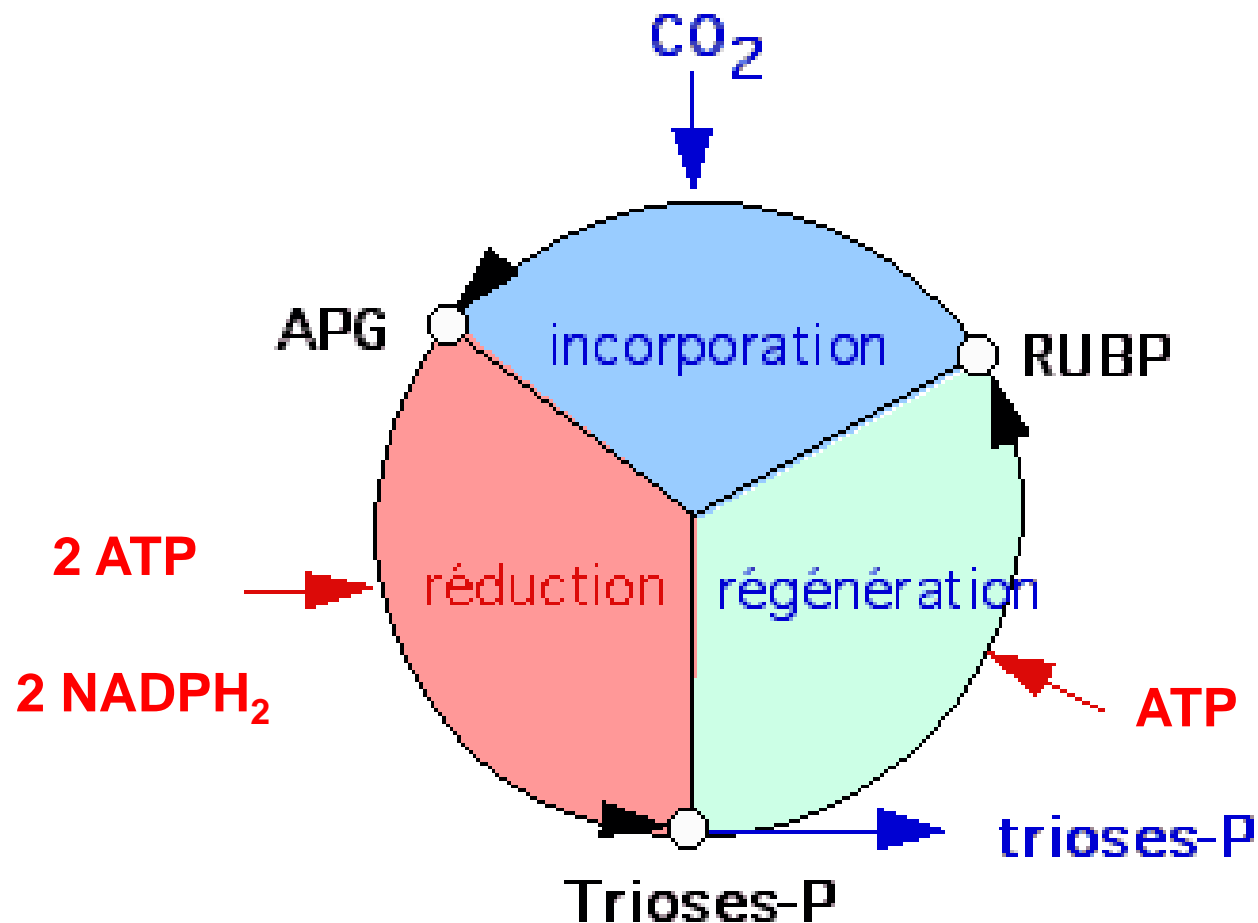
### 1.3. Bilan chimique et énergétique

# Plantes en C3

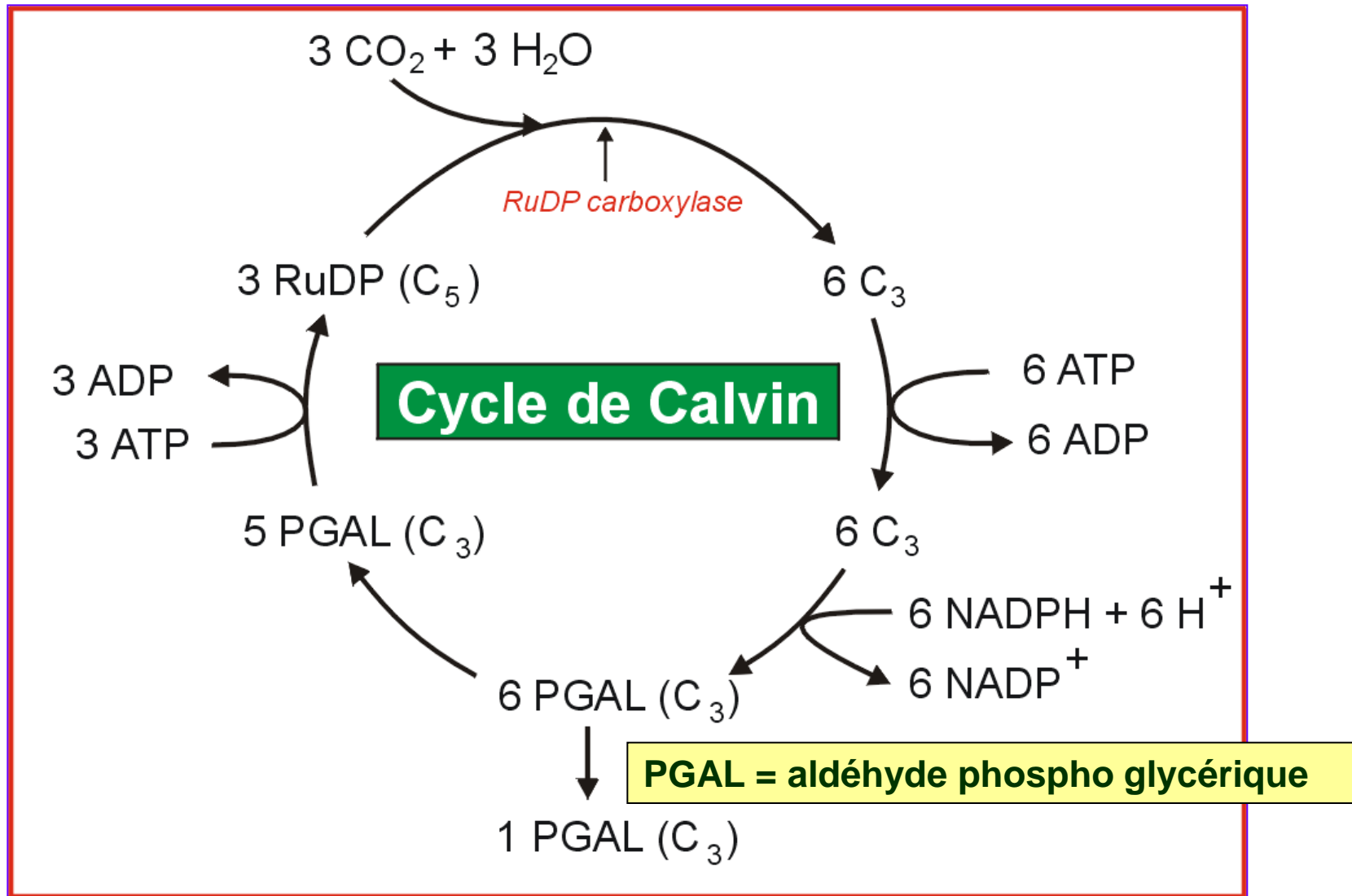
## La régénération du ribulose 1,5-diphosphate



# Plantes en C3 : Le cycle de Calvin



# Plantes en C3 : Le cycle de Calvin



# INTRODUCTION

## 1. LES PLANTES EN C3

### 1.1. Le cycle de Calvin

#### 1.1.1. L'incorporation du CO<sub>2</sub>

#### 1.1.2. La réduction de l'acide phosphoglycérique

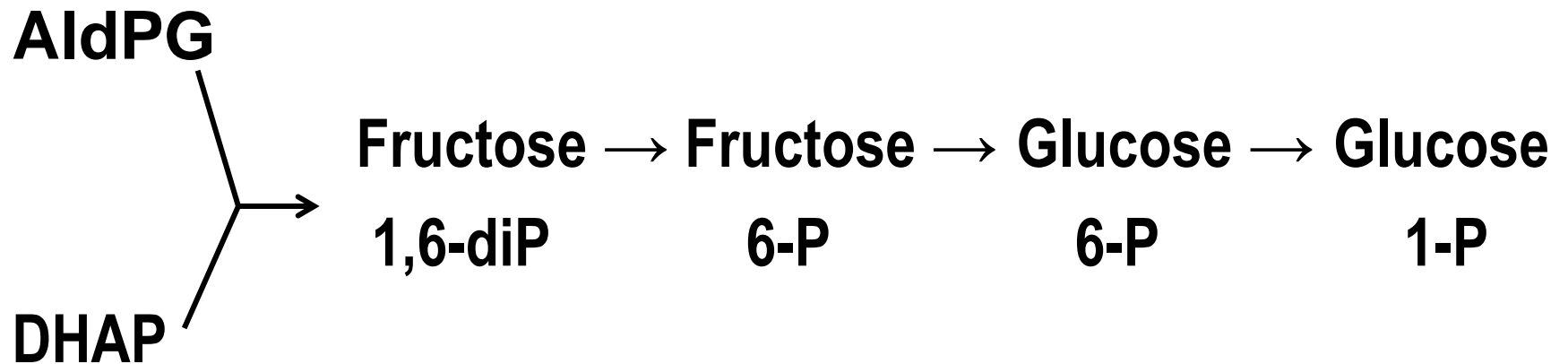
#### 1.1.3. La régénération du ribulose 1,5-diphosphate

### **1.2. La voie de synthèse des hexoses**

### 1.3. Bilan chimique et énergétique

# Plantes en C3

## La voie des hexoses

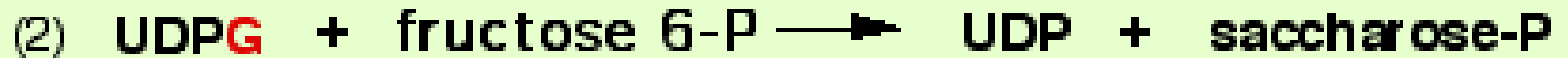




# Plantes en C3

## La voie des hexoses

Coenzyme de  
transfert de  
groupements ~P



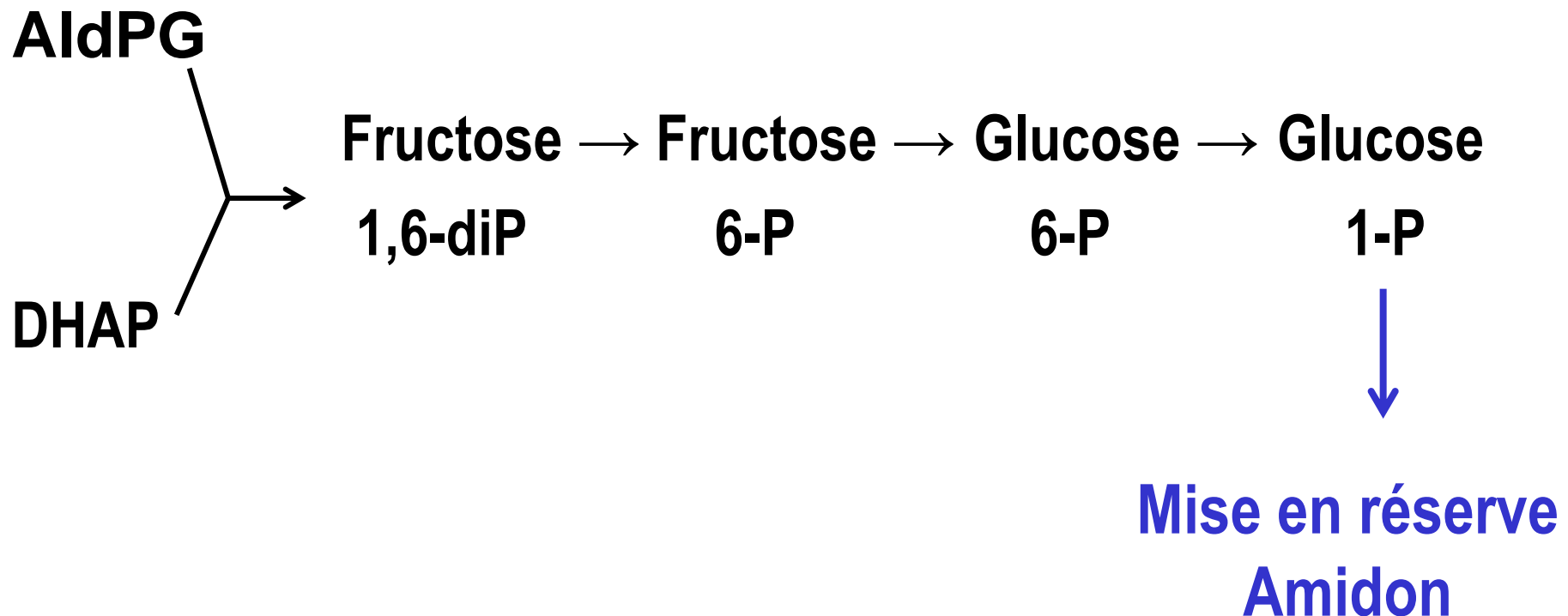
OU

phosphatase



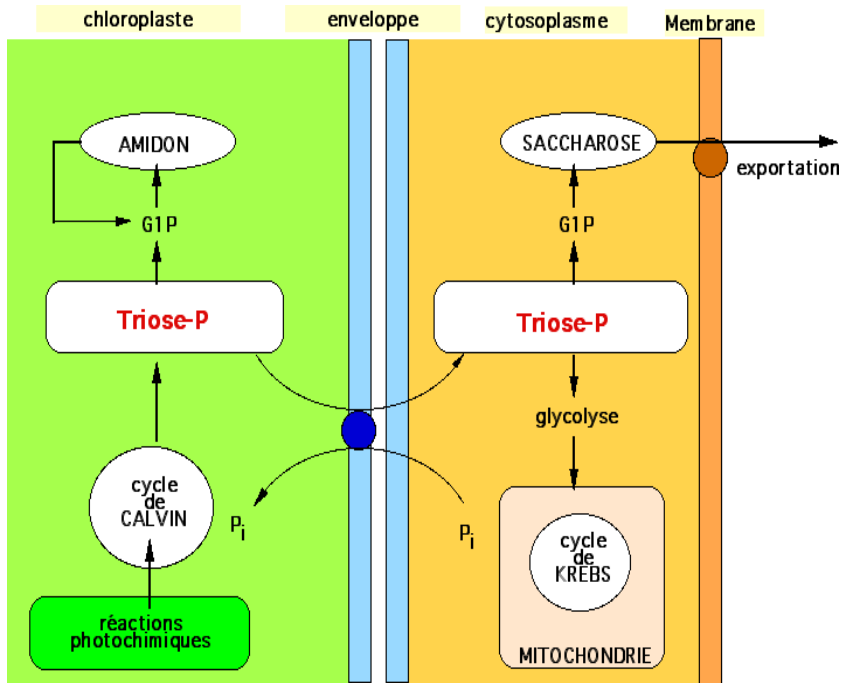
# Plantes en C3

## La voie des hexoses

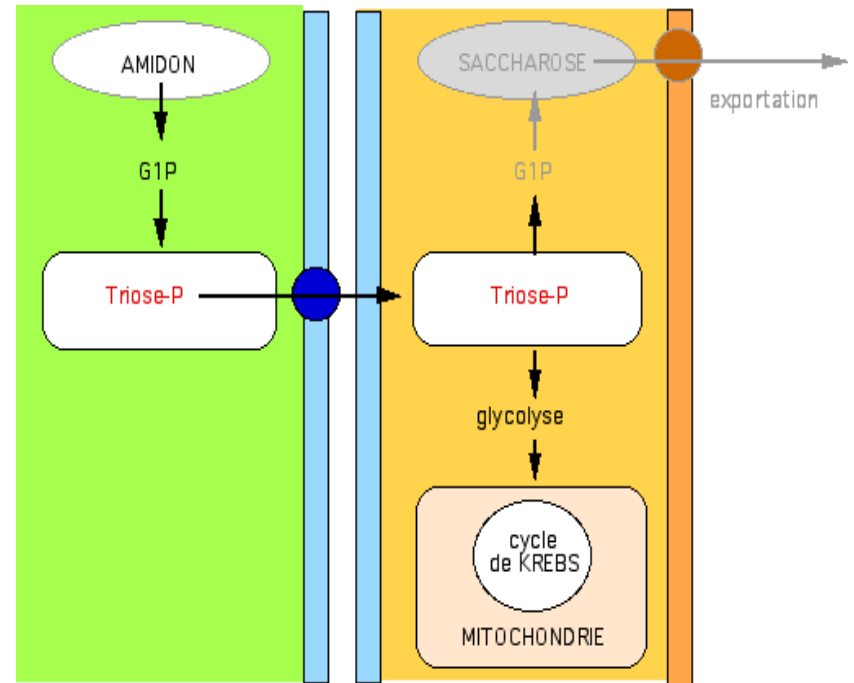


# Photosynthèse des plantes en C3

## Métabolisme général à l'échelle cellulaire



## Métabolisme général en période nocturne



# INTRODUCTION

## 1. LES PLANTES EN C3

### 1.1. Le cycle de Calvin

#### 1.1.1. L'incorporation du $\text{CO}_2$

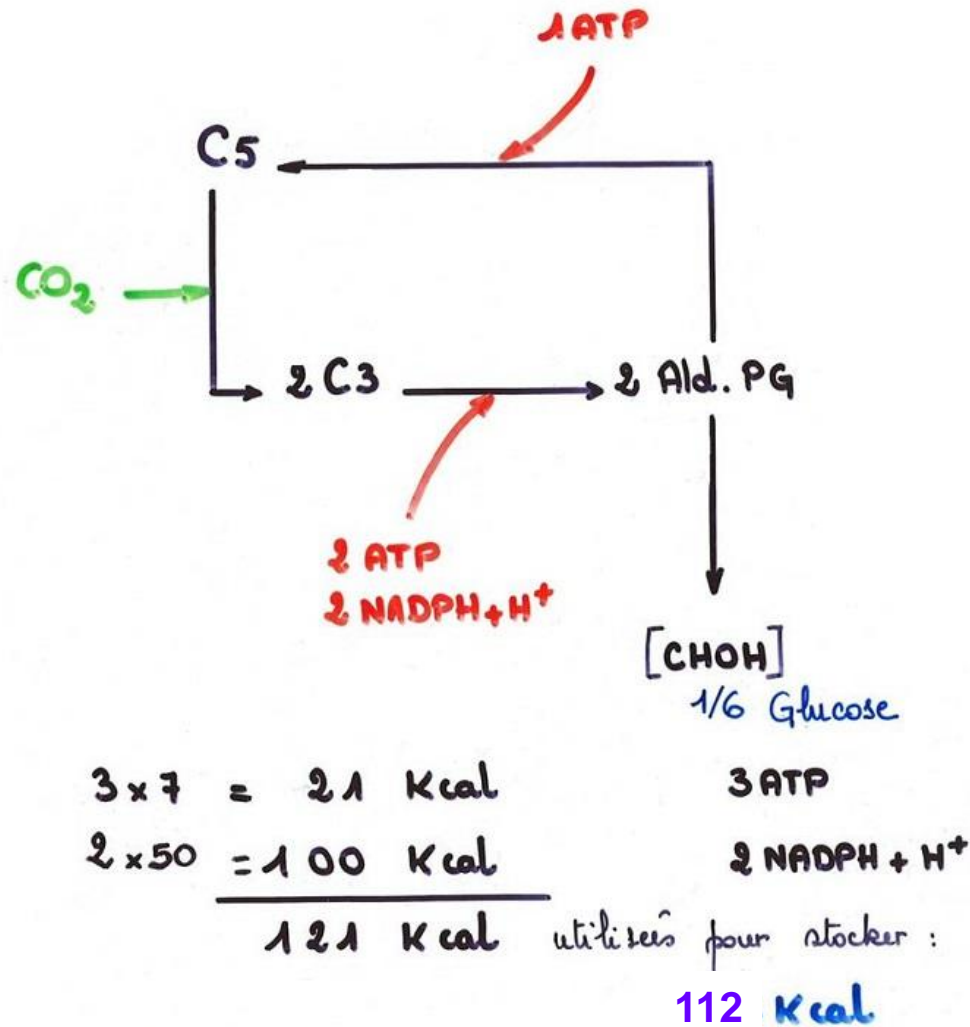
#### 1.1.2. La réduction du $\text{CO}_2$

#### 1.1.3. La régénération du ribulose 1,5-diphosphate

### 1.2. La voie de synthèse des hexoses

### **1.3. Bilan chimique et énergétique**

# Bilan chimique et énergétique des C3



soit un rendement de conversion :

$$R = 93 \%$$

## **2. LES PLANTES EN C4**

### **2.1. Particularités morpho-anatomiques**

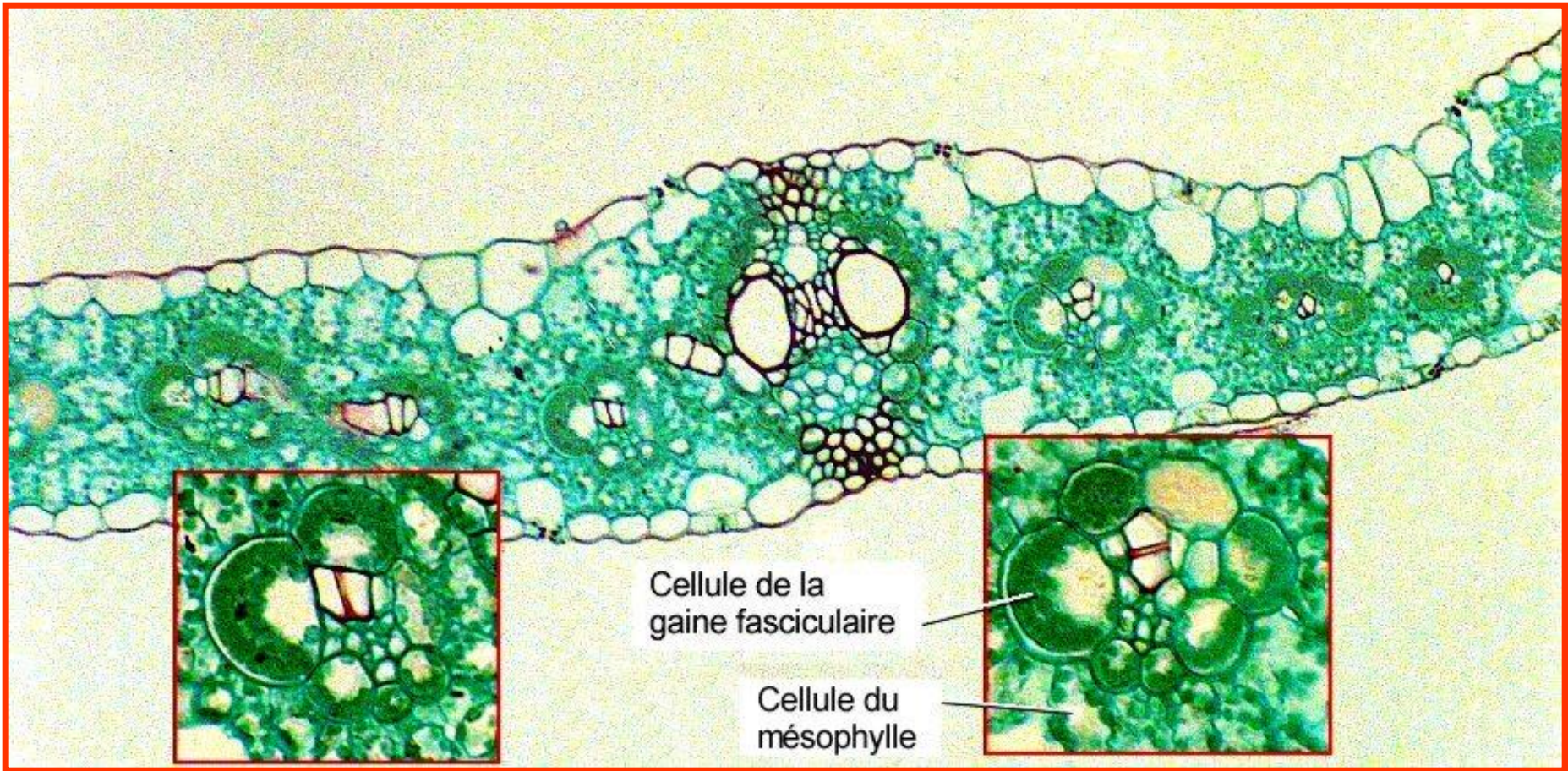
2.2. La fixation du CO<sub>2</sub>

2.3. Transport et incorporation du CO<sub>2</sub>

2.4. Bilan chimique et énergétique



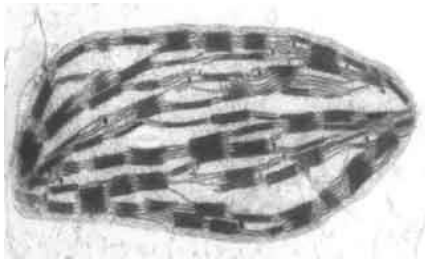
# Coupe transversale d'une feuille de maïs (plante en C<sub>4</sub>)



# Comparaison mésophylle / gaine périvasculaire chez les C4

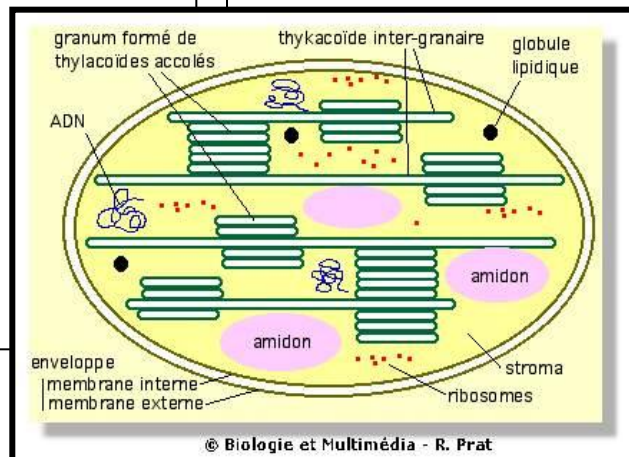
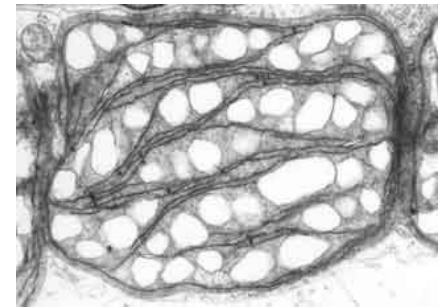
## mésophylle

- Chloroplastes avec nombreux granas
- peu de Rubisco => pas de cycle de Calvin
- => présence de la PEPcase : très grande affinité pour le  $\text{CO}_2$



## gaine périvasculaire

- Chloroplastes agranaires = quelques thylacoïdes longs, simples, non réunis en granas
- présence de Rubisco => cycle de Calvin



© Biologie et Multimédia - R. Prat

Ultrastructure générale d'un chloroplaste



## 2. LES PLANTES EN C4

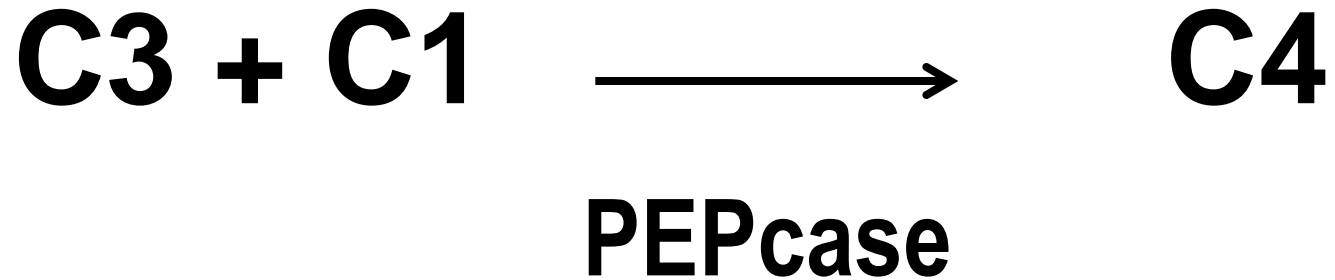
2.1. Particularités morpho-anatomiques

**2.2. La fixation du CO<sub>2</sub>**

2.3. Transport et incorporation du CO<sub>2</sub>

2.4. Bilan chimique et énergétique

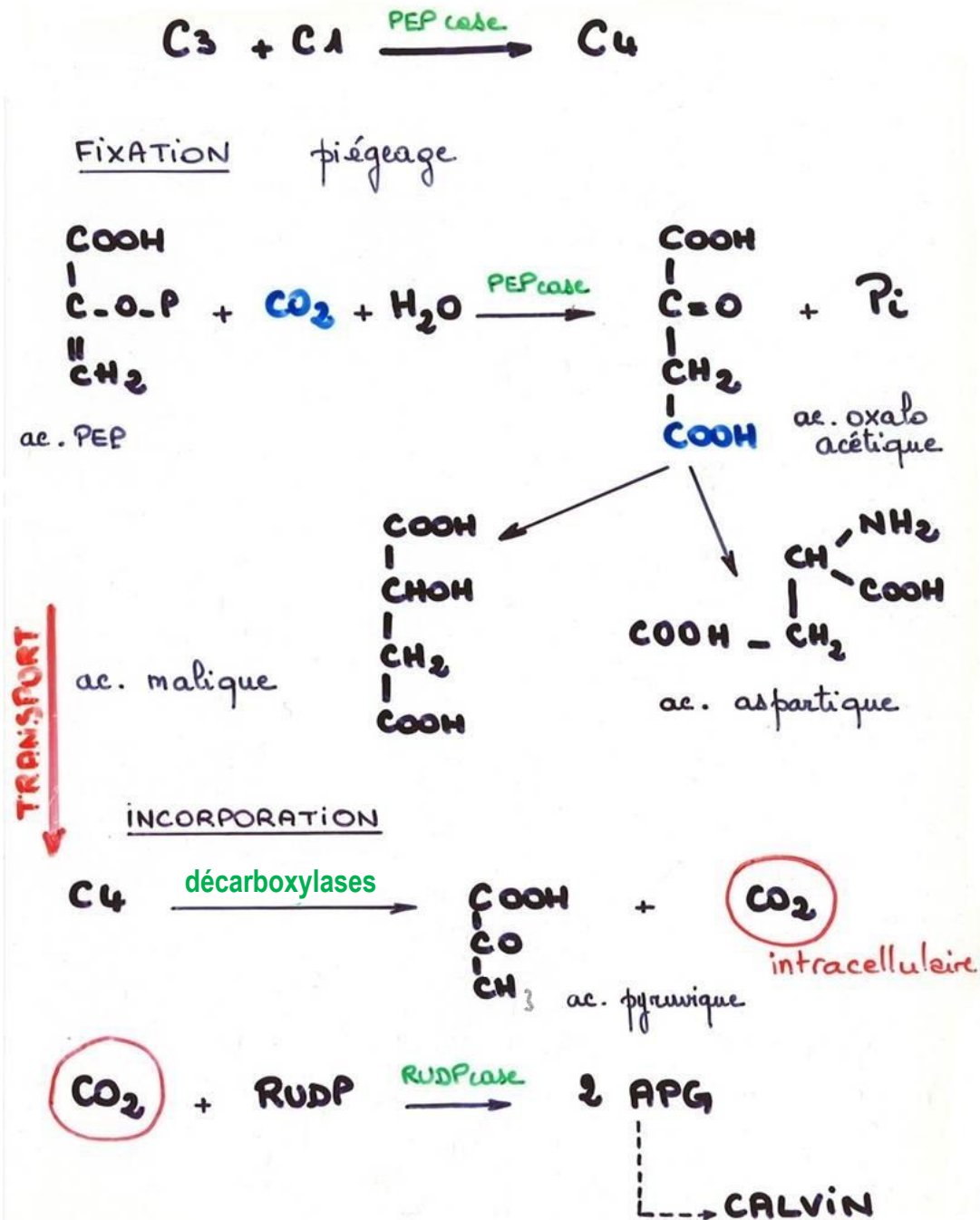
## L'incorporation du CO<sub>2</sub>



phospho éno! pyruvate carboxylase

# Plantes en C4

## La fixation du CO<sub>2</sub>



## 2. LES PLANTES EN C4

2.1. Particularités morpho-anatomiques

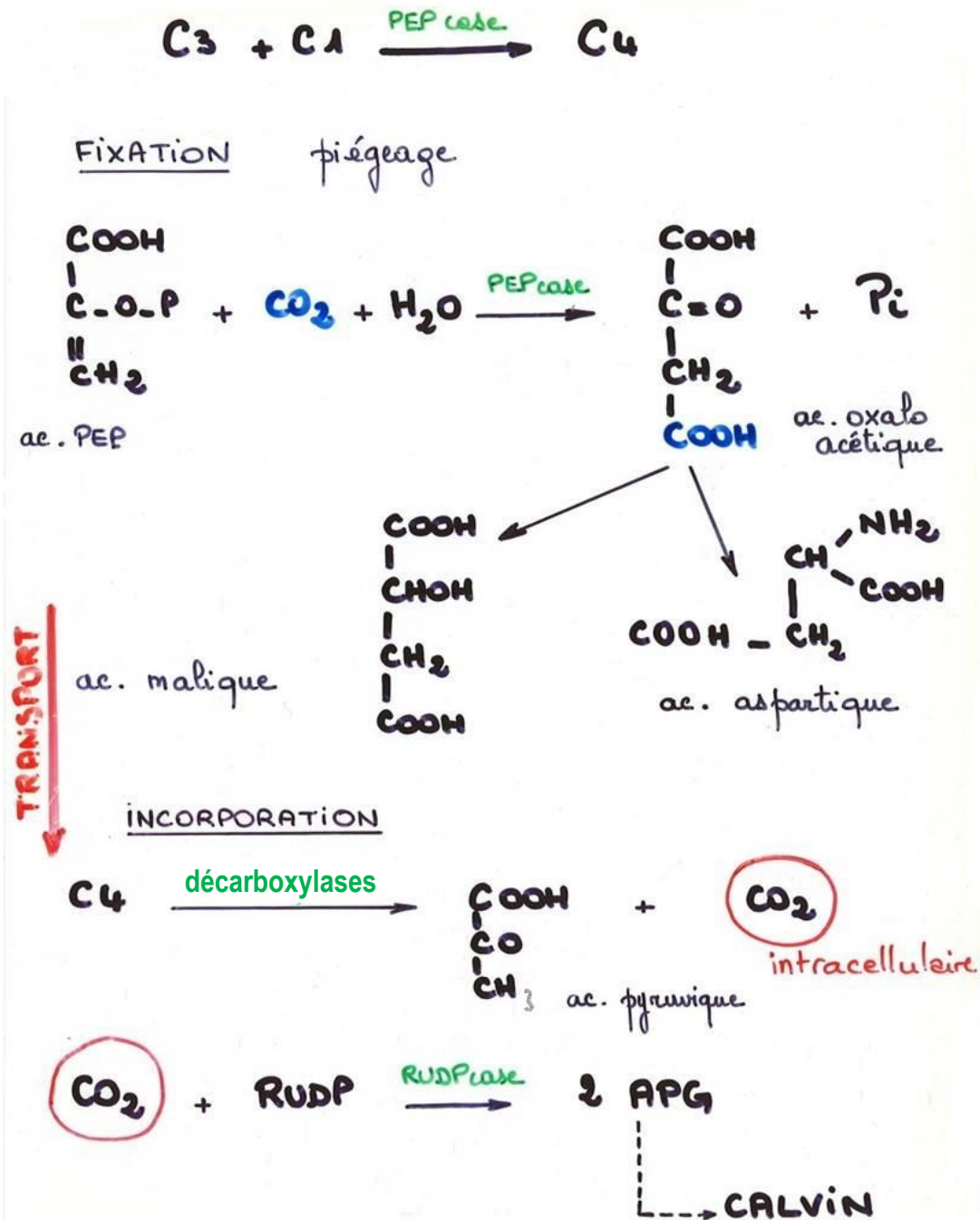
2.2. La fixation du CO<sub>2</sub>

**2.3. Transport et incorporation du CO<sub>2</sub>**

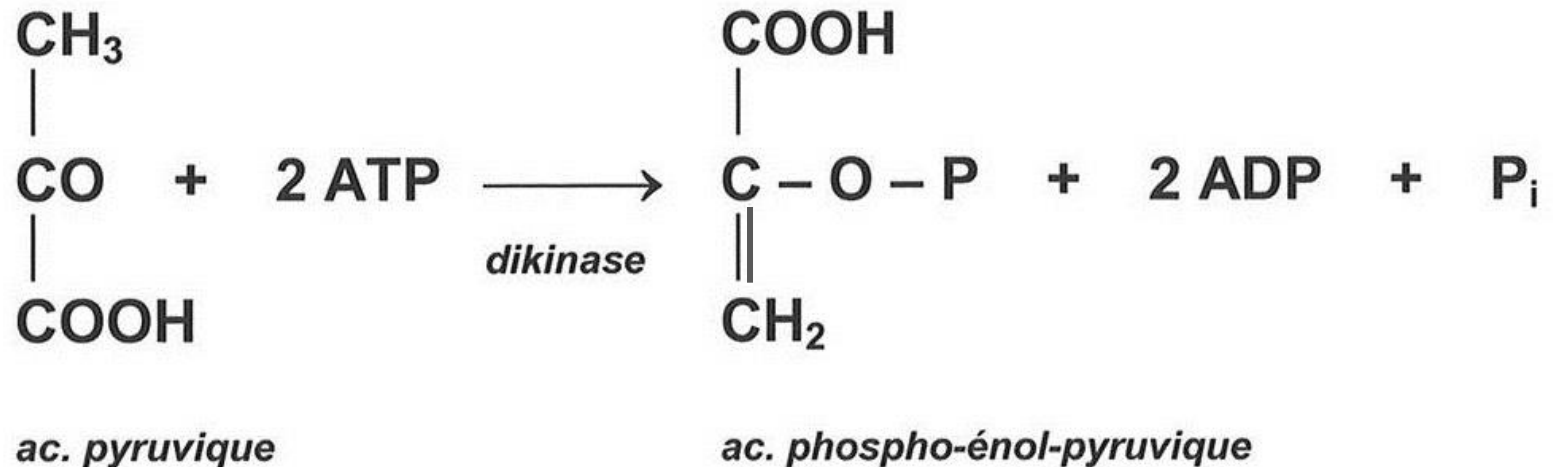
2.4. Bilan chimique et énergétique

# Plantes en C4

## La fixation du CO<sub>2</sub>



# Plantes en C4 : Régénération du substrat



## 2. LES PLANTES EN C4

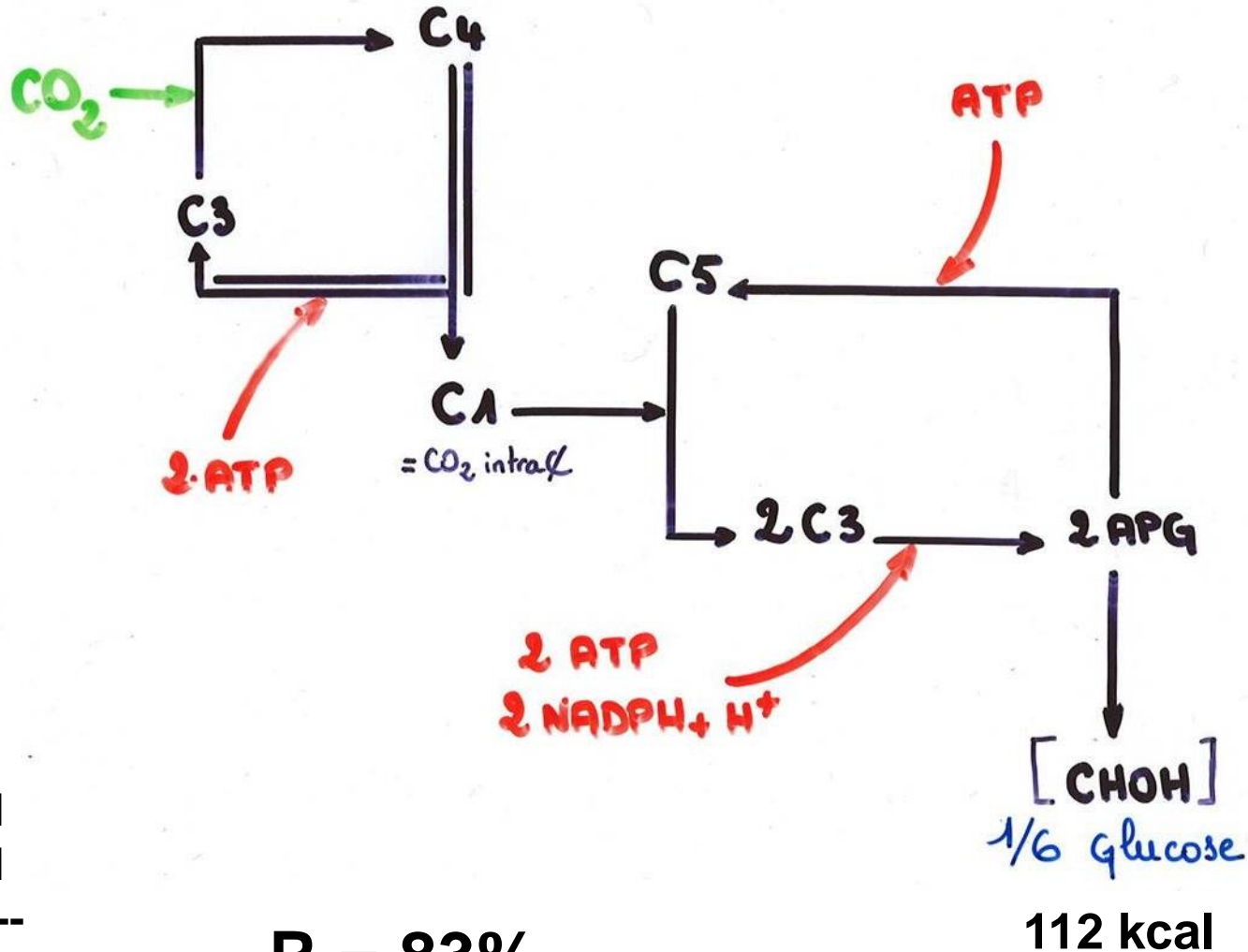
2.1. Particularités morpho-anatomiques

2.2. La fixation du CO<sub>2</sub>

2.3. Transport et incorporation du CO<sub>2</sub>

**2.4. Bilan chimique et énergétique**

# Plantes en C4 : Bilan chimique et énergétique





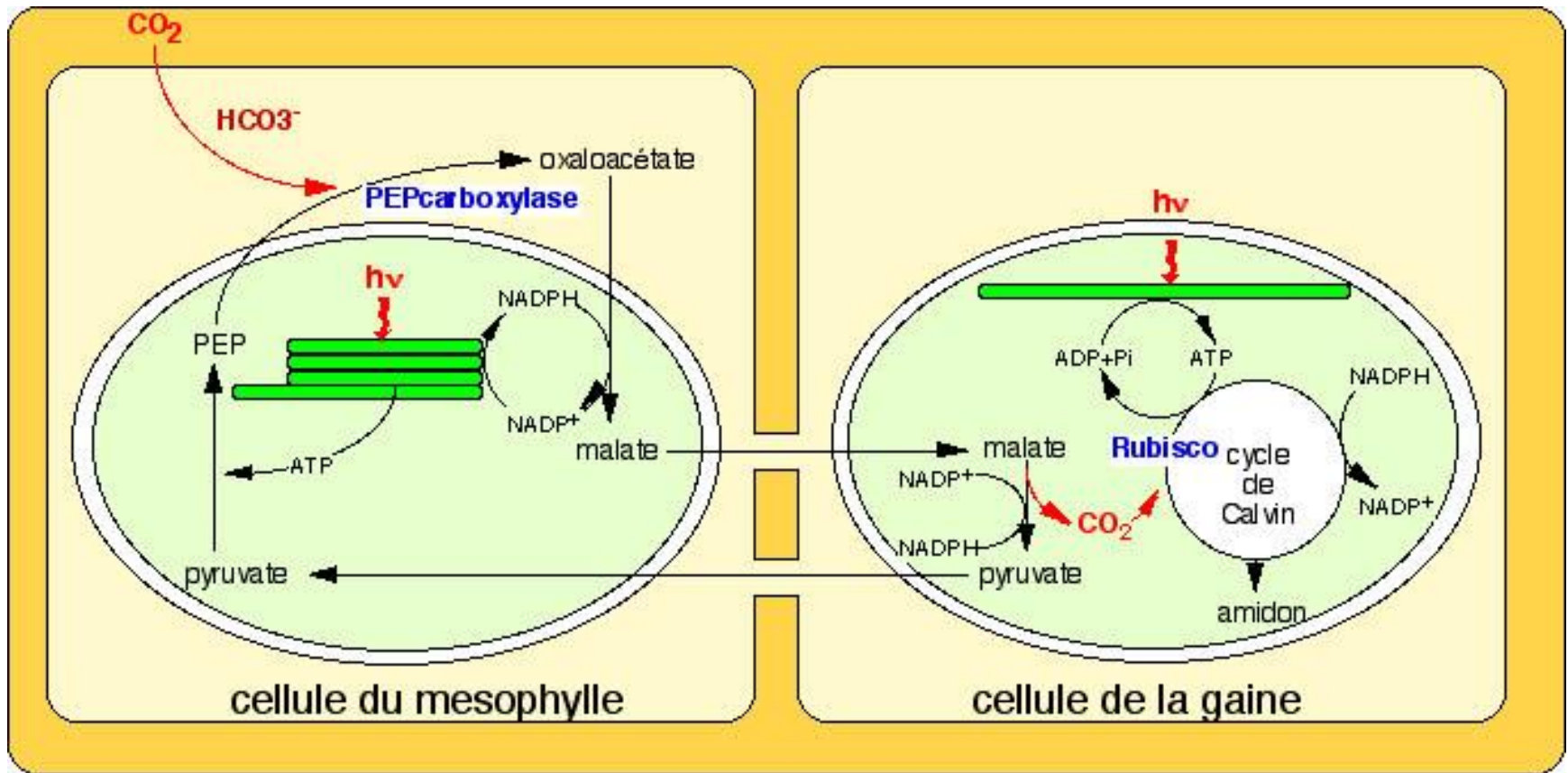
**Chez les plantes C<sub>4</sub> la photosynthèse se déroule à deux endroits différents de la feuille.**

**Le métabolisme C4 est une adaptation à l'aridité :**

→ **objectif = emmagasiner un maximum de CO<sub>2</sub> pendant que les stomates sont ouverts**

→ **adaptation = « répartition spatiale des tâches »**  
Un premier parenchyme fixe le CO<sub>2</sub>  
Un second parenchyme incorpore le CO<sub>2</sub>

# Métabolisme des plantes en C4

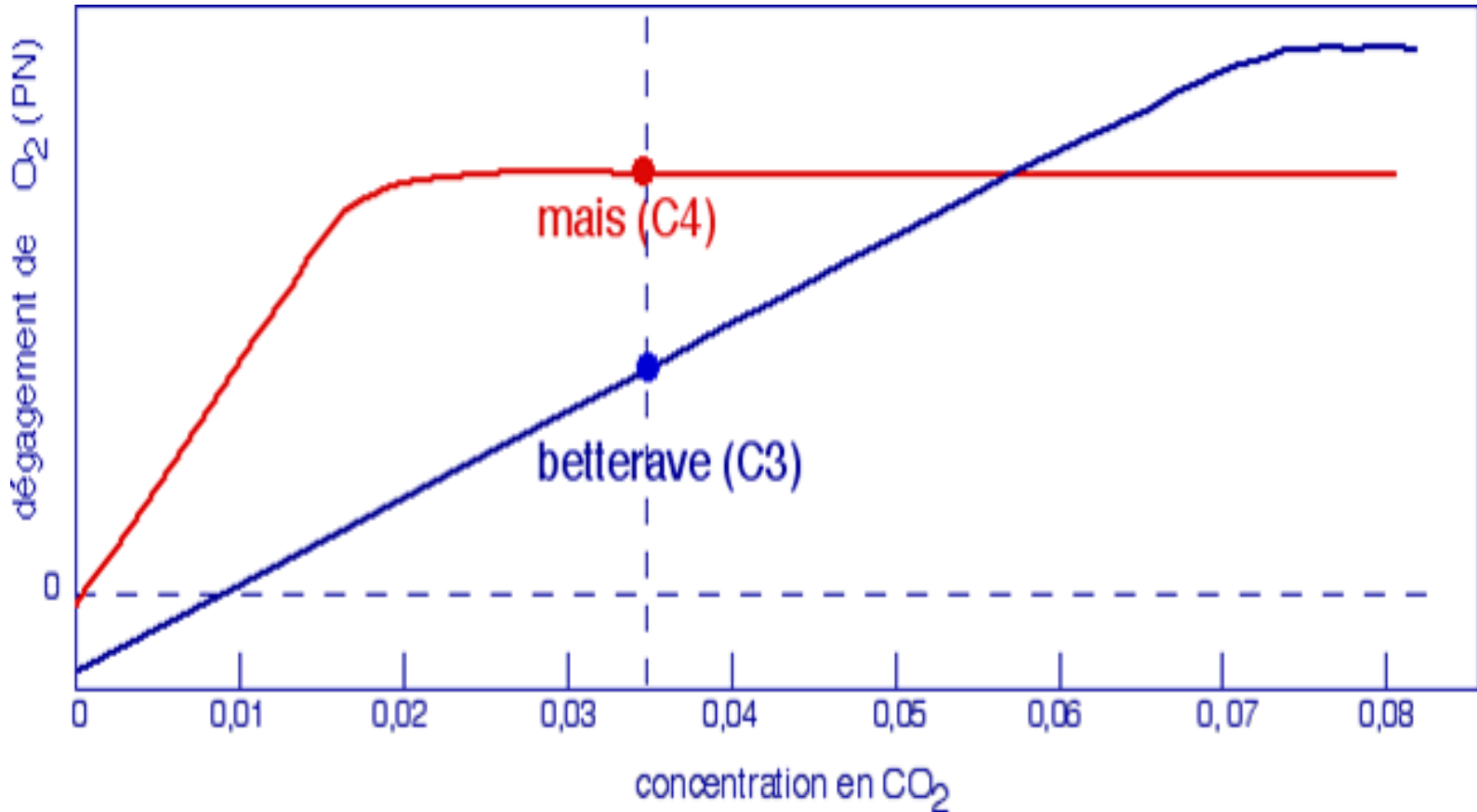


Carboxylation primaire

Décarboxylation  
Carboxylation secondaire

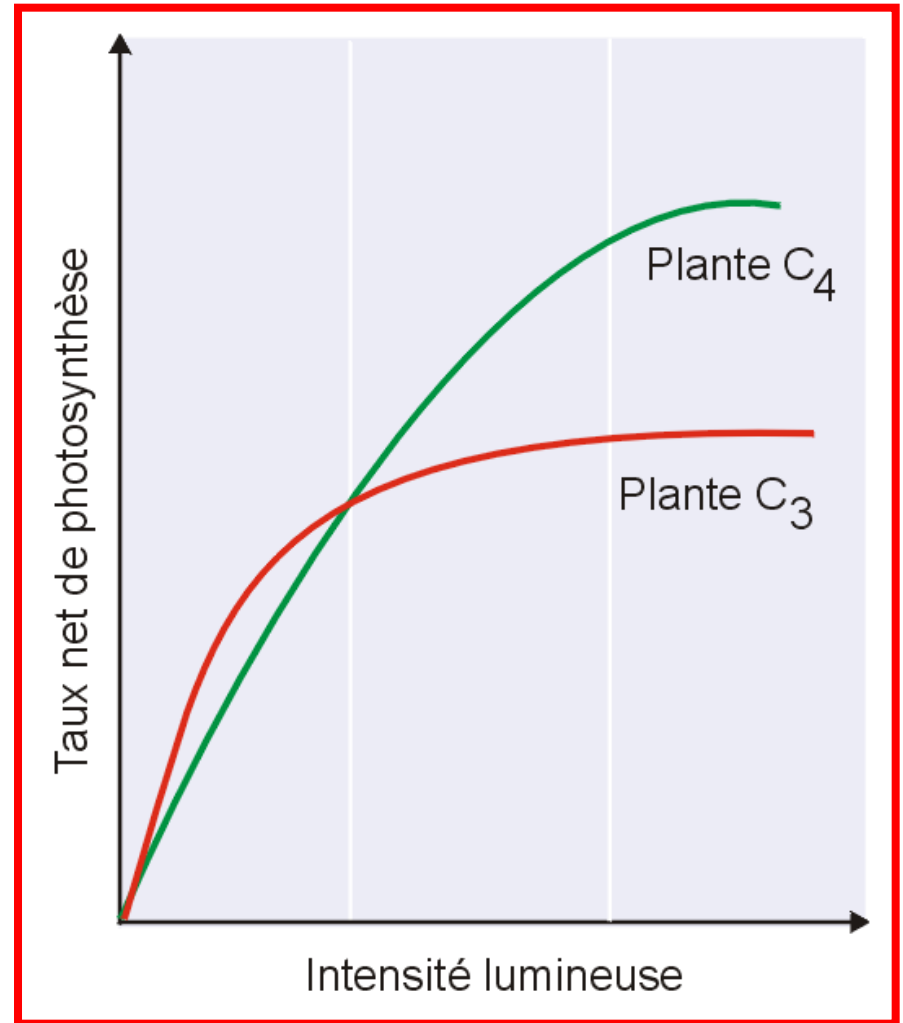
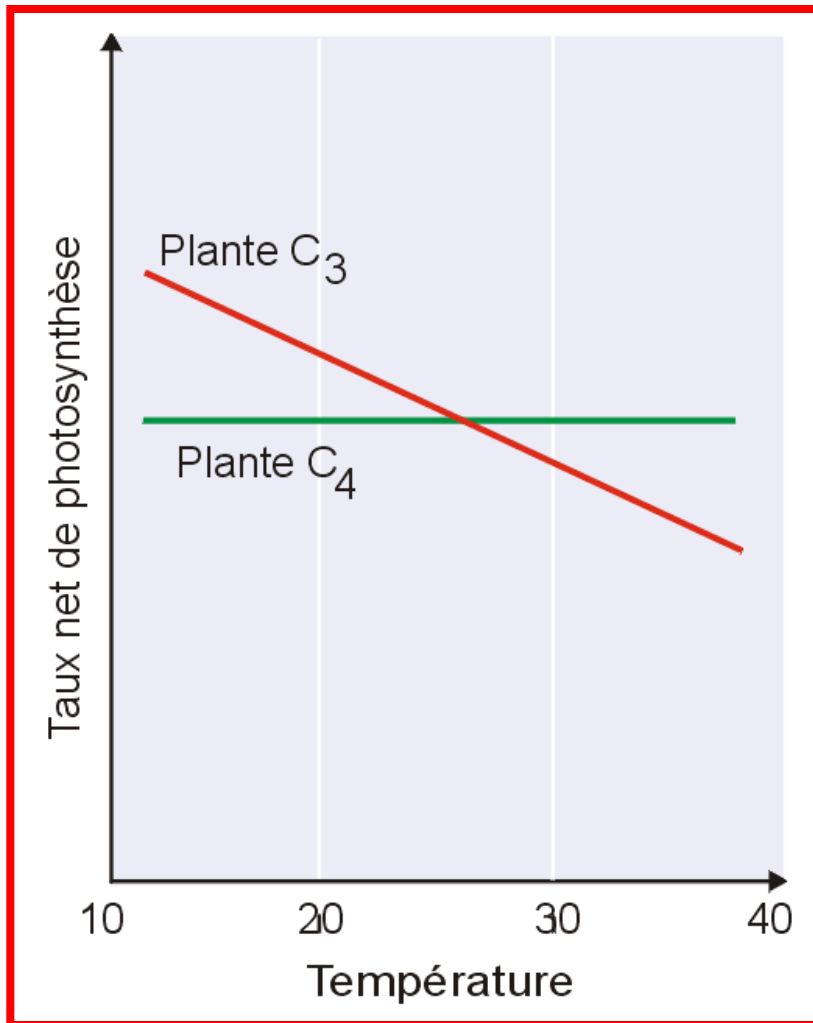


# Comparaison photosynthèse des plantes en C3 et des plantes en C4



D'après <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese-cours>

## Comparaison photosynthèse des plantes en C3 et des plantes en C4



### 3. LES PLANTES CAM

**CAM** = **C**rassulacean **A**cid **M**etabolism

= métabolisme découvert chez des plantes appartenant à la famille des **Crassulaceae** (= plantes grasses ou pl. succulentes).

Ce type de métabolisme est aussi présent dans de nombreuses autres familles de plantes (~ 20 familles).

Ex. : Cactus, Ananas, Orchidées, Euphorbes ...

Plus répandu que le métabolisme  $C_4$

Plantes très adaptées à la sécheresse = plantes xérophytes

## La nuit :

- **Ouverture des stomates**
- Absorption de  $\text{CO}_2$
- $\text{CO}_2$  réagit avec un composé à 3 C (acide phospho-énol pyruvique) pour former un composé acide à 4C l'acide malique.

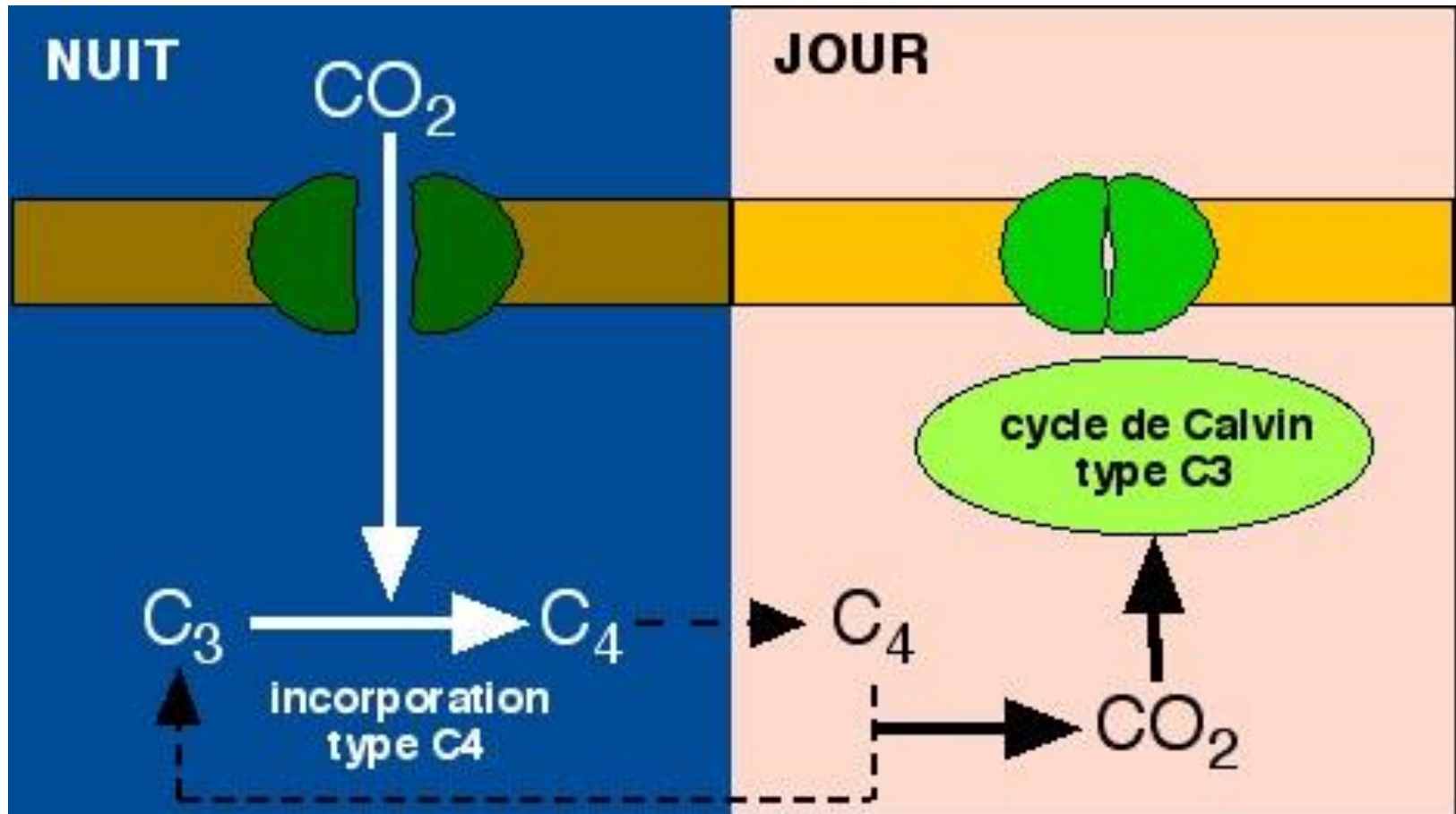


- L'acide malique s'accumule dans les cellules foliaires (vacuole) au cours de la nuit.

## Le jour :

- Les stomates se ferment (limitation des pertes en eau).
- L'acide malique est converti en un composé à 3C et en  $\text{CO}_2 \rightarrow$  Cycle de Calvin dans le chloroplaste.

# Métabolisme des plantes CAM



Principe de carboxylation secondaire



**Chez les plantes CAM, la photosynthèse se déroule à  
deux moments différents.**

**Le métabolisme CAM est également une  
adaptation à l'aridité (limitation de la transpiration).**

→ **objectif = emmagasiner un maximum de CO<sub>2</sub>  
pendant que les stomates sont ouverts**

→ **adaptation = « répartition temporelle des taches »**