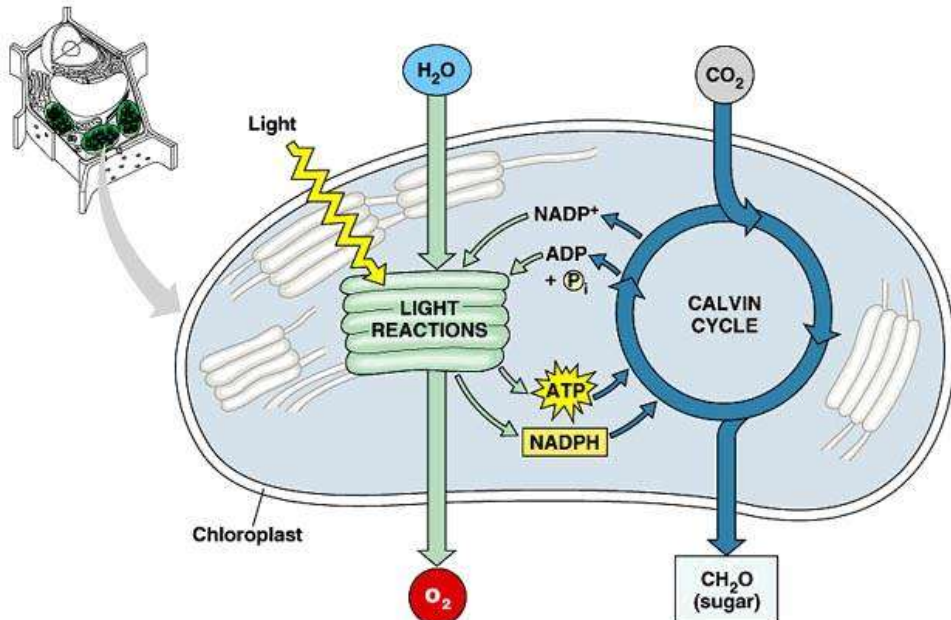
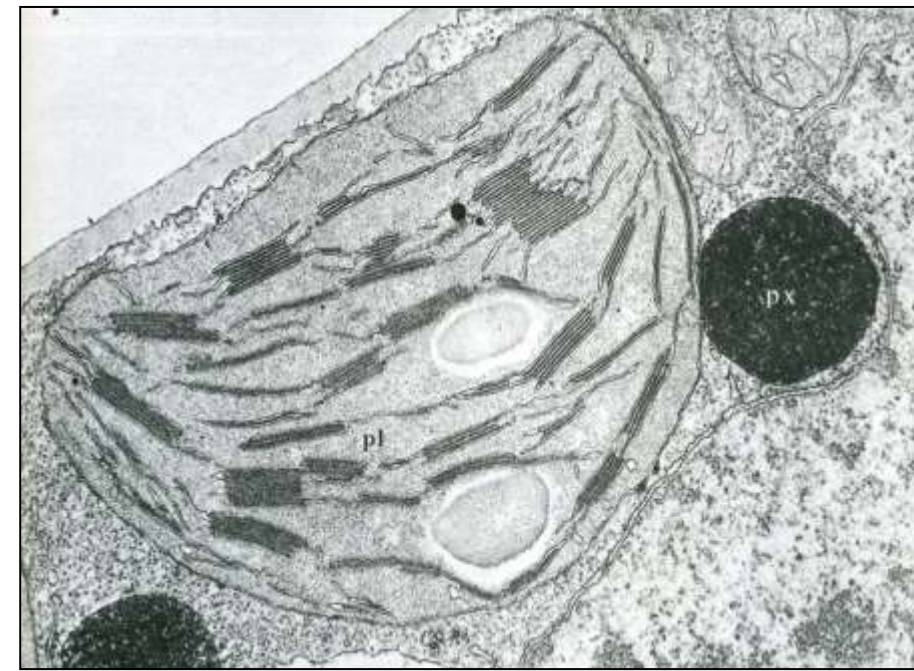


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

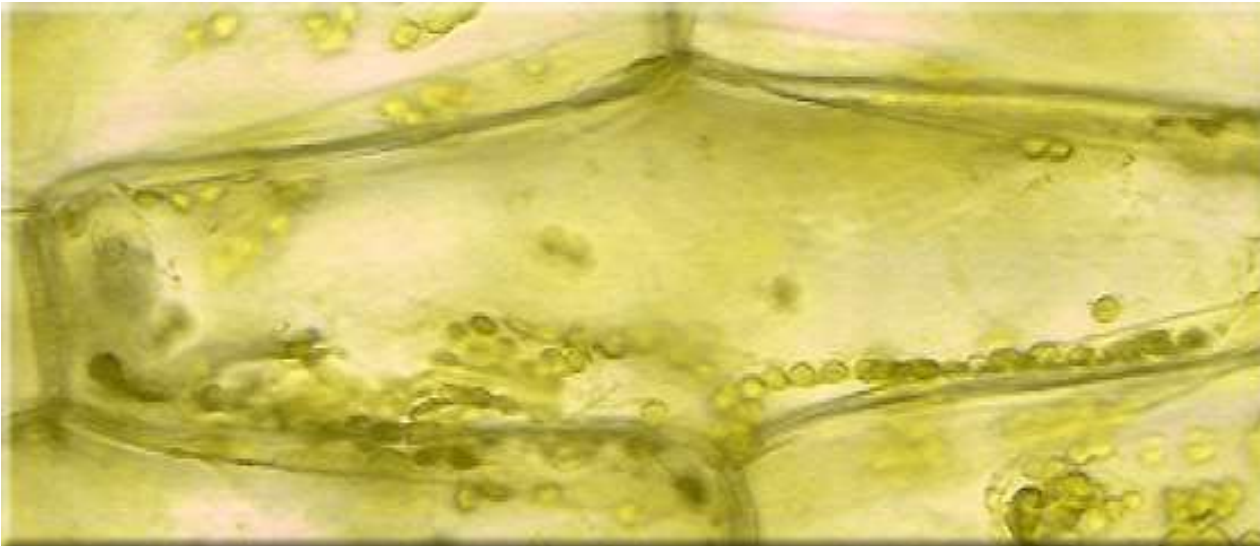
Chapitre SV – E – 2 : **Métabolisme** **et transferts de matière**



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



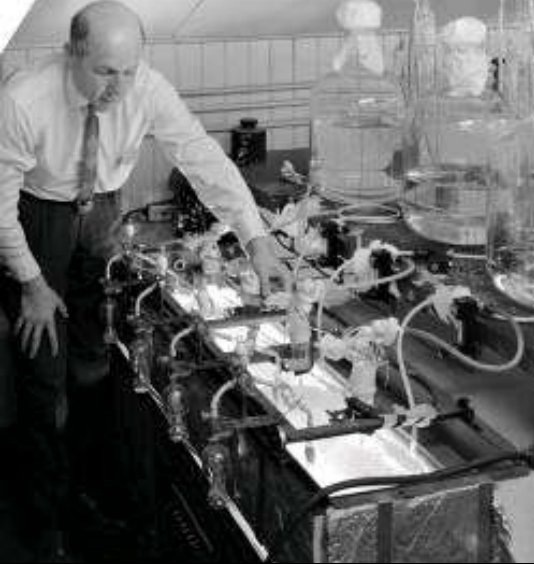
Mise en évidence de la synthèse de matière organique dans le chloroplaste



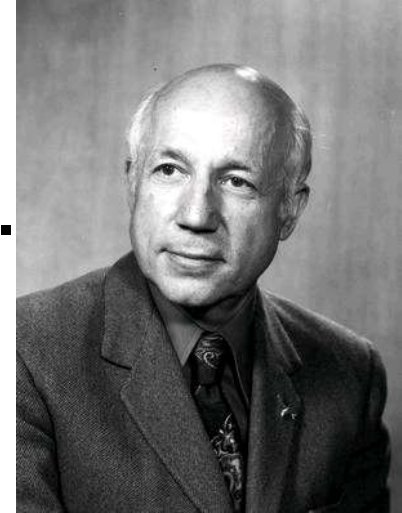
Cellules de feuilles d'Elodée placées 12 h à l'obscurité puis coloration au lugol.

Cellules de feuilles d'Elodée placées 12 h à la lumière puis coloration au lugol.

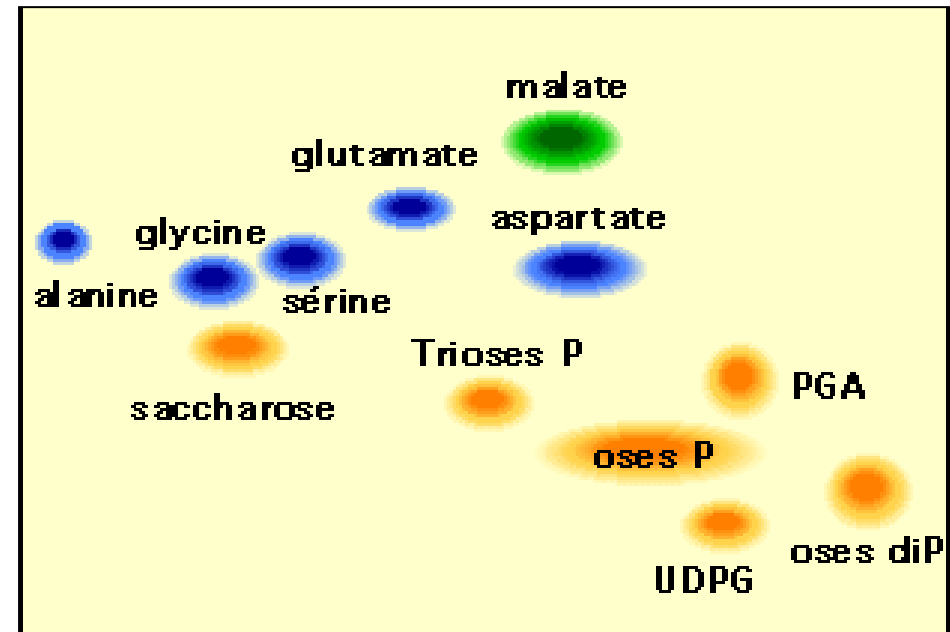
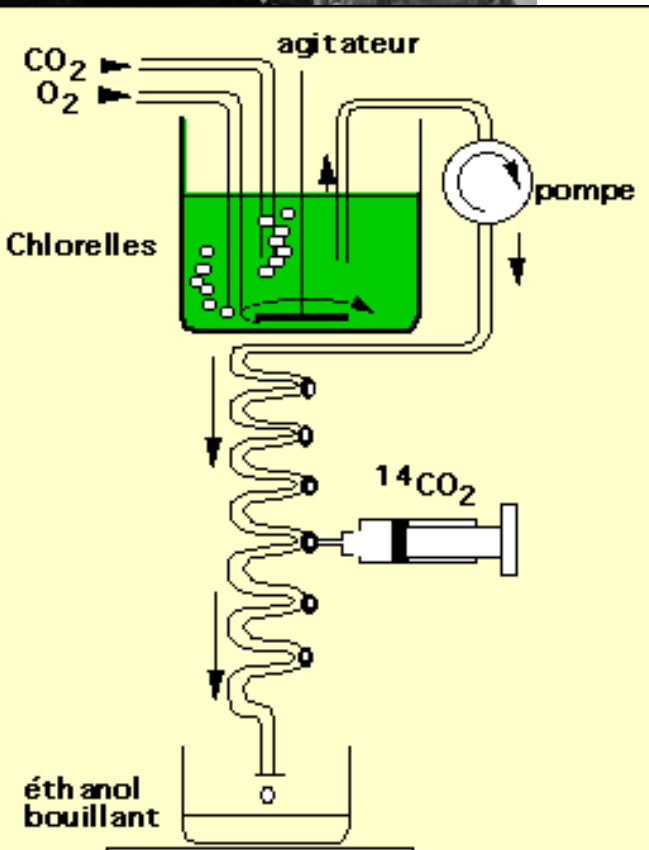




Document 1 : Expériences de Calvin et Benson : protocole.

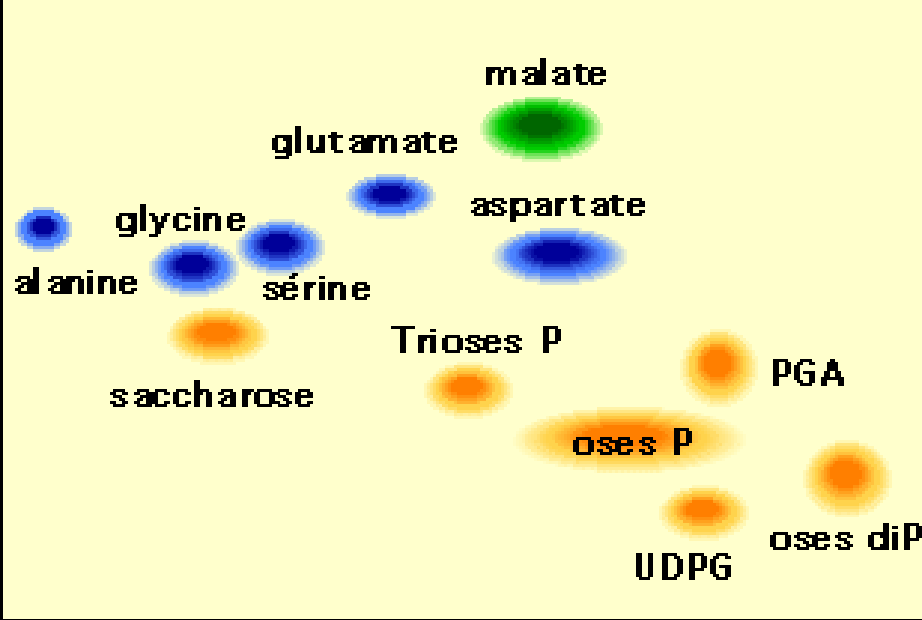


Melvin CALVIN 1911-1997



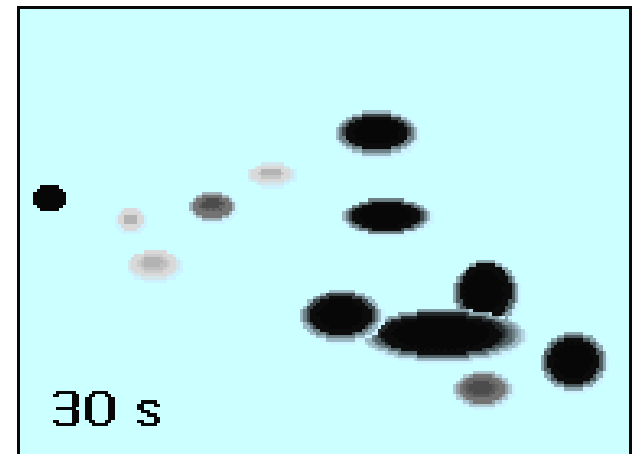
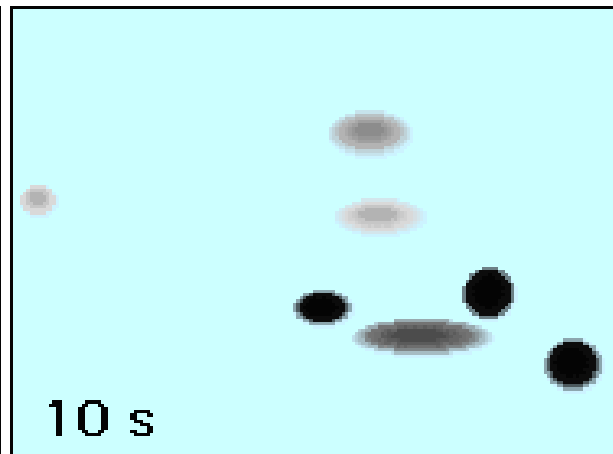
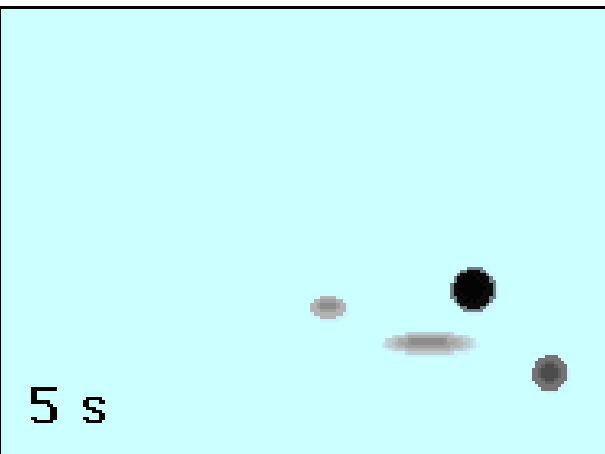
1b: Chromatogramme témoin réalisé avec des substances connues.

1a : Dispositif expérimental.

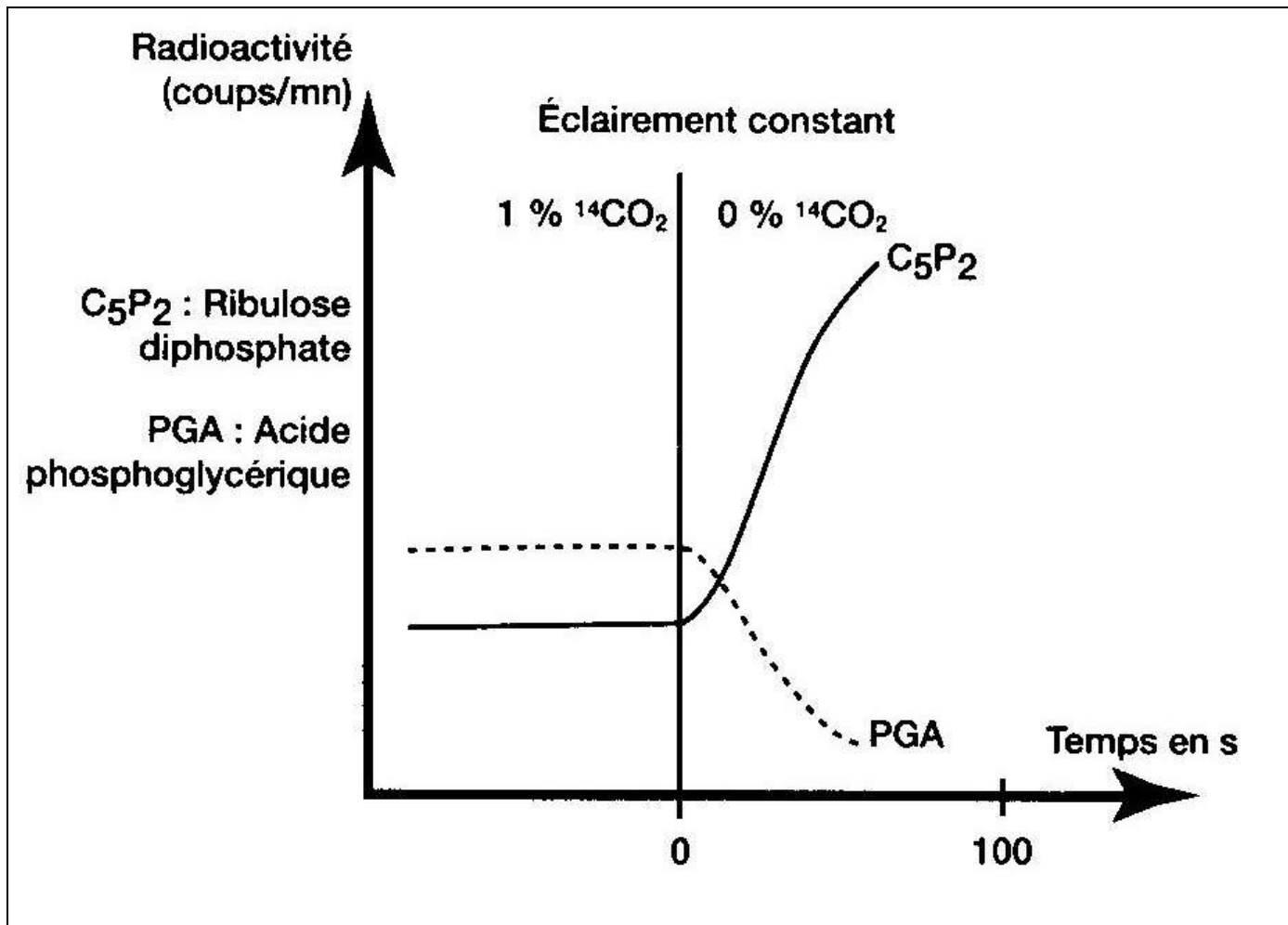


Chromatogramme témoin

Résultats expérimentaux

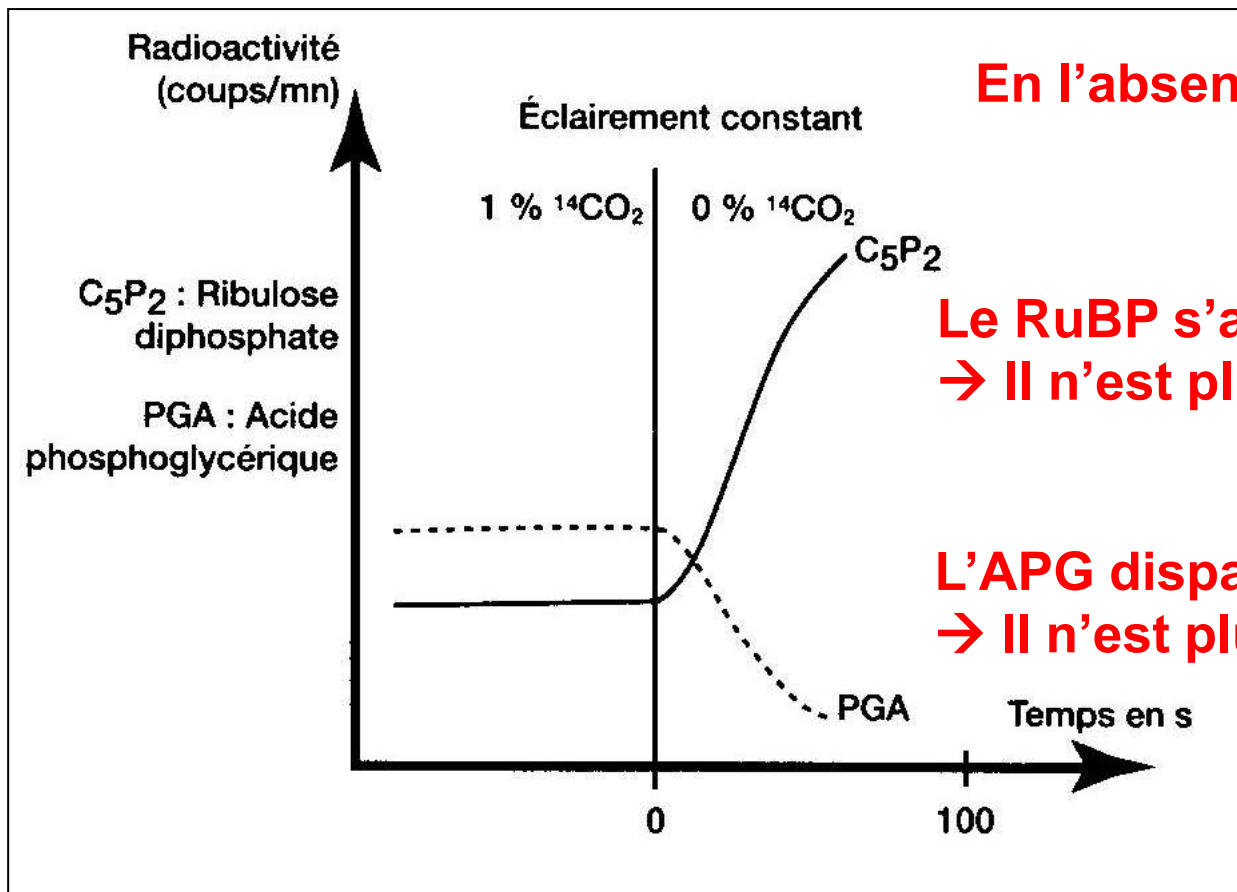


Document 2. Expériences de Calvin et Benson : résultats pour différents temps d'exposition.



Document 3. Mise en évidence expérimentale du rôle de RuBP dans la phase non photochimique de la photosynthèse.

C₅P₂ : RuBP, ribulose 1, 5 bis-phosphate ;
 PGA = APG, acide phosphoglycérique.



En l'absence de CO₂ :

**Le RuBP s'accumule
→ Il n'est plus consommé**

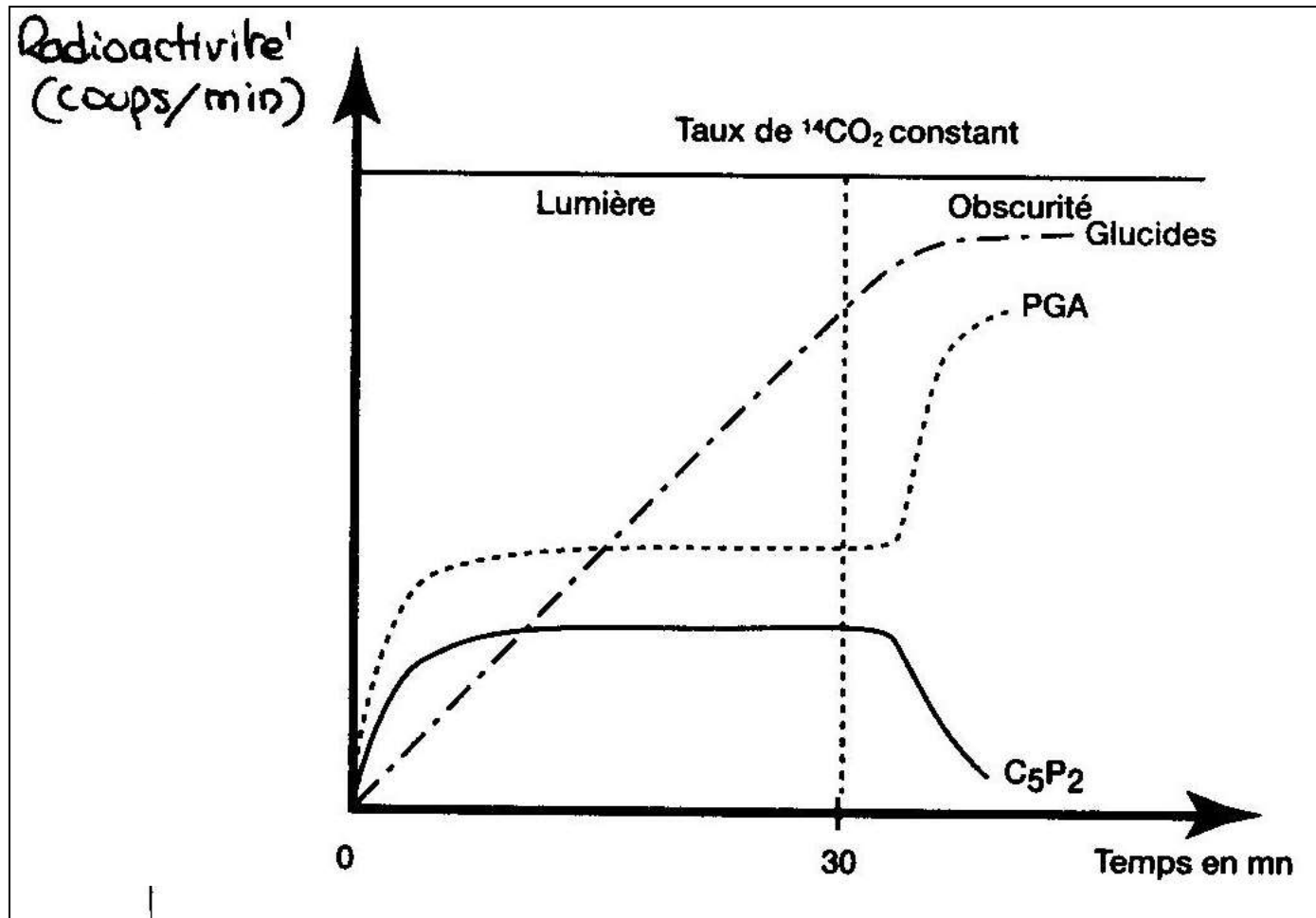
**L'APG disparaît
→ Il n'est plus produit**

Conclusion : RuBP + CO₂ → APG (x 2)

Document 3. Mise en évidence expérimentale du rôle de RuBP dans la phase non photochimique de la photosynthèse.

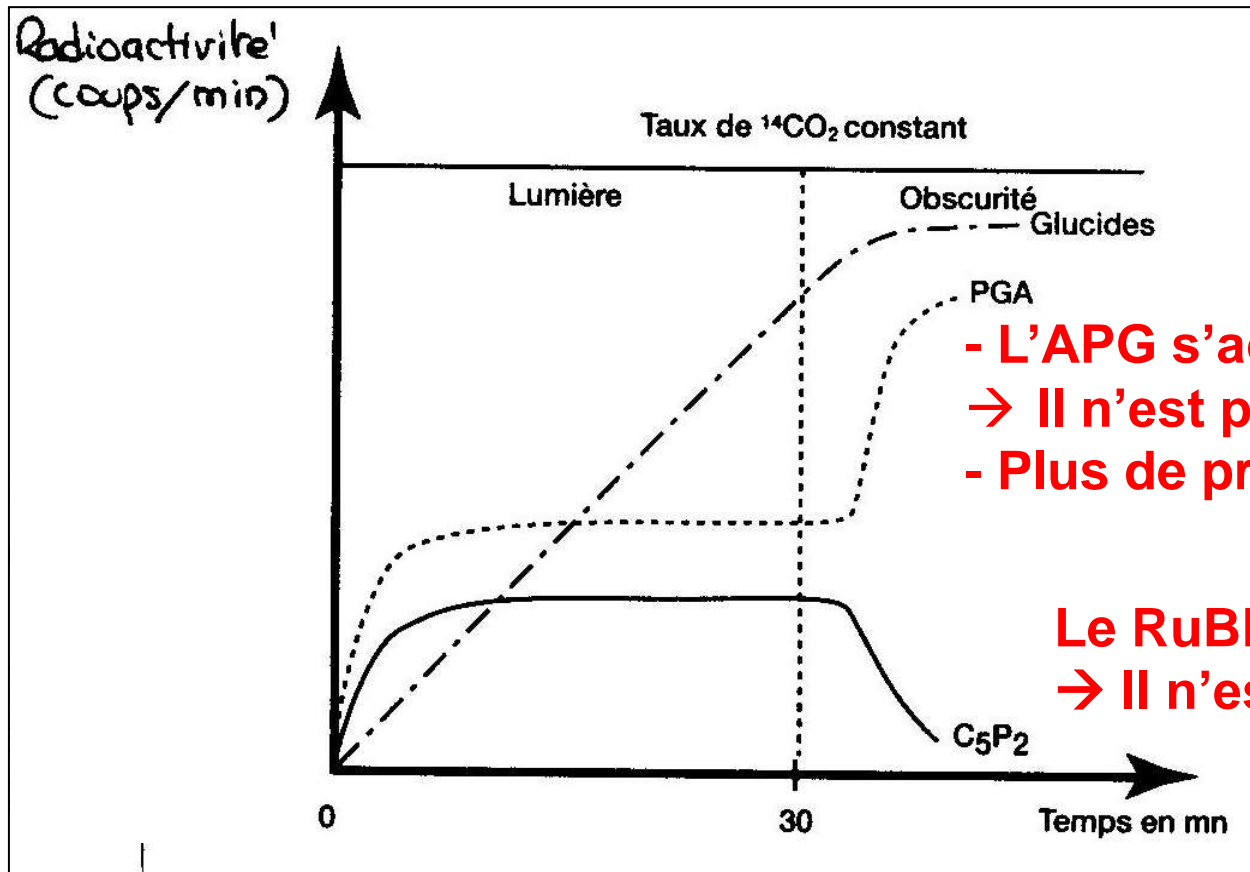
C₅P₂ : RuBP, ribulose 1, 5 bis-phosphate ;

PGA = APG, acide phosphoglycérique.



Document 4 : Evolution quantitative de RuBP (C_5P_2) et APG (PGA) à la lumière et à l'obscurité.

En l'absence des produits
de la phase photochimique (ATP et NADPH) :



- L'APG s'accumule
- Il n'est plus consommé
- Plus de production de glucides

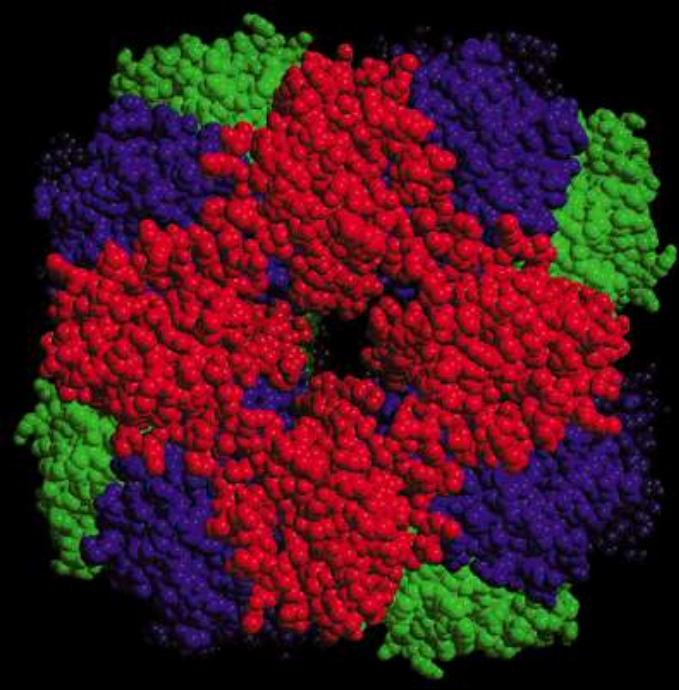
Le RuBP disparaît :
→ Il n'est plus renouvelé

**Conclusions : renouvellement du RuBP \Rightarrow cycle
APG + (ATP, NADPH) - - - \rightarrow RuBP + glucides**

**Document 4 : Evolution quantitative de RuBP (C_5P_2)
et APG (PGA) à la lumière et à l'obscurité.**

Le cycle de Calvin :

- consomme du CO₂
 - il comprend **une phase de carboxylation**
- utilise du pouvoir réducteur (NADPH)
 - il comprend **une phase de réduction**
- permet le renouvellement du RuBP
 - il comprend **une phase de régénération**
- utilise de l'ATP



Grandes sous unités en rouge

(origine chloroplastique)
sur lesquels se situent les sites actifs

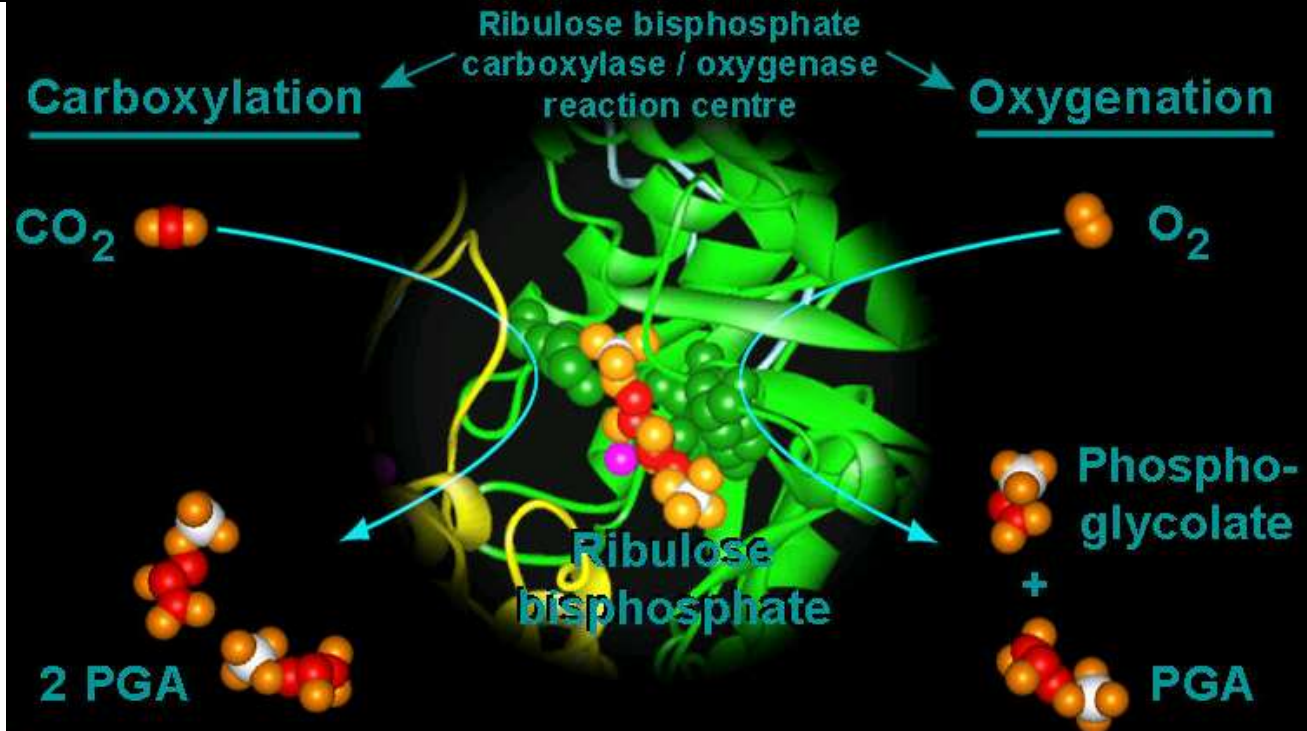
Petites sous unités en vert et bleu (origine nucléaire)

Une enzyme « chimère »

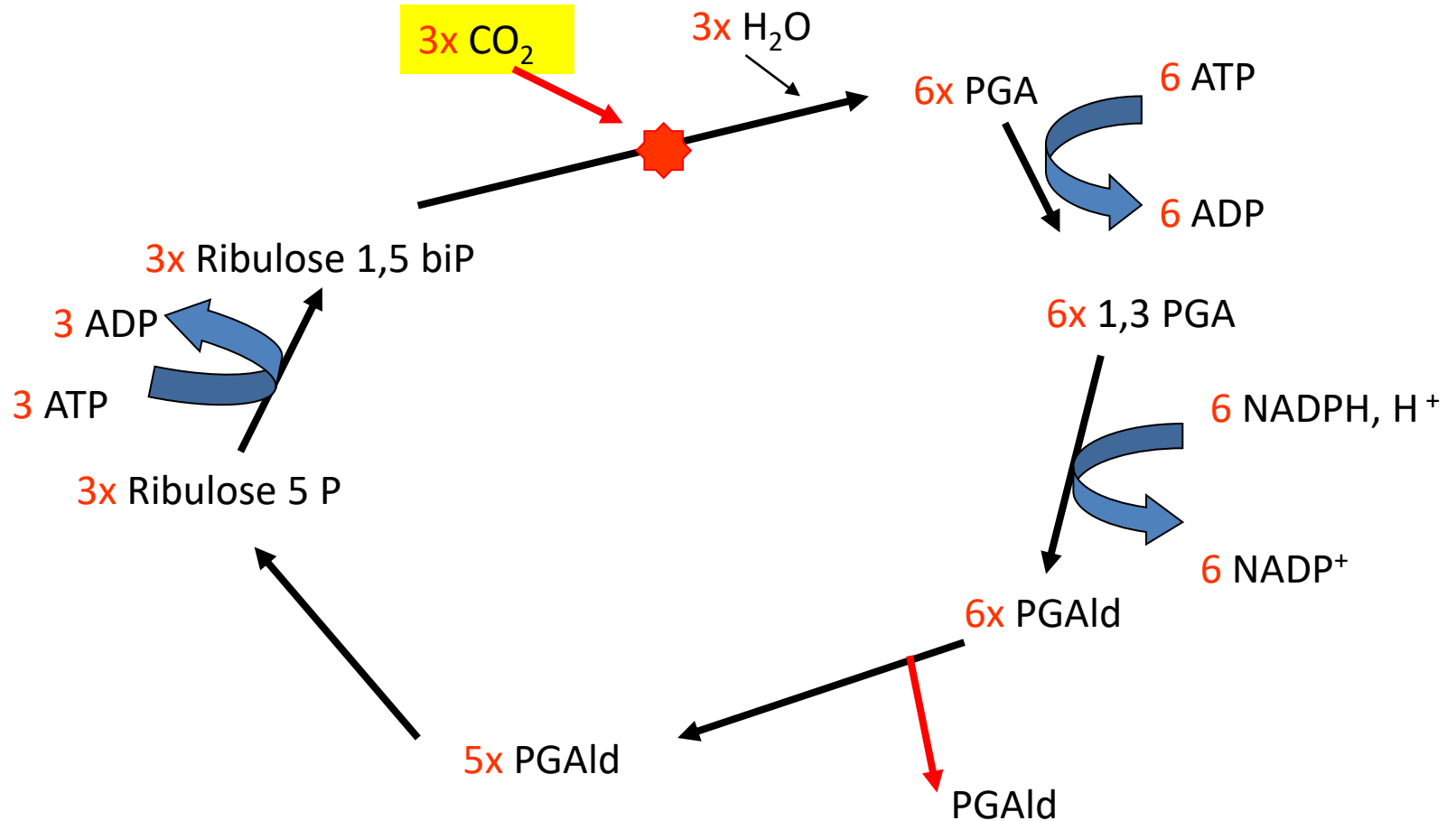
La RubisCO

Enzyme catalysant la carboxylation

Une dualité fonctionnelle

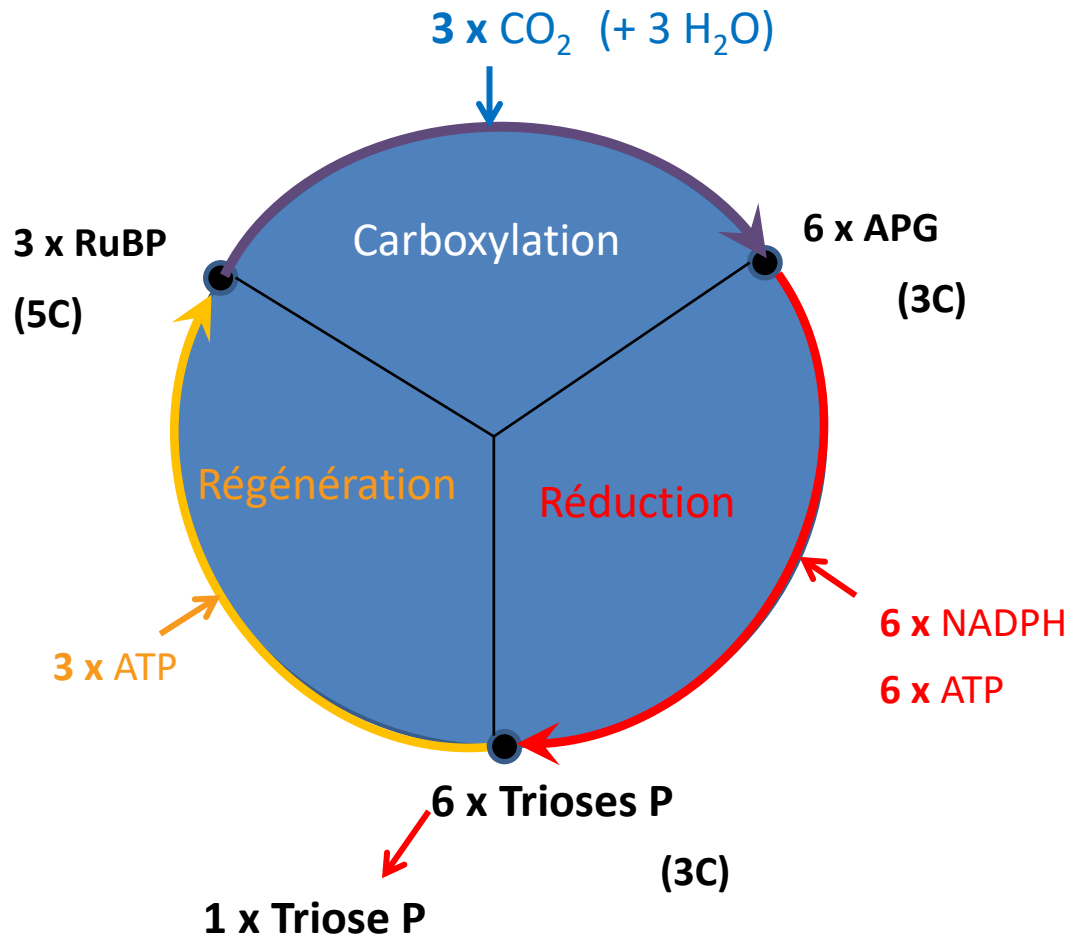


Le cycle de Calvin



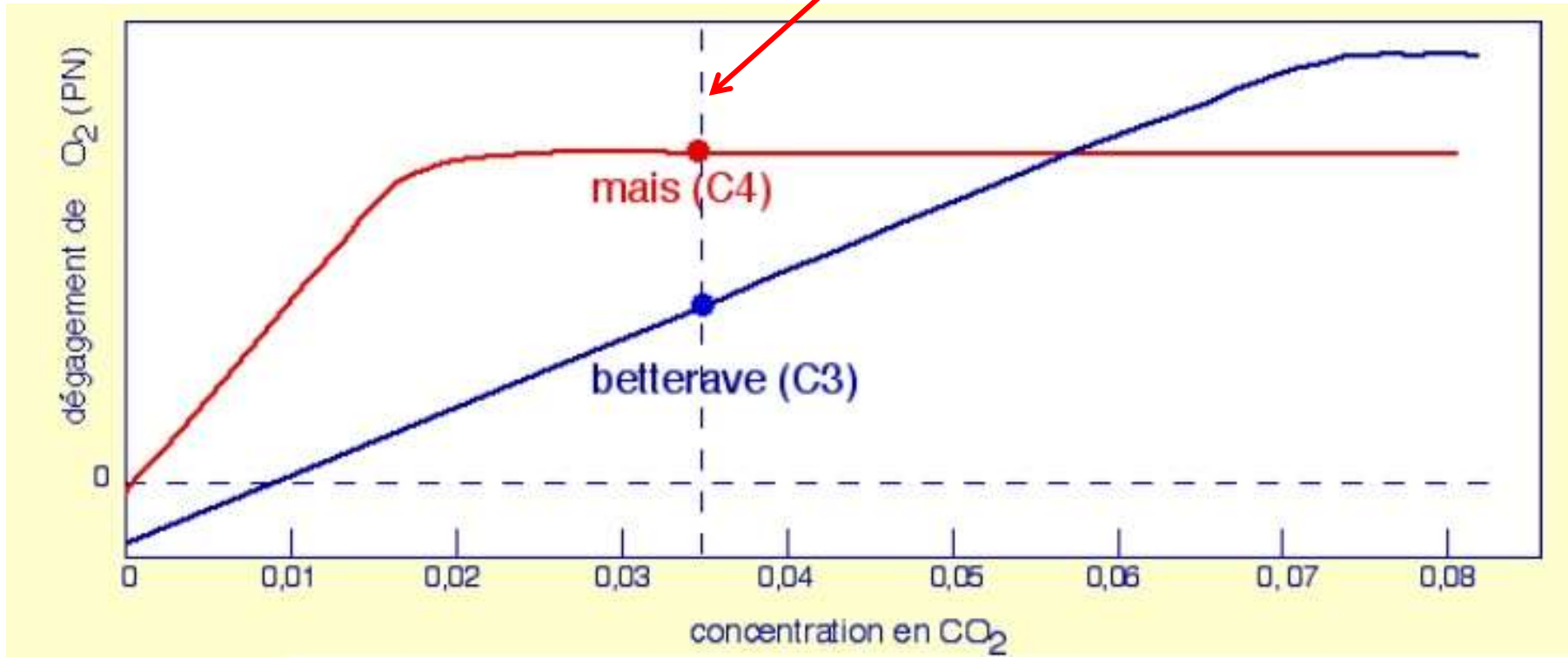
★ Étape catalysée par la rubisco

Le bilan du cycle de Calvin



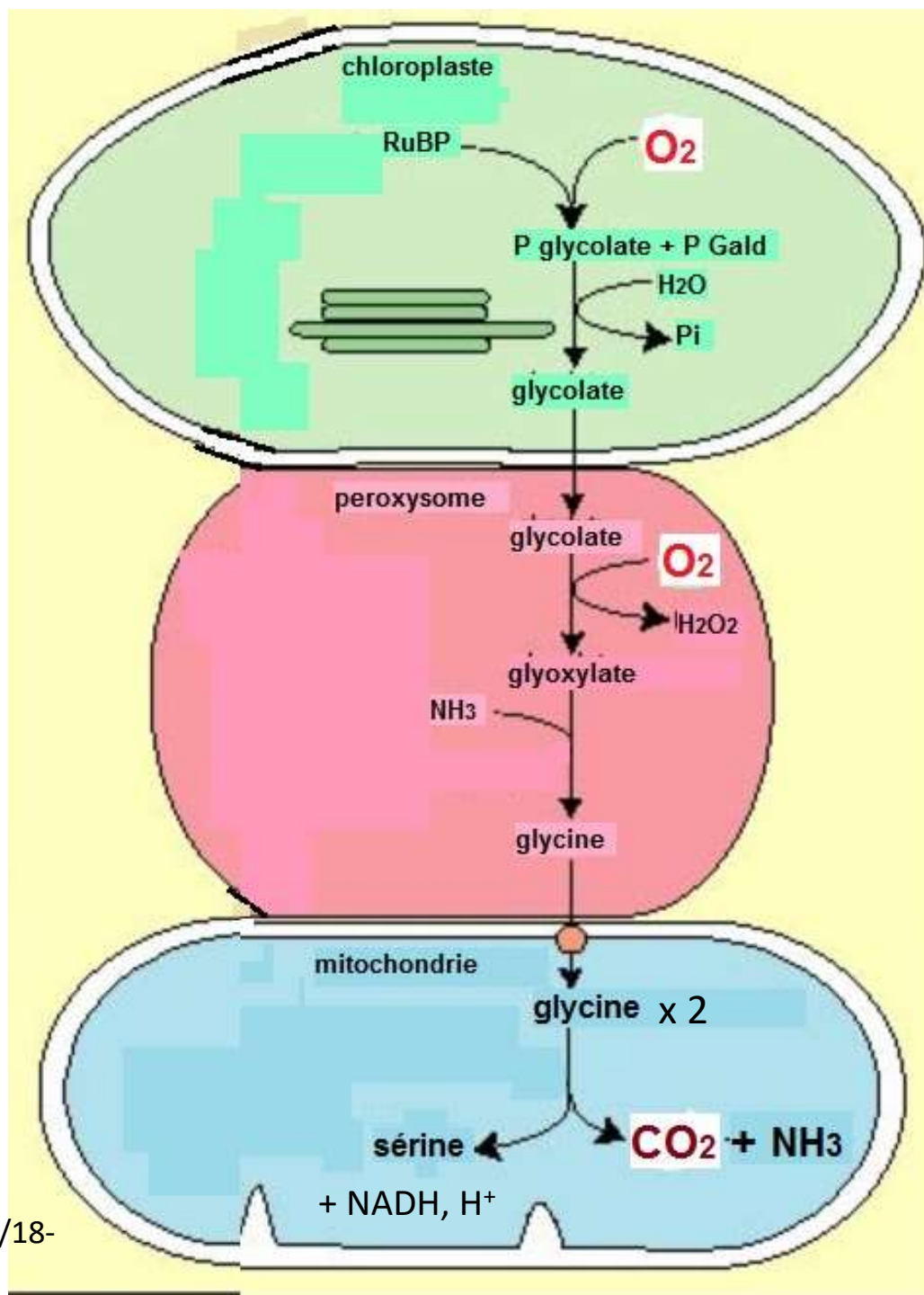
Teneur en CO₂ atmosphérique 0,03 %

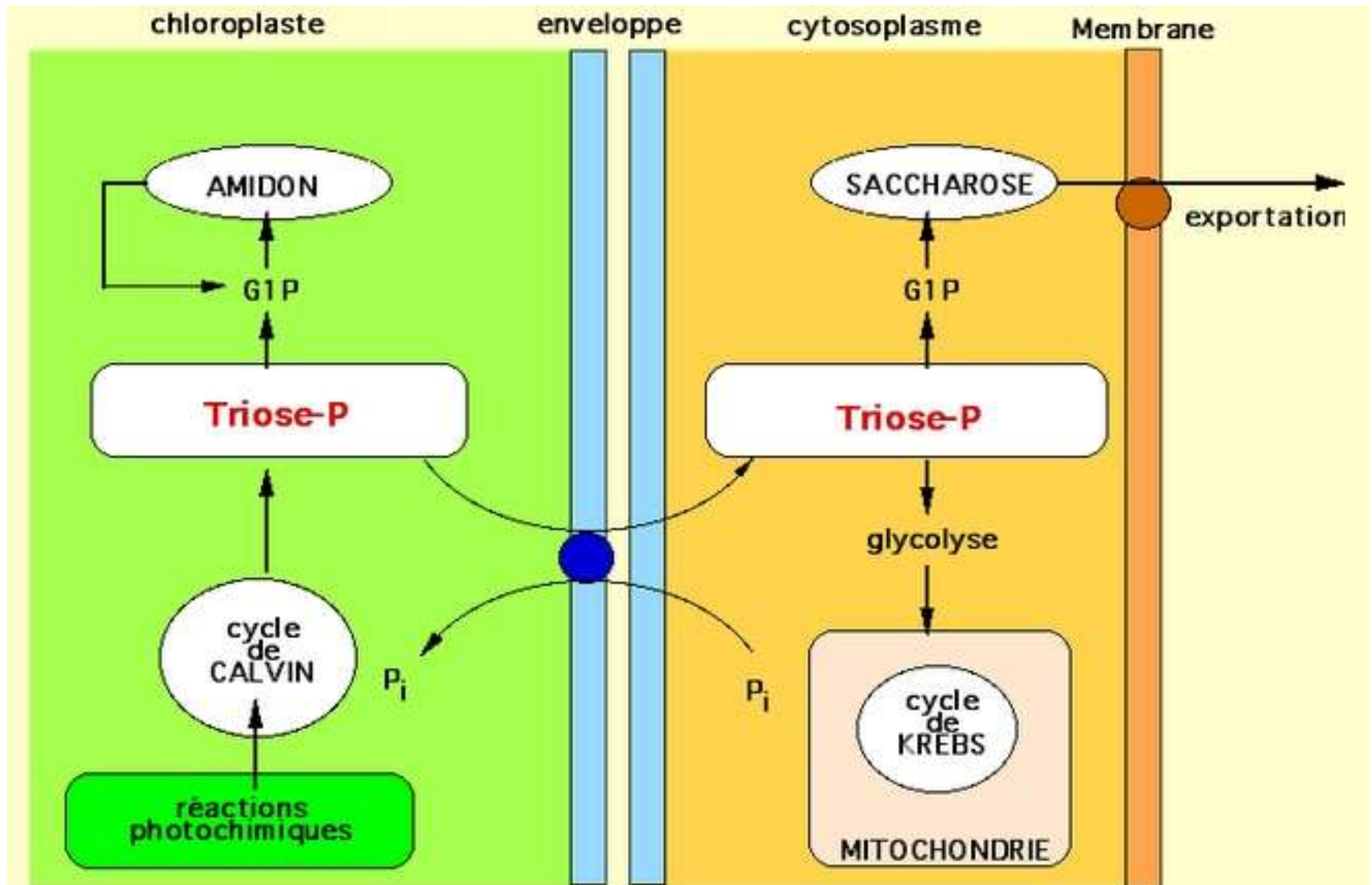
Rendement photosynthétique (UA)



Document 6. Comparaison de la photosynthèse de deux plantes en fonction de la concentration en CO₂ du milieu.

Document 7. Processus simplifié de la photorespiration.



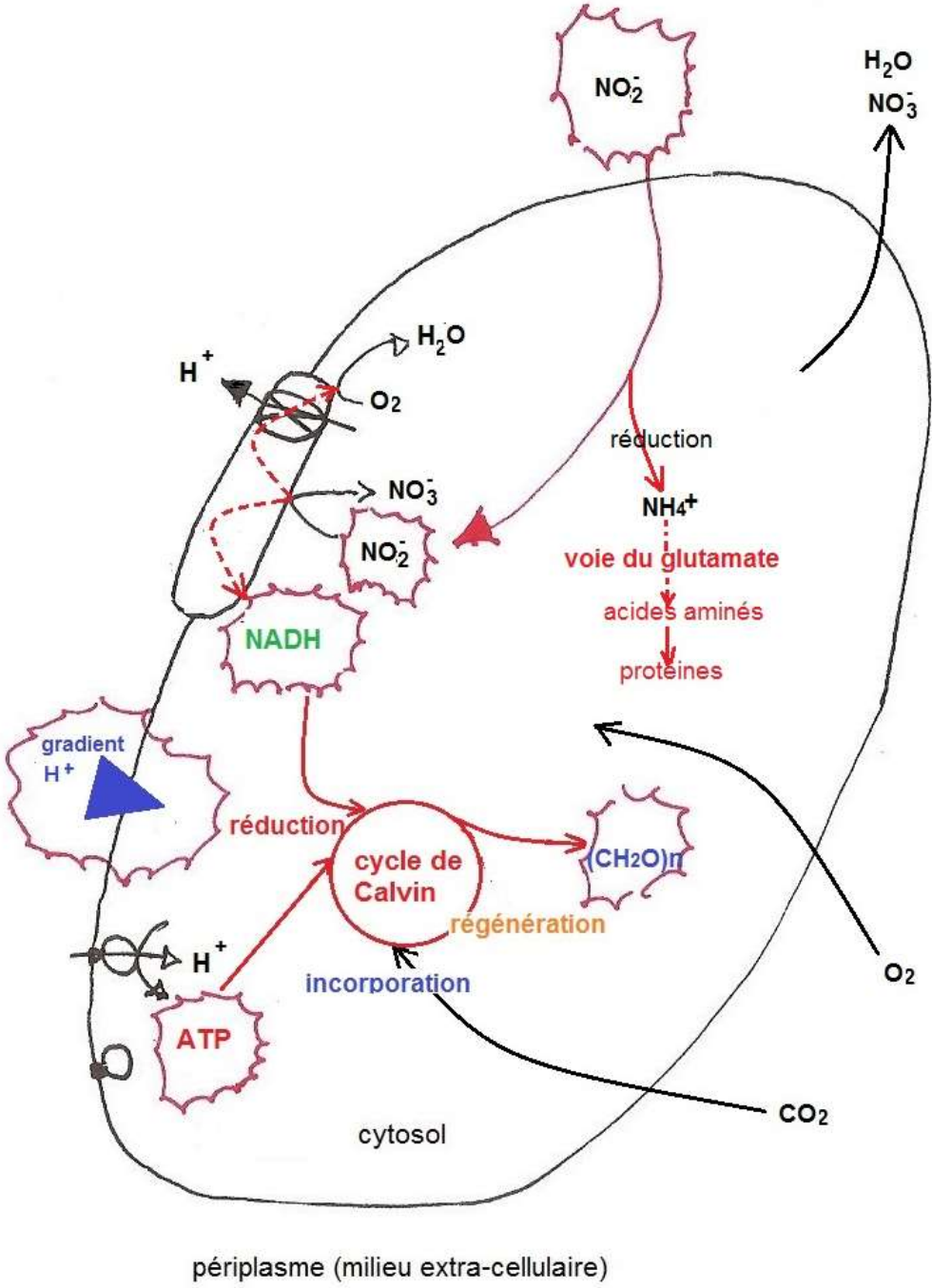


Document 8. Devenir des trioses phosphate produits par la photosynthèse.

Moment de la journée	Synthèse cytosolique de saccharose	Synthèse d'amidon dans le stroma
Journée ensoleillée	Oui : à partir des trioses nouvellement synthétisés	Oui : à partir des trioses nouvellement synthétisés
Soir et nuit : obscurité	Oui : à partir des trioses issus de la dégradation de l'amidon	Non

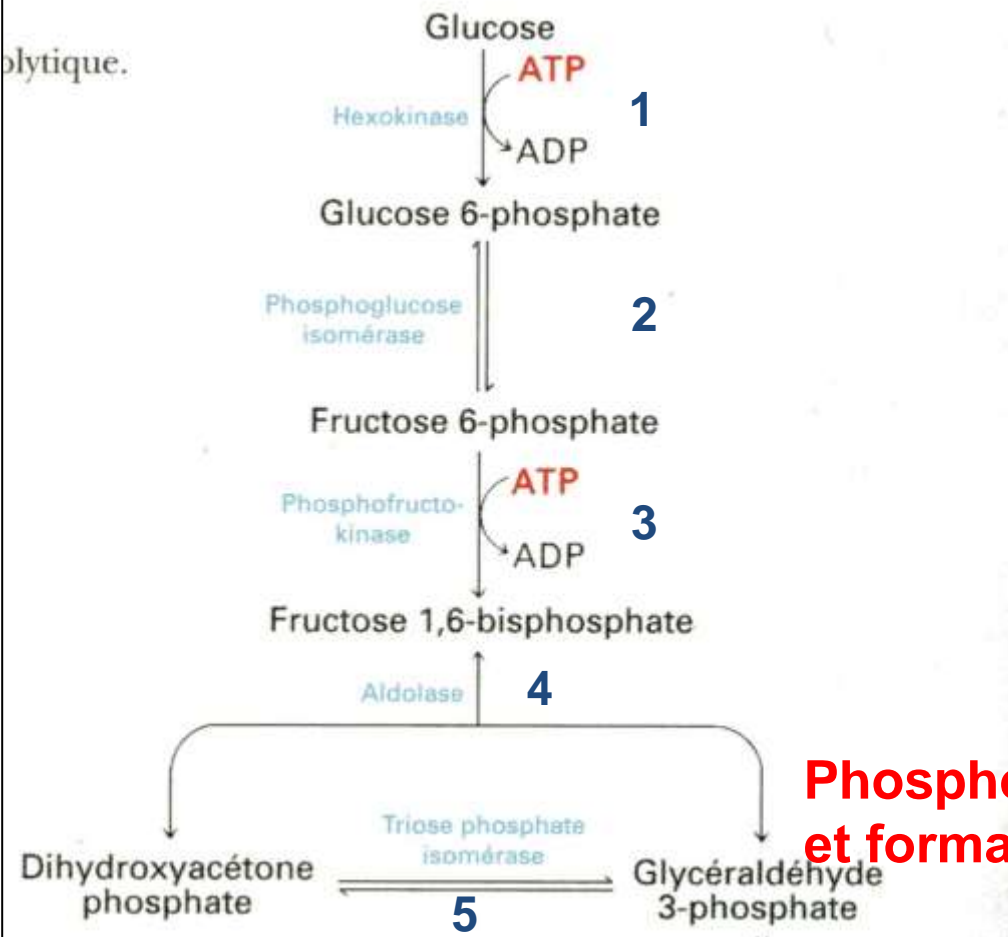
Document 9. Devenir des trioses en fonction du moment de la journée.

(PEYCRU P. et coll., « Biologie 1^{ère} année BCPST », Dunod Ed., 2007).



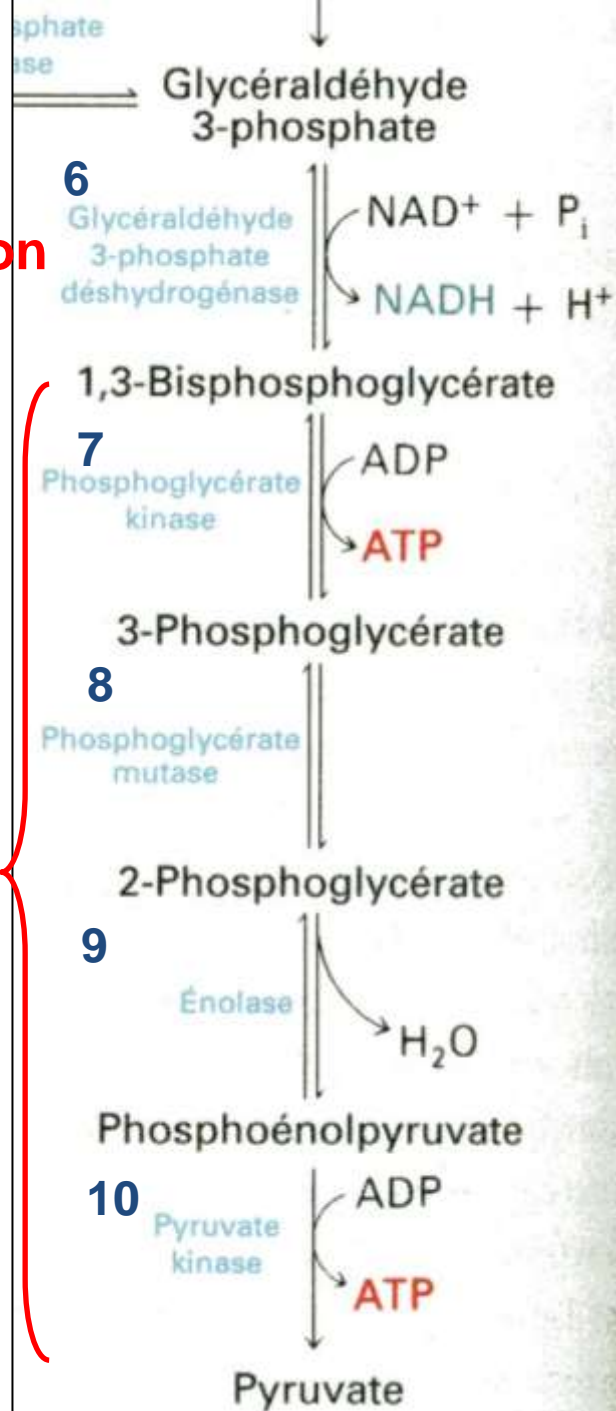
Document 10. Autotrophie au carbone (et à l'azote) d'une eubactérie nitratante.

olytique.



oxydation

Phosphorylations et formation d'ATP



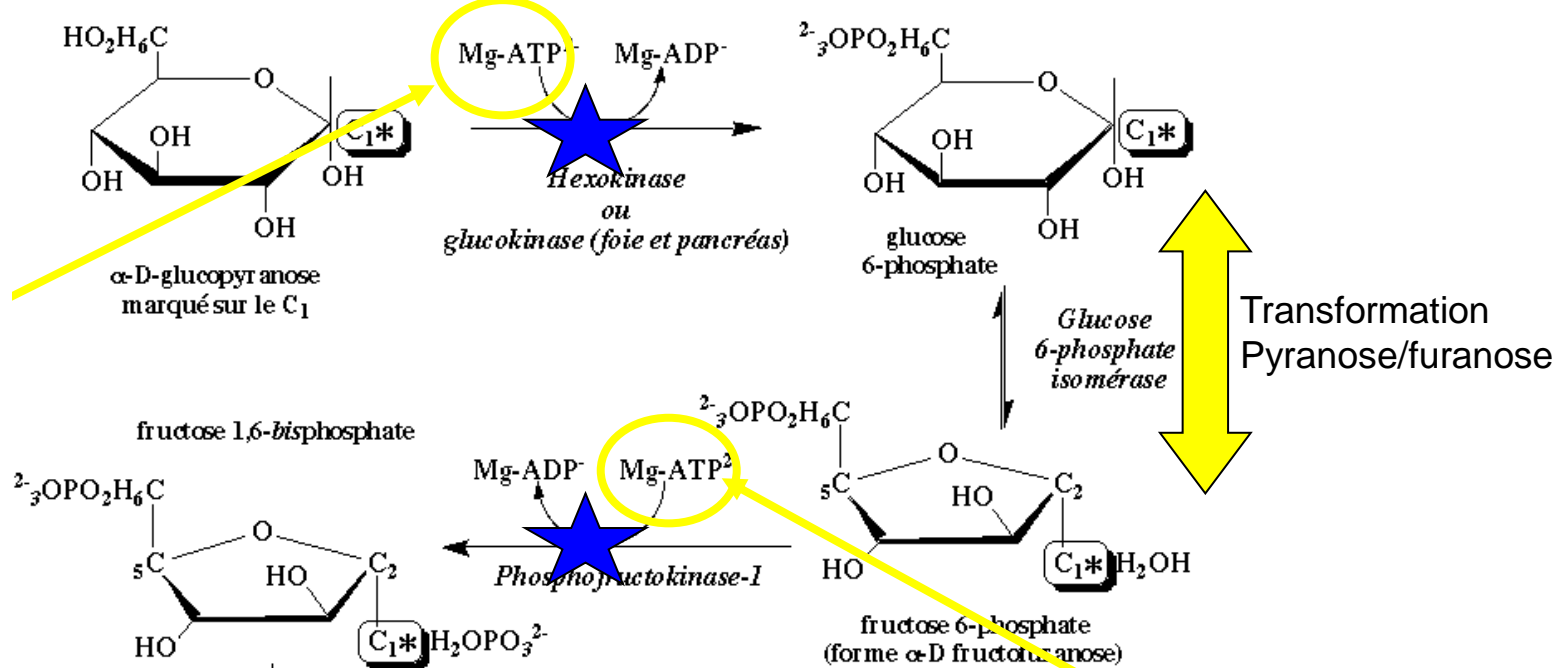
Habillage et préparation du substrat

Document 11. Les étapes de la glycolyse.

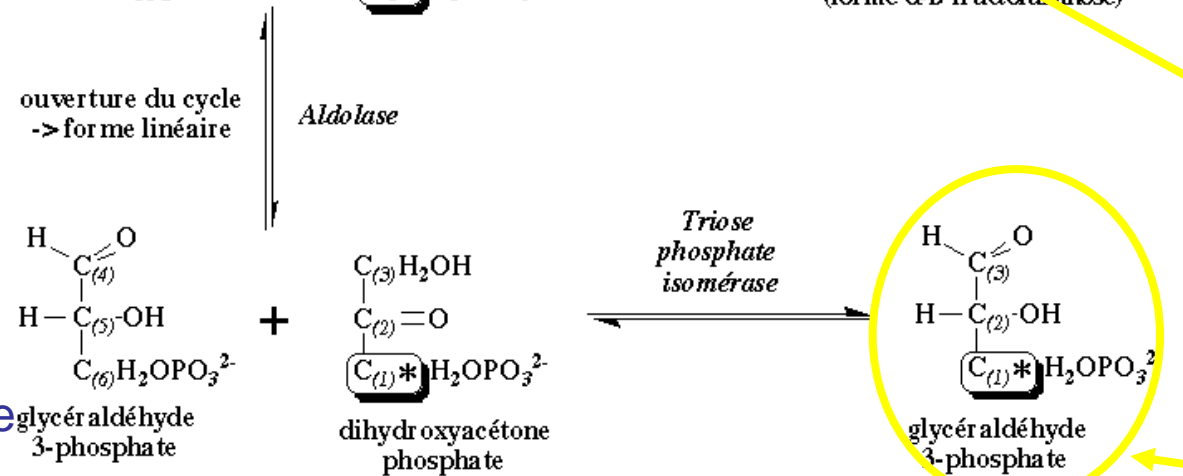
(STRYER L., " La biochimie " Flammarion Médecine – Sciences Ed. ; 1997).

Une molécule d'ATP est consommée

Exemples de Couplage chimiochimique



Une deuxième molécule d'ATP est consommée

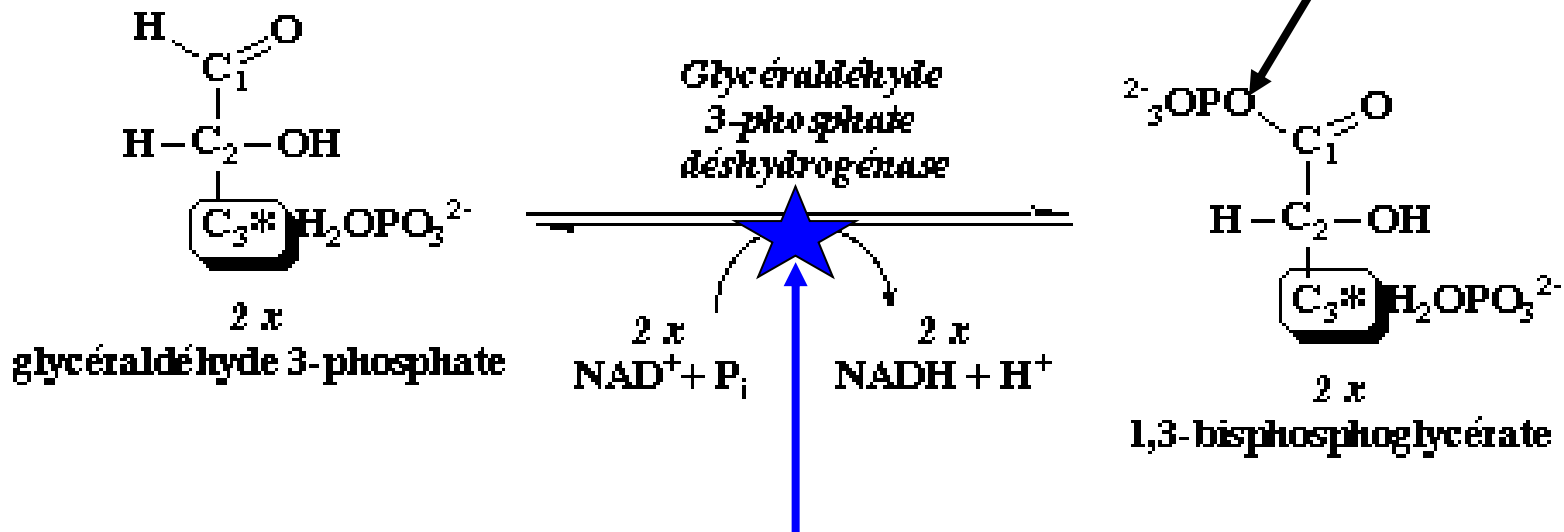


Le composé qui sera oxydé lors de la phase suivante

ATTENTION: Les chiffres entre parenthèses indiquent le numéro des carbones du fructose 1,6-bisphosphate

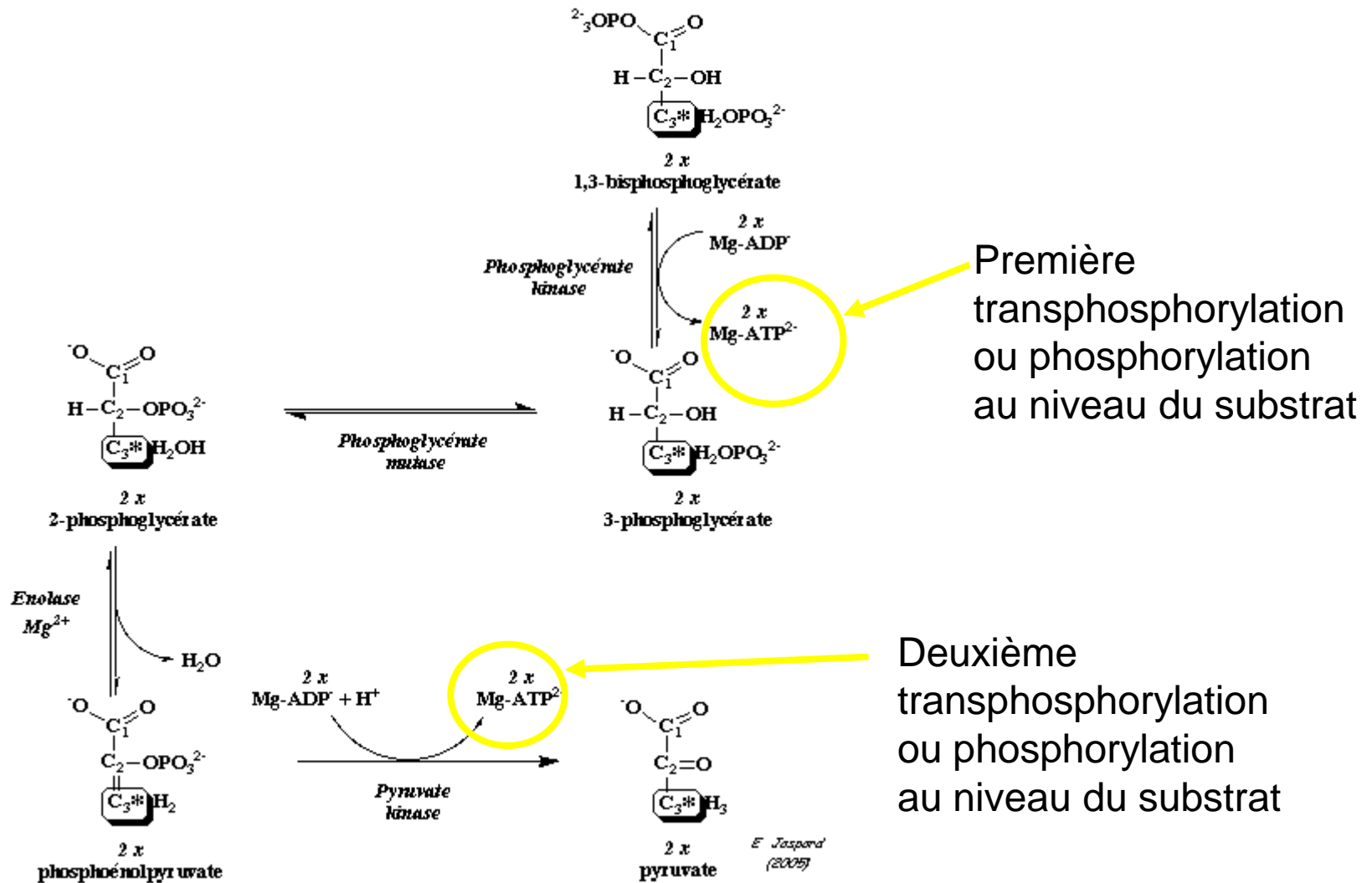
La première phase de la glycolyse

Le glycéraldéhyde est oxydé et phosphorylé



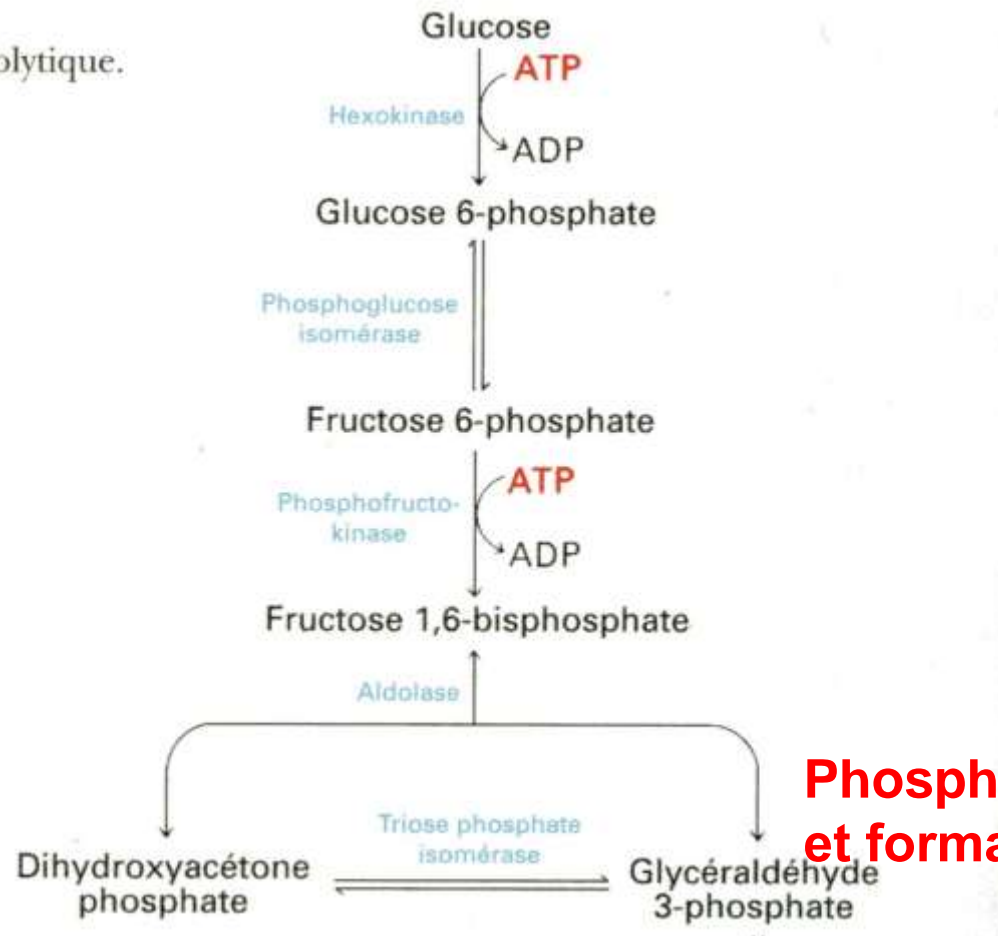
**Encore un couplage chimiochimique :
l'oxydation du glycéraldéhyde est couplée à la réduction du NAD⁺**

La deuxième phase de la glycolyse : la phase d'oxydation



La troisième phase de la glycolyse: « capitalisation » de la monnaie ATP

olytique.



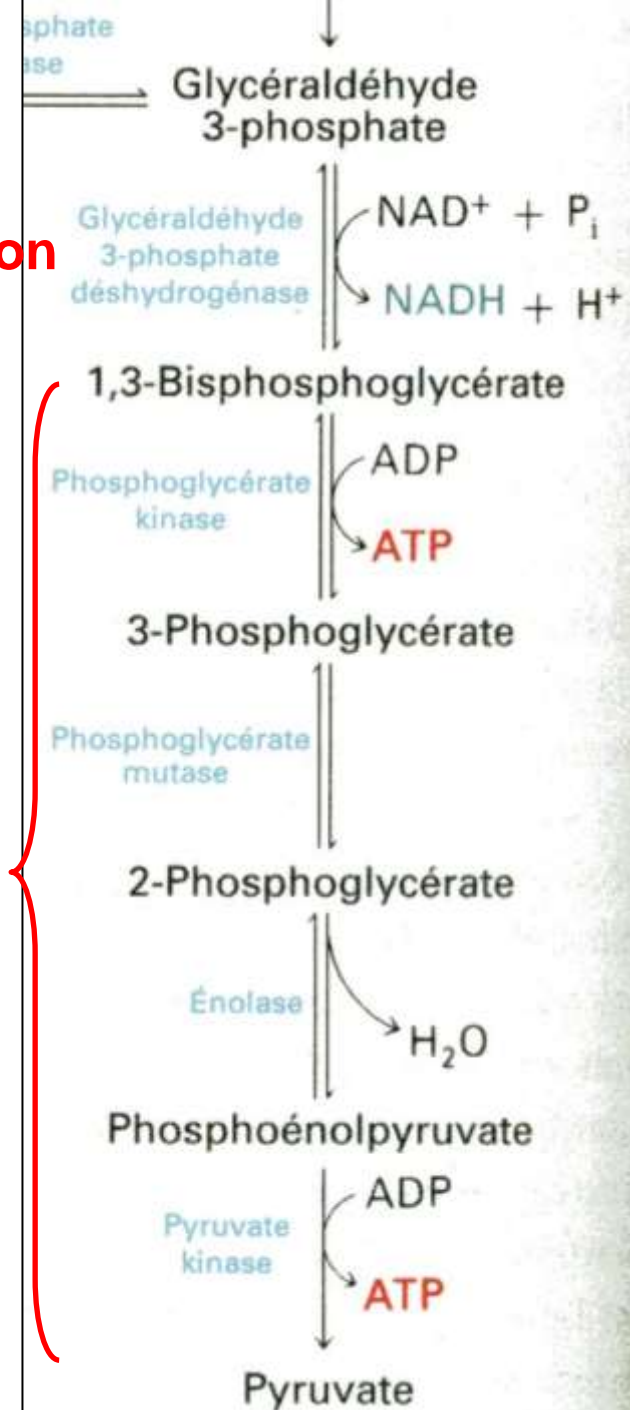
**Phosphorylations
et formation d'ATP**

Habillage et préparation du substrat

Document 11. Les étapes de la glycolyse.

(STRYER L., " La biochimie " Flammarion Médecine – Sciences Ed. ; 1997).

oxydation



Bilan de la glycolyse

pour une molécule de glucose engagée:

Première phase : deux ATP consommées

Deuxième phase : deux NADH, H⁺ formées

*Troisième phase : quatre ATP formées
deux pyruvates formés*

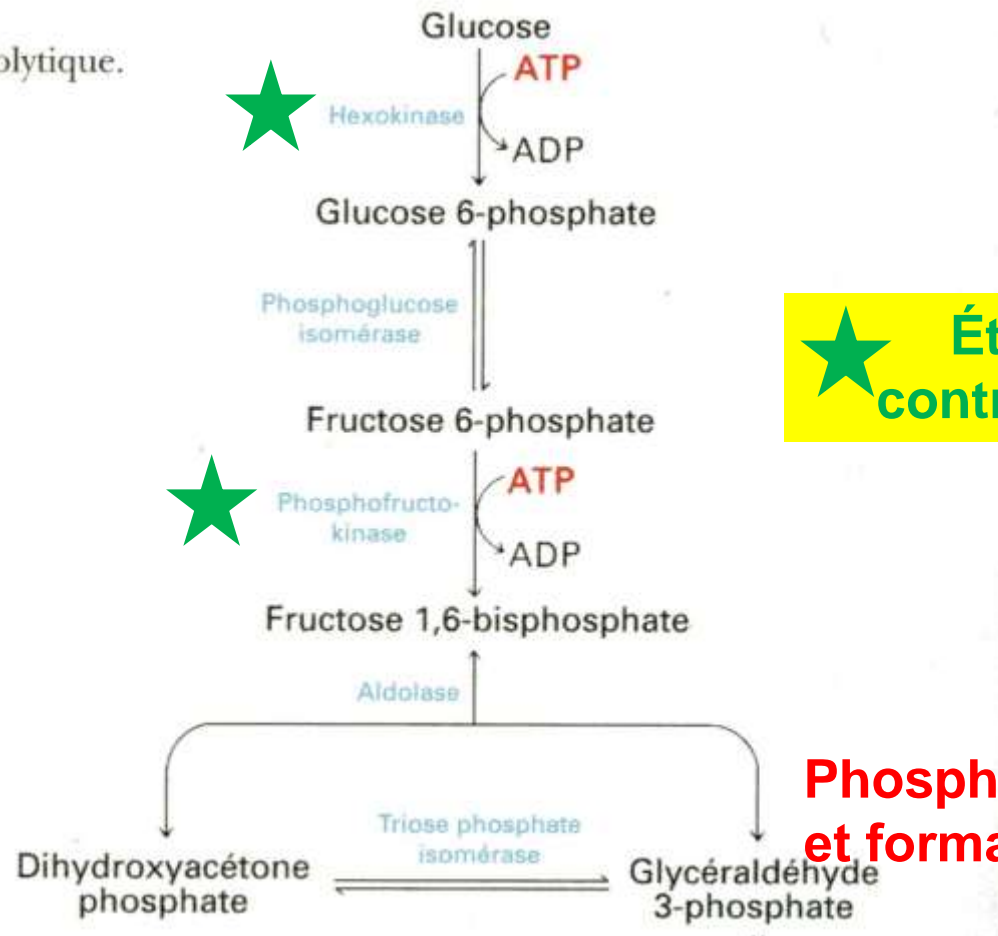


Soit un bilan net de 2 ATP, 2 NADH, H⁺

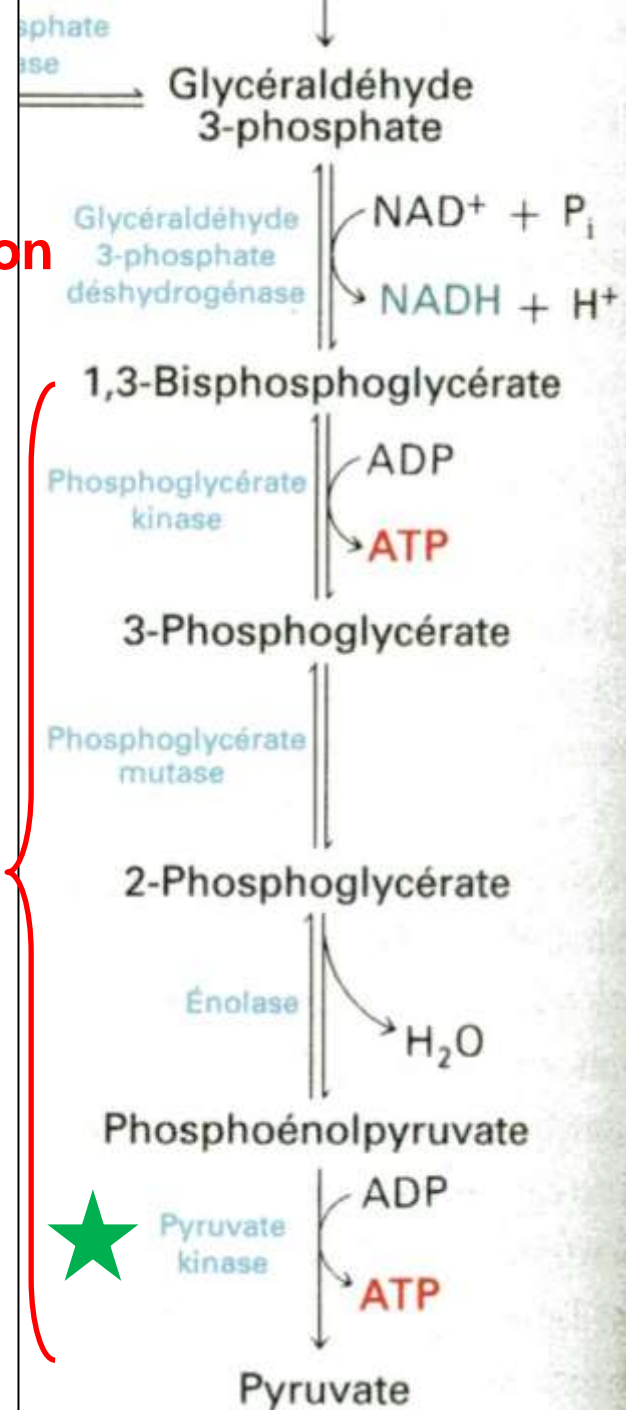
Mais

le pyruvate possède encore de l'énergie potentielle, du pouvoir réducteur!

olytique.



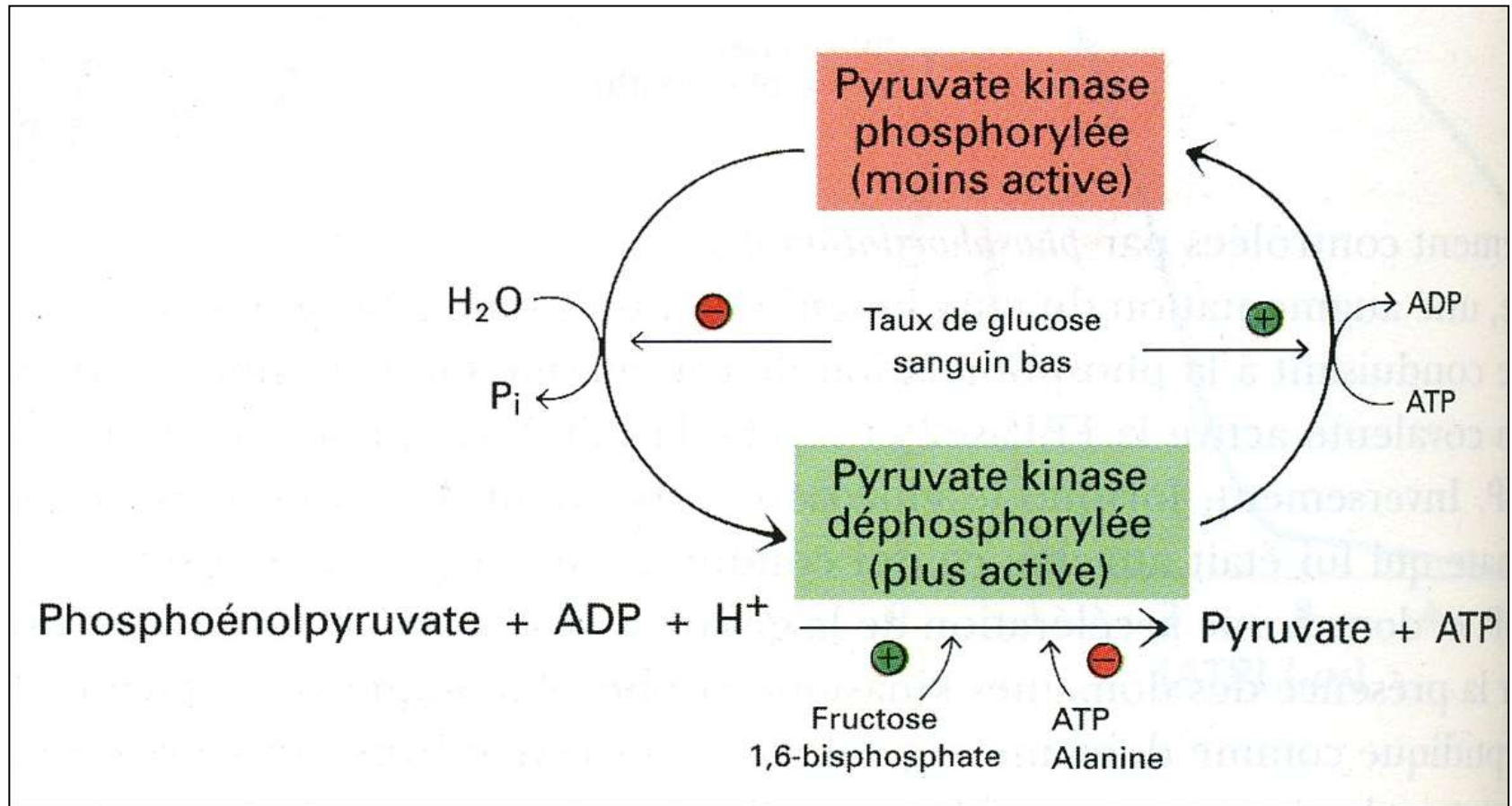
oxydation



Habillage et préparation du substrat

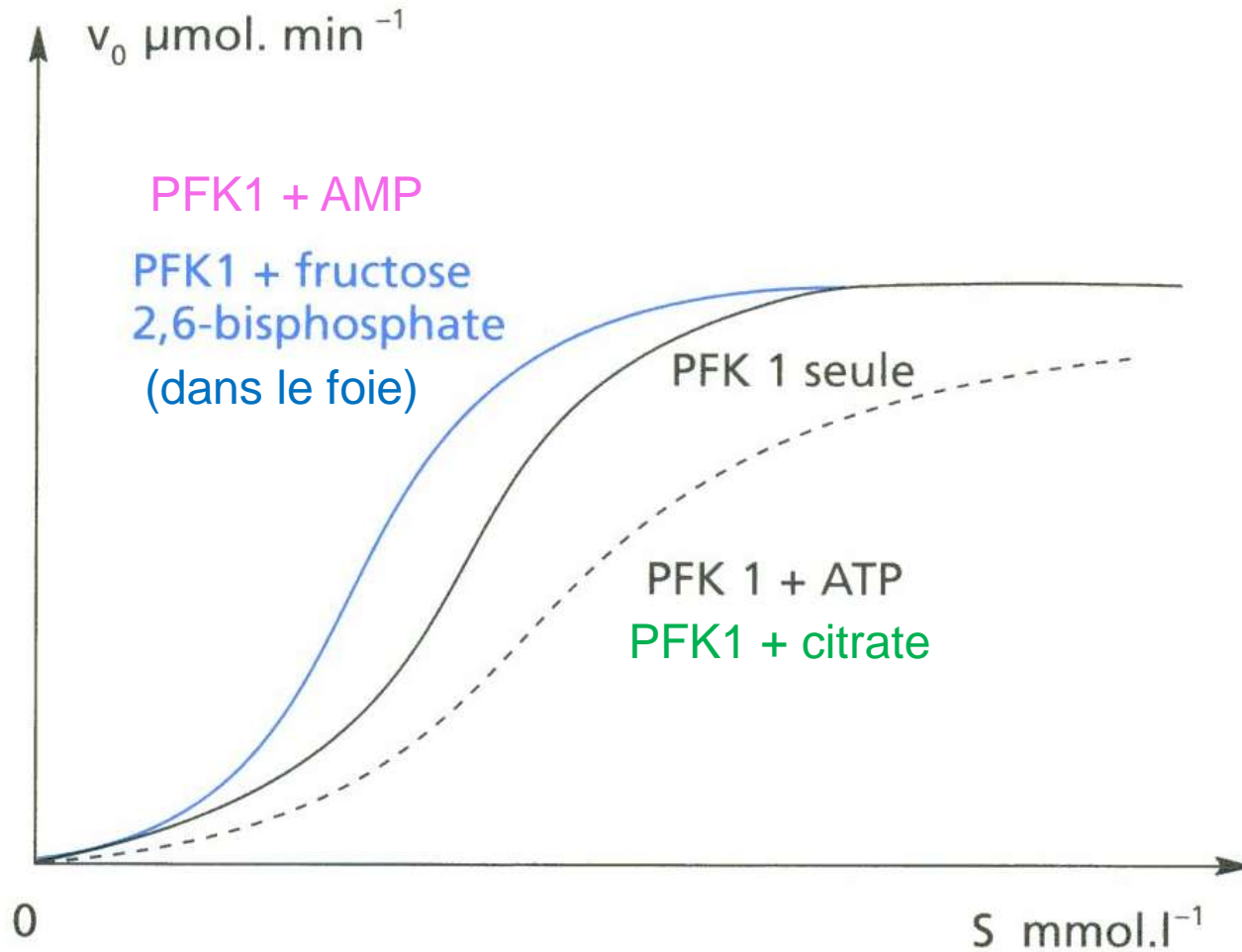
Document 11. Les étapes de la glycolyse.

(STRYER L., " La biochimie " Flammarion Médecine – Sciences Ed. ; 1997).



Document 12. Contrôle de l'activité catalytique de la pyruvate kinase du foie.

(STRYER L., « La biochimie » Flammarion Médecine – Sciences Ed. ; 1997).



Document 13. Activité de la PFK1, seule (témoin) et en présence d'effecteurs allostériques.

(PEYCRU P. et coll., " Biologie 1^{ère} année BCPST ", Dunod Ed., 2007).

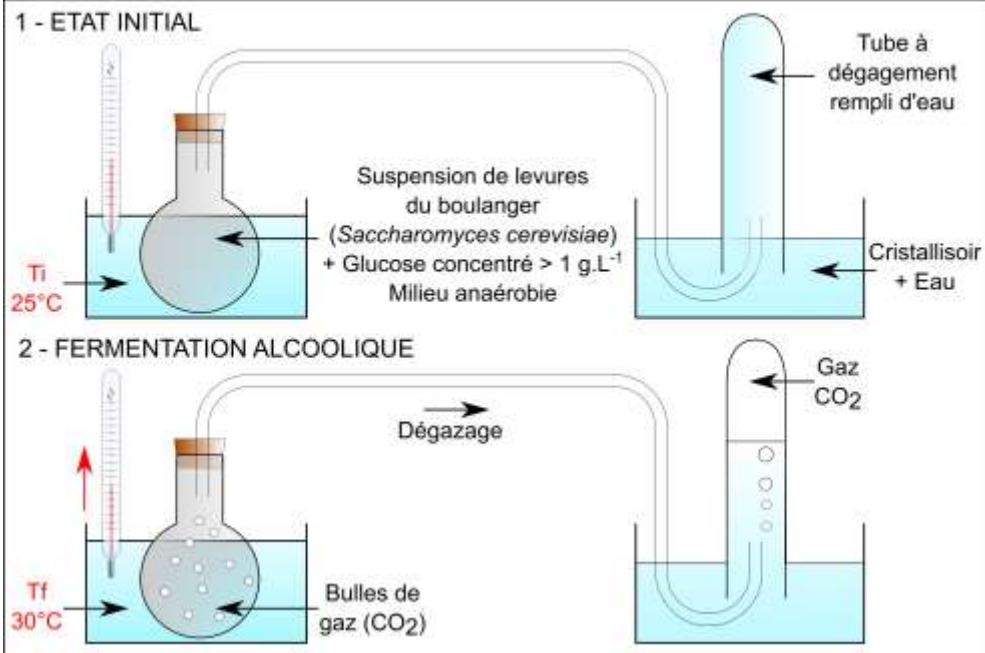
Travaux de Pasteur sur les fermentations (1857 – 1867)

Saccharomyces cerevisiae

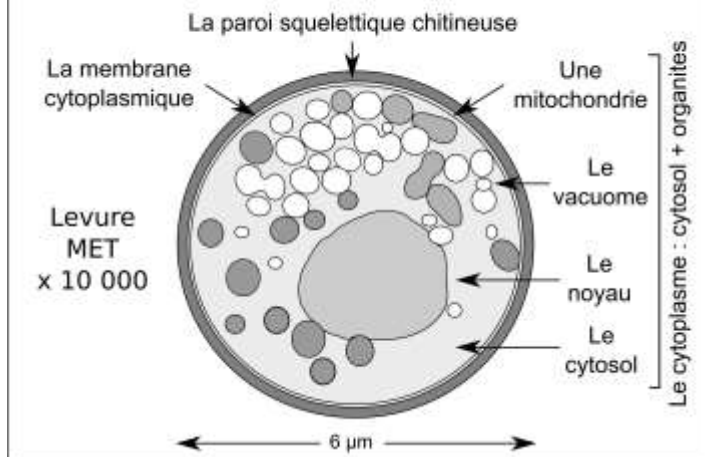


https://en.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces#/media/File:20100911_232323_Yeast_Live.jpg

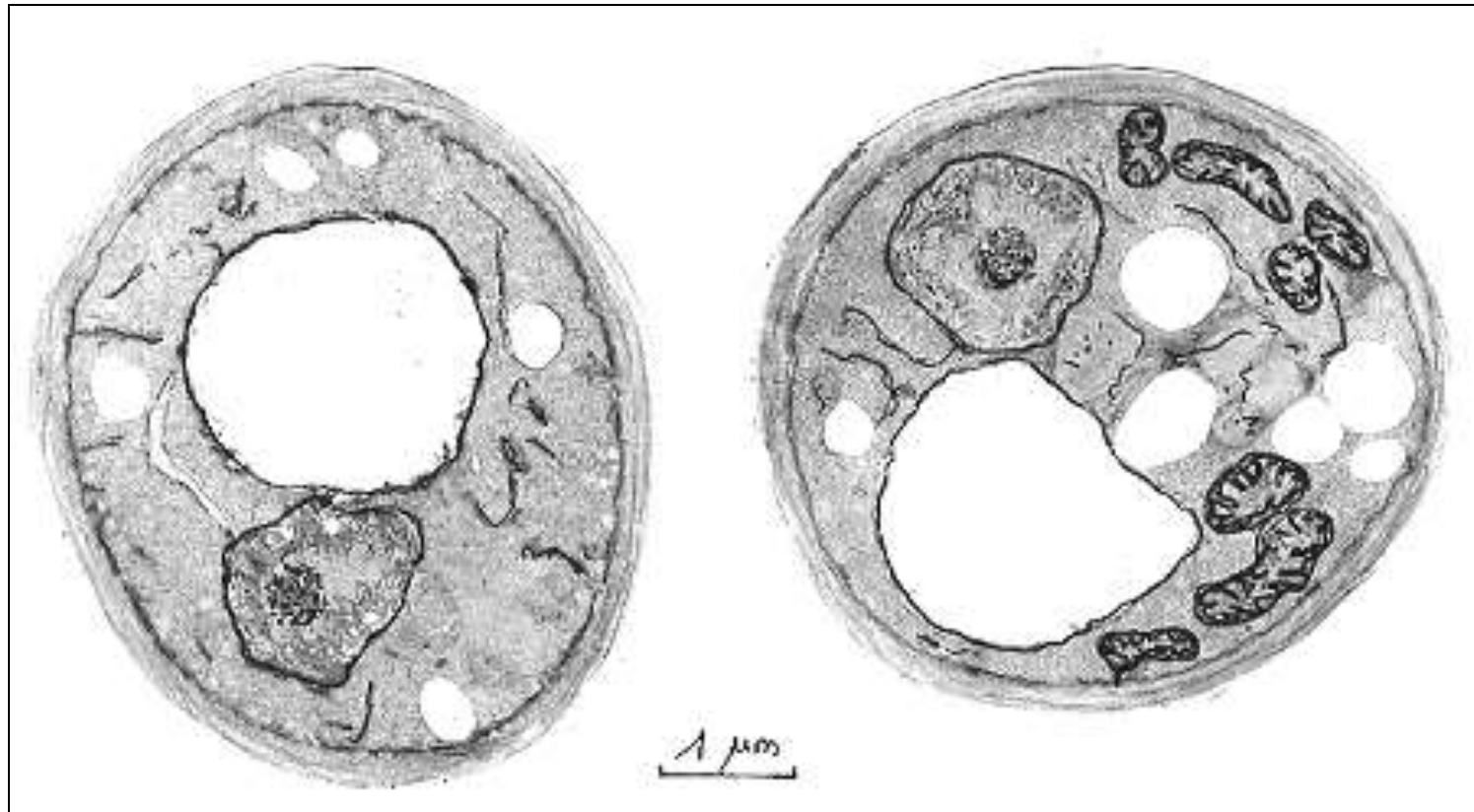
EXPERIENCE DE PASTEUR 1860



LEVURE : CHAMPIGNON UNICELLULAIRE



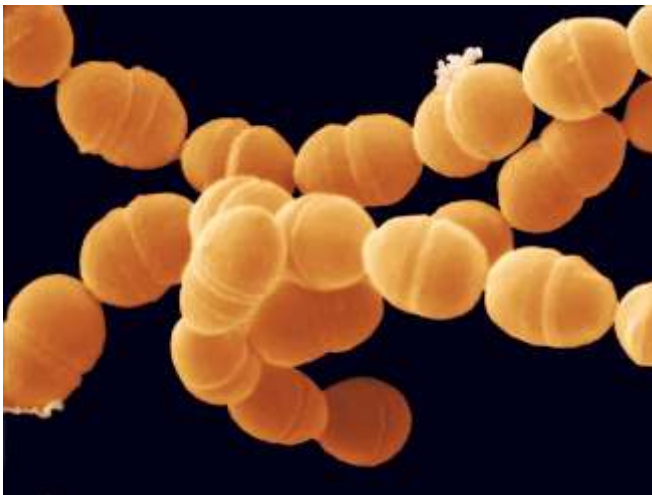
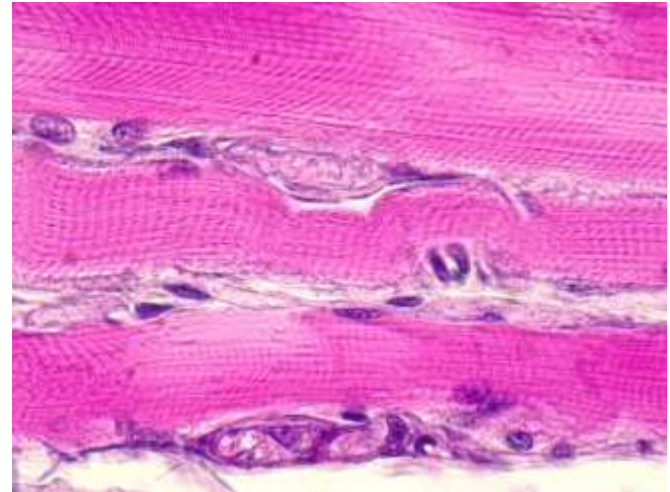
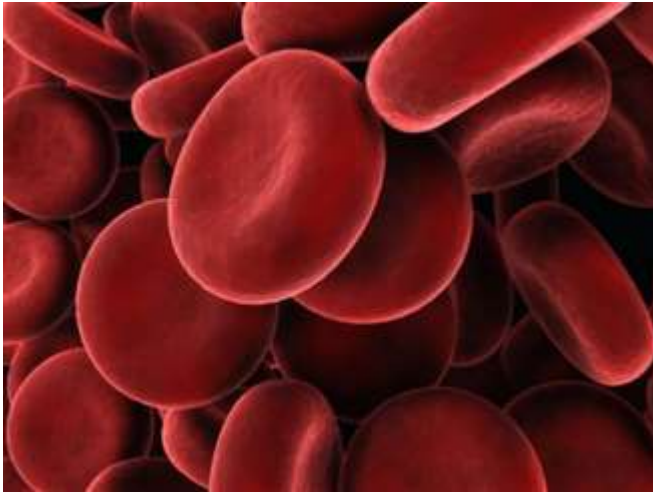
https://www.svt-lycee-elorn.ovh/respiration_fermentation.php



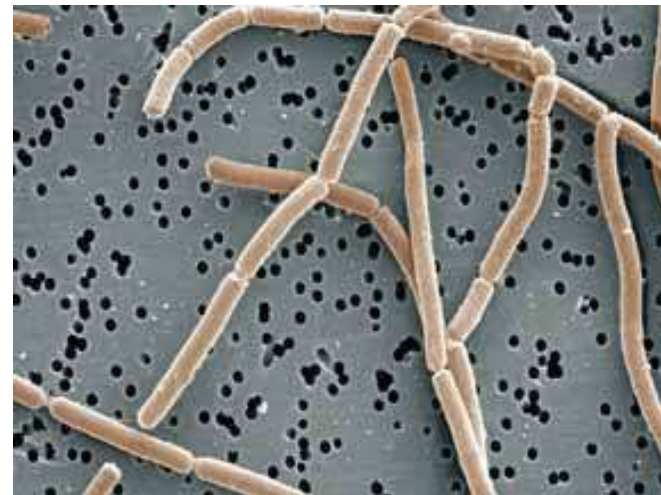
**Cellules de levures placées en anaérobiose (à gauche)
et en aérobiose (à droite). MET.**

(D'après sujet du baccalauréat Antilles-Guyane 2001).

Des cellules qui réalisent la fermentation lactique

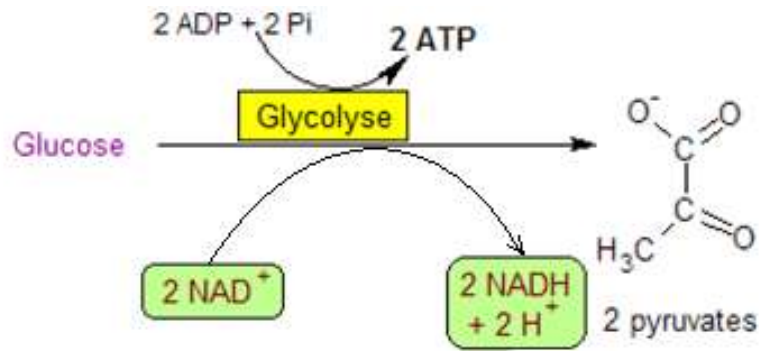


Streptococcus thermophilus

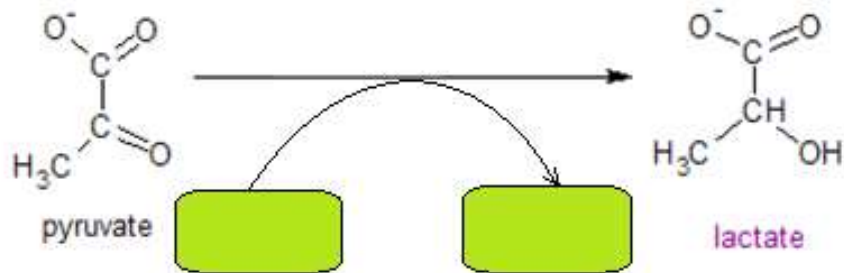


Lactobacillus bulgaricus

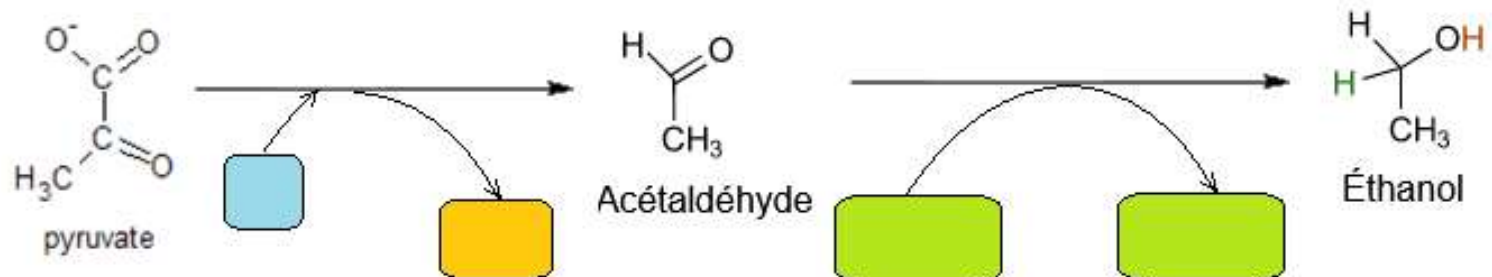
Document 14. Les fermentations lactique et alcoolique (= éthanolique).



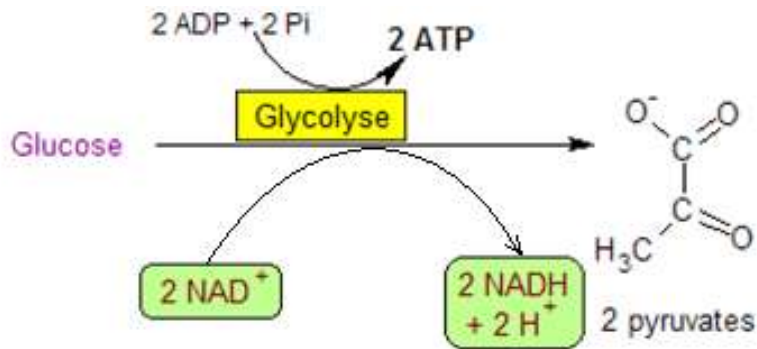
Dans les hématies, les cellules musculaires...



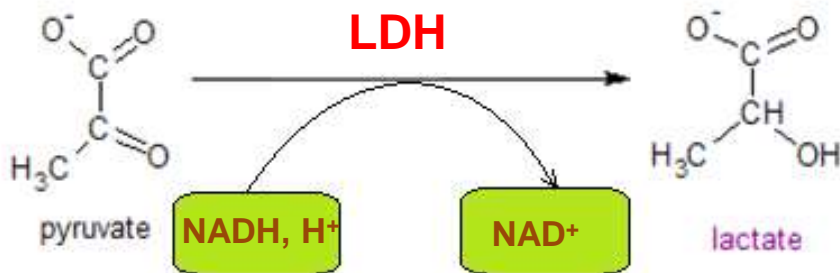
Dans les levures de bière...



Document 14. Les fermentations lactique et alcoolique (= éthanolique).



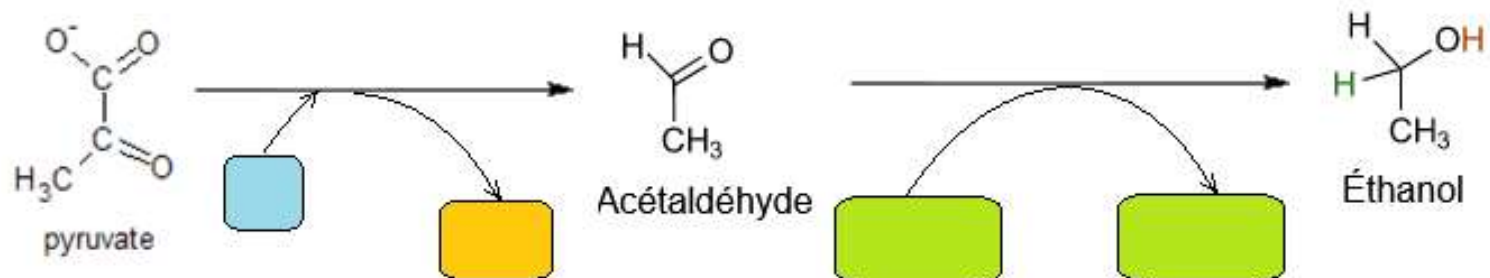
Dans les hématies, les cellules musculaires...



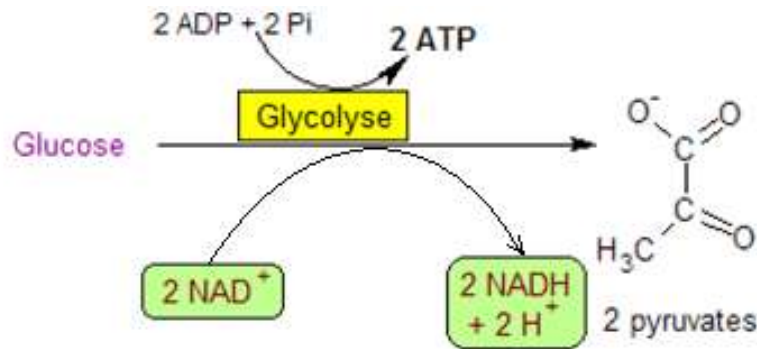
Fermentation lactique

Réduction du pyruvate en lactate
Oxydation du NADH, H⁺ en NAD⁺

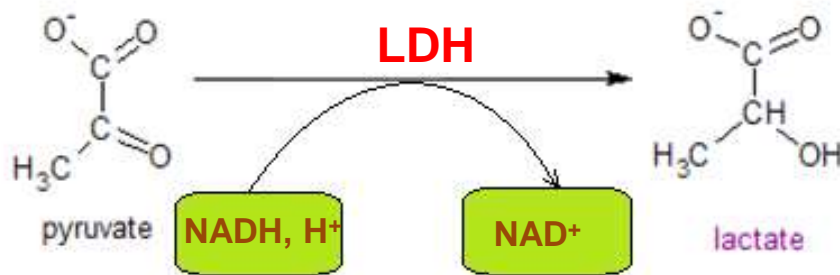
Dans les levures de bière...



Document 14. Les fermentations lactique et alcoolique (= éthanolique).



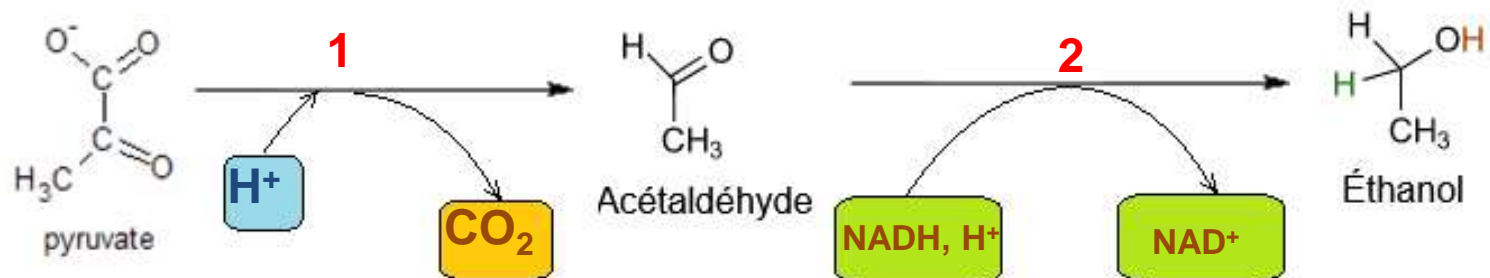
Dans les hématies, les cellules musculaires...



Fermentation lactique

Réduction du pyruvate en lactate
Oxydation du NADH, H⁺ en NAD⁺

Dans les levures de bière...

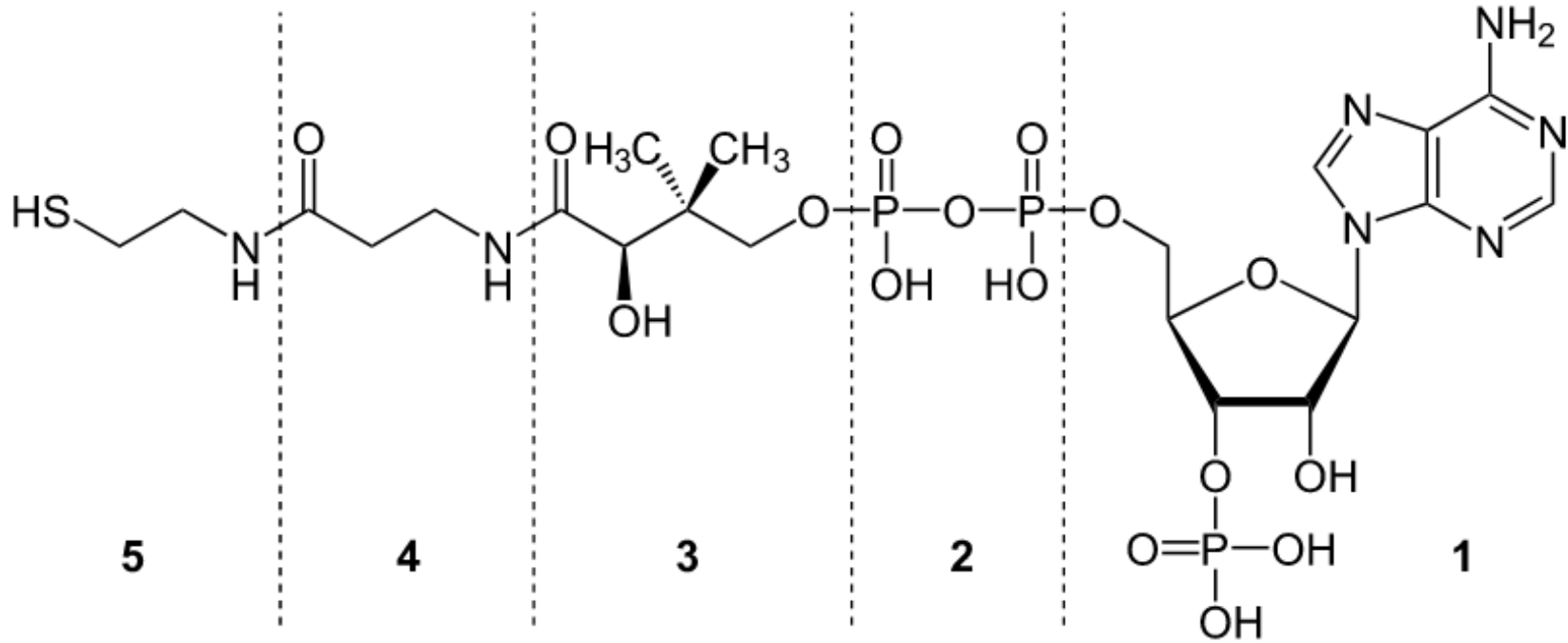


Fermentation alcoolique

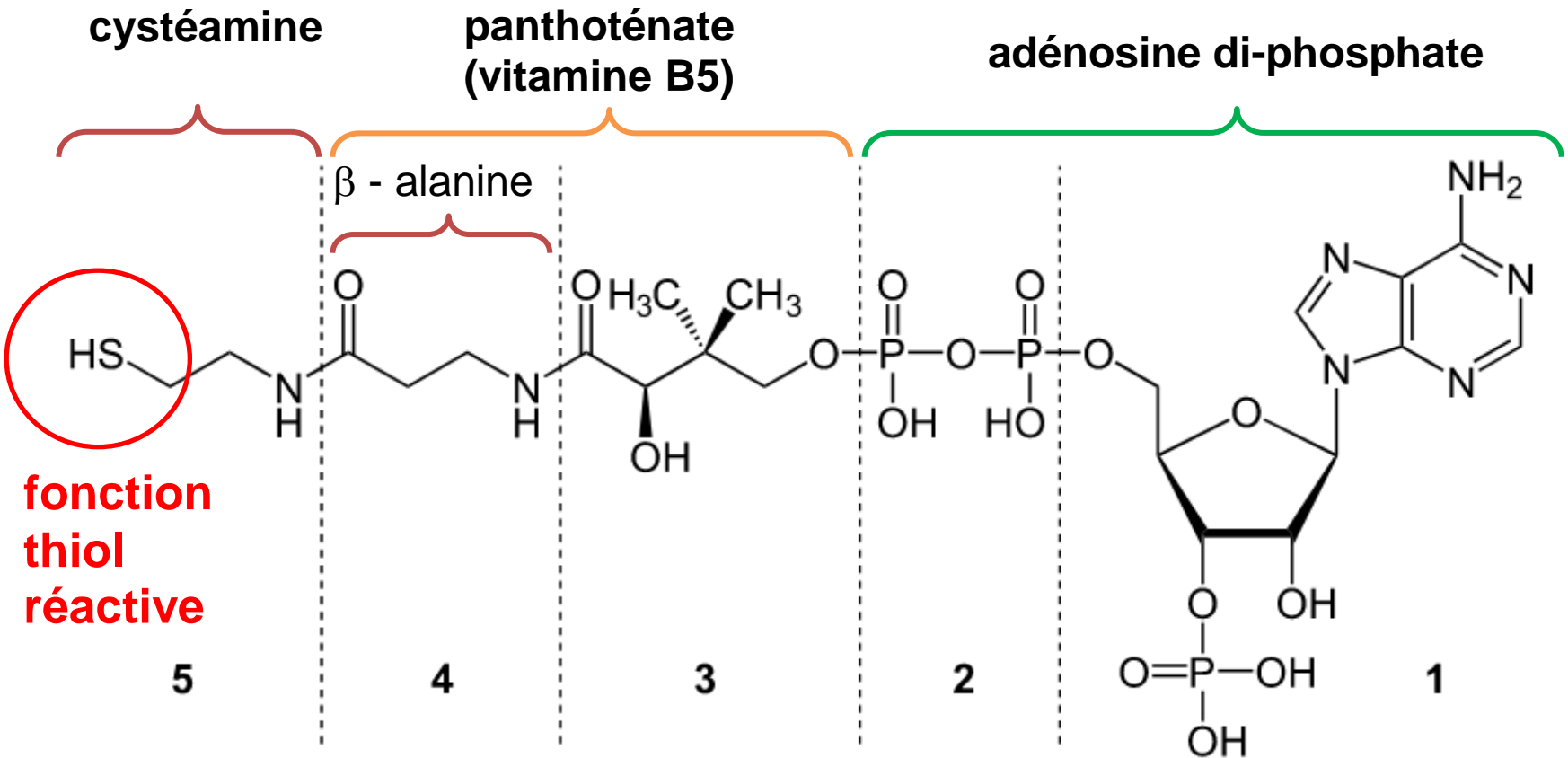
1 - Décarboxylation du pyruvate en acétaldéhyde

2 - Réduction de l'acétaldéhyde en éthanol et oxydation du NADH, H⁺ en NAD⁺

La coenzyme A, coenzyme de transfert de groupements acyle



La coenzyme A, coenzyme de transfert de groupements acyle



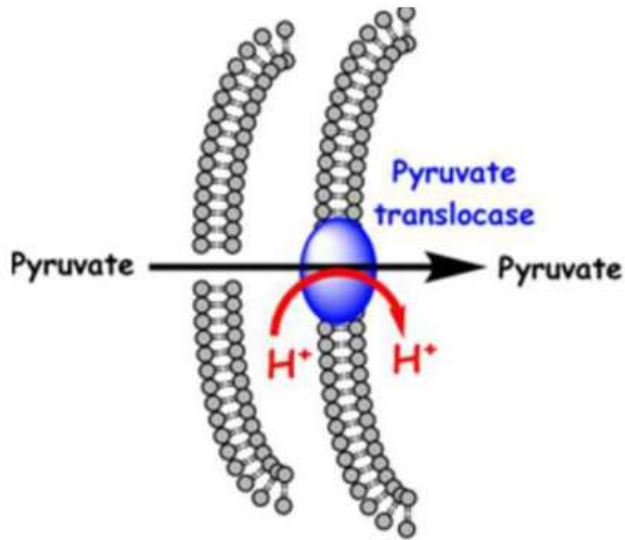
formation d'un thioester :



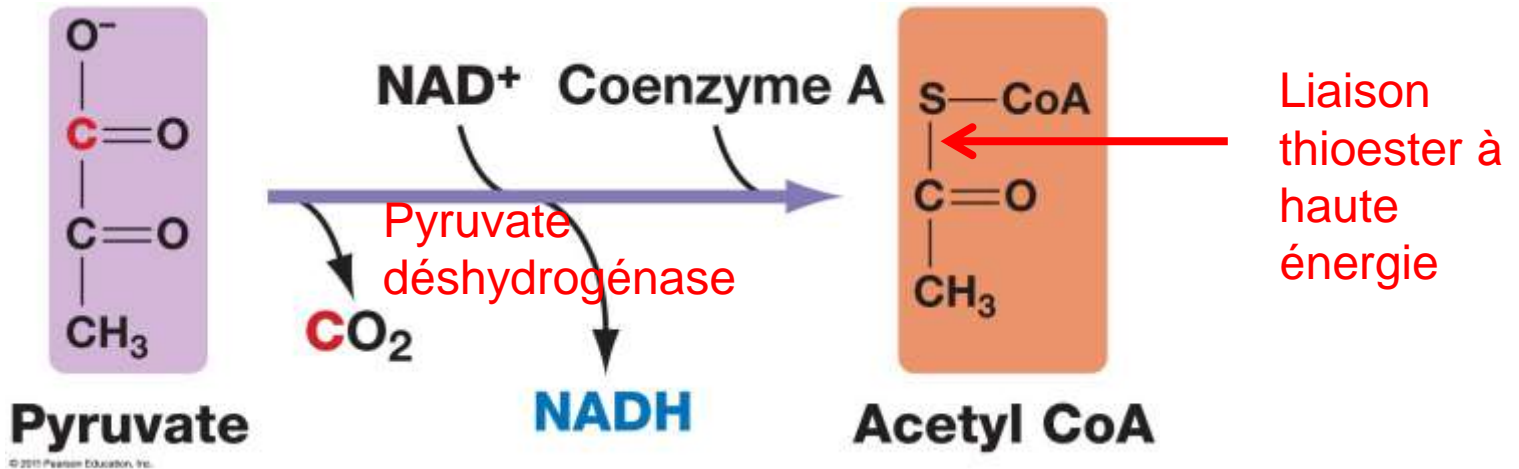
groupe acyle activé

Liaison thioester riche en énergie

Document 15. Obtention de l'acétylcoenzyme A à partir du pyruvate.



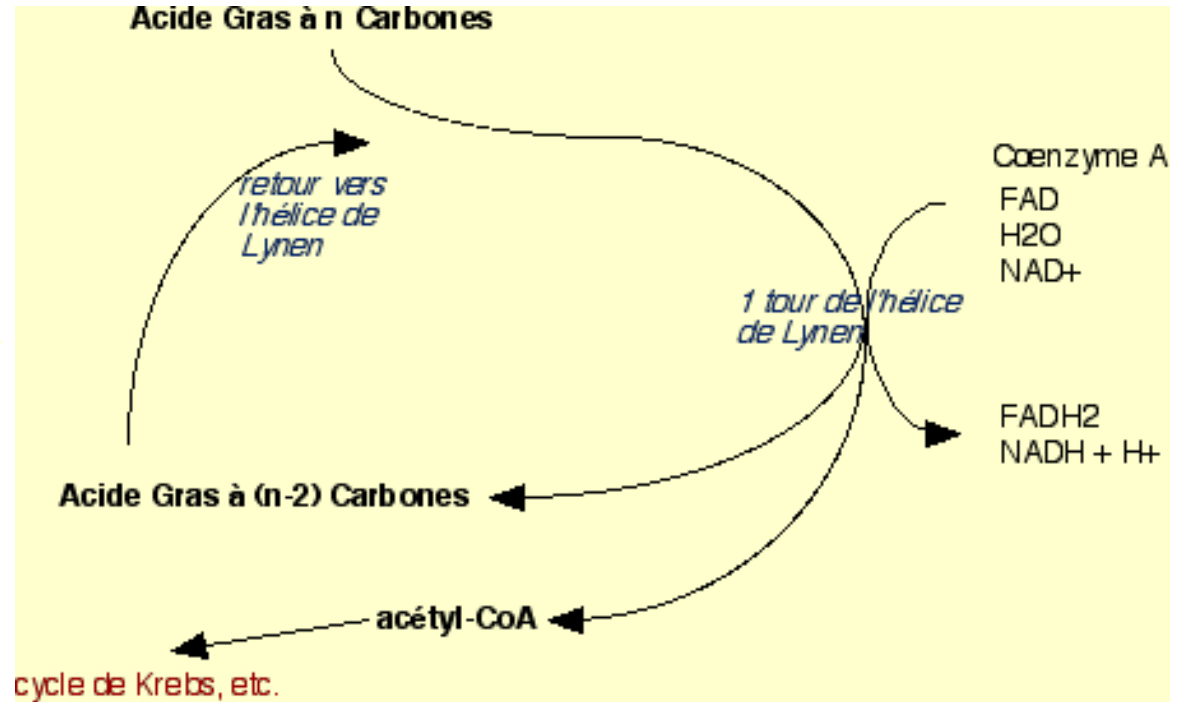
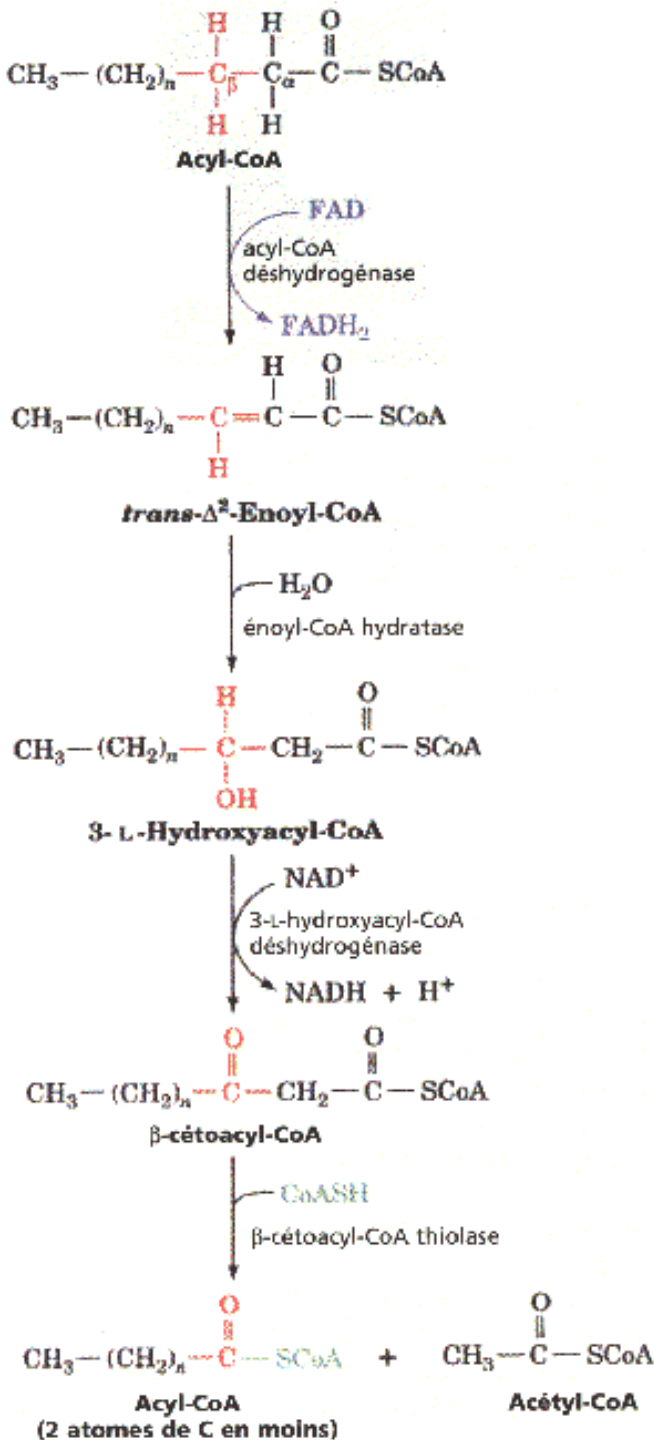
4 étapes sont nécessaires, la **pyruvate déshydrogénase** est un complexe multienzymatique



Avantage des complexes multienzymatiques:

- Une série des réactions en séquence est accélérée
- Minimisation des réactions collatérales
- Régulation coordonnée

Document 16. Hélice de Lynen



Bilan pour un tour d'hélice



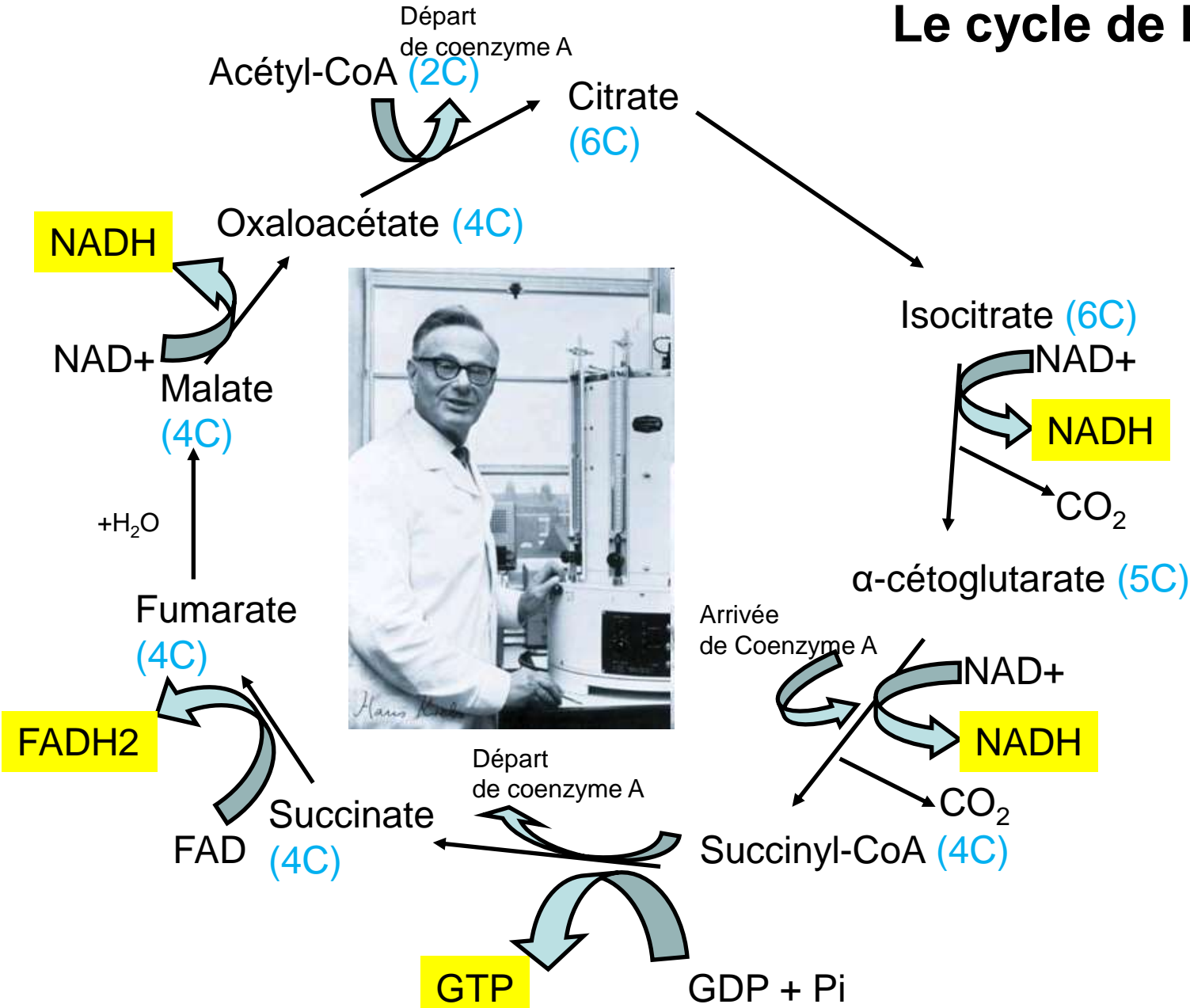
Mise en évidence d'un cycle de réactions :

On étudie l'effet de l'ajout de composés normalement présents dans la matrice mitochondriale :

- **ajout de citrate → augmentation de la respiration**
(consommation d'O₂ et production de CO₂)
- **pourtant le citrate ne disparaît pas**
- **ajout d'oxalo-acétate → formation de citrate**

Document 17.

Le cycle de Krebs



Bilan du cycle de Krebs :

Pour une molécule d'acétyl-coenzyme A :

- 2 CO₂ libérés
- 3 NADH, H⁺ produits
- 1 FADH₂ produit
- 1 GTP (eq ATP)

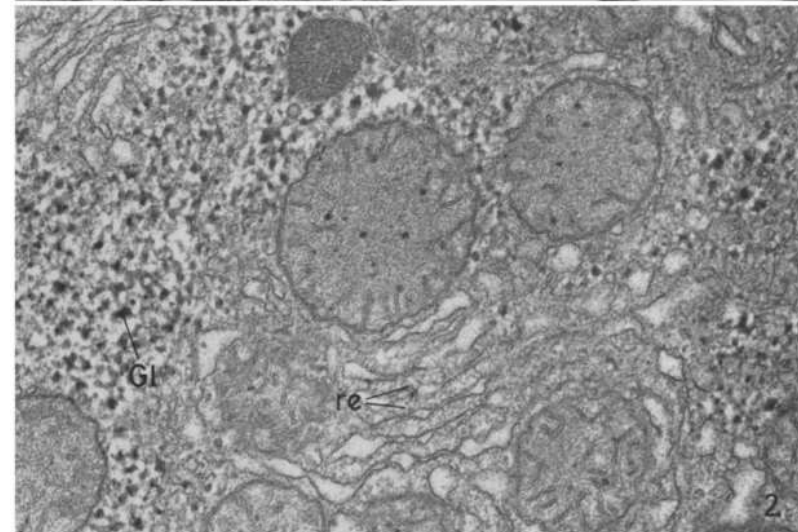
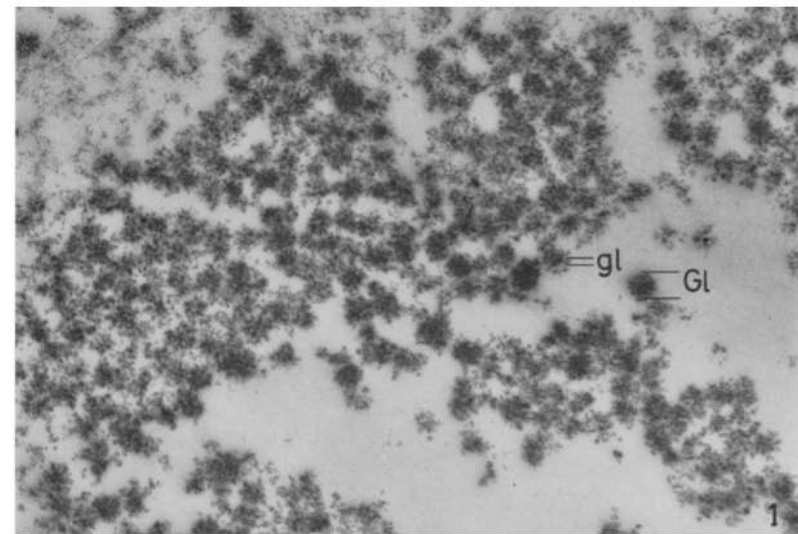
Le glycogène, polysaccharide de réserve des tissus animaux (et des champignons)



Cellules de foie de lapin

(MOx 1000, objectif à immersion ; zoom numérique x 2 ; coloration par le lugol).

<https://planet-vie.ens.fr/thematiques/observer-des-hepatocytes>



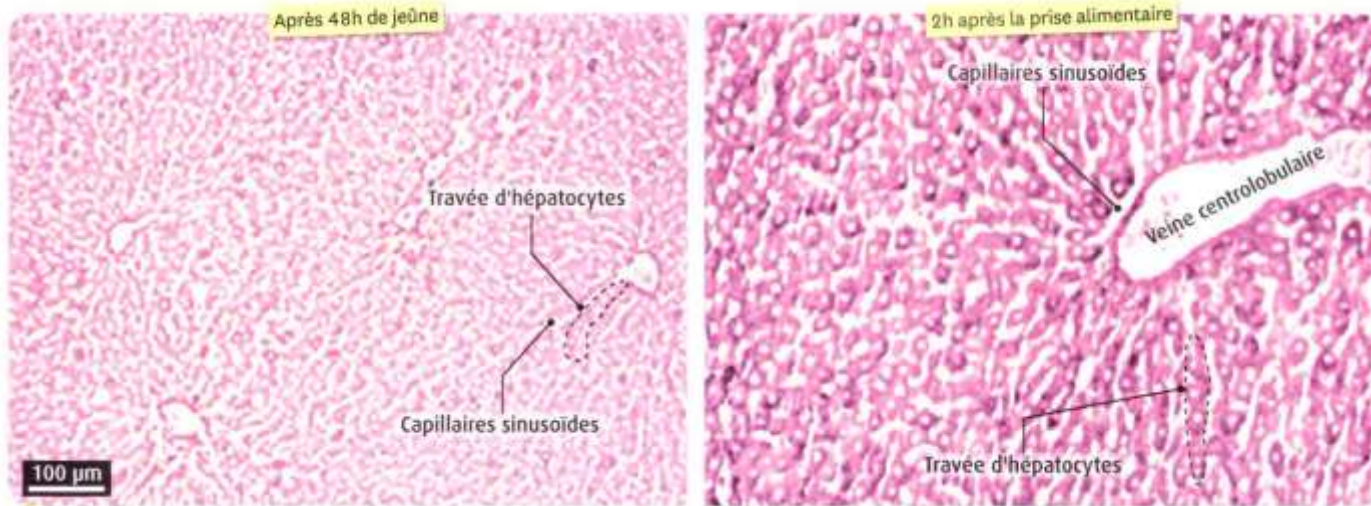
Cellules de foie de rat

(MET x 70 000)

« Mise en Évidence du Glycogène Dans la Cellule Hépatique par Microscopie Électronique » P. Drochmans
The Journal of Biophysical and Biochemical Cytology Vol. 8, No. 2 (Oct., 1960), pp. 553-558

<https://rupress.org/jcb/article-pdf/8/2/553/1075043/553.pdf>

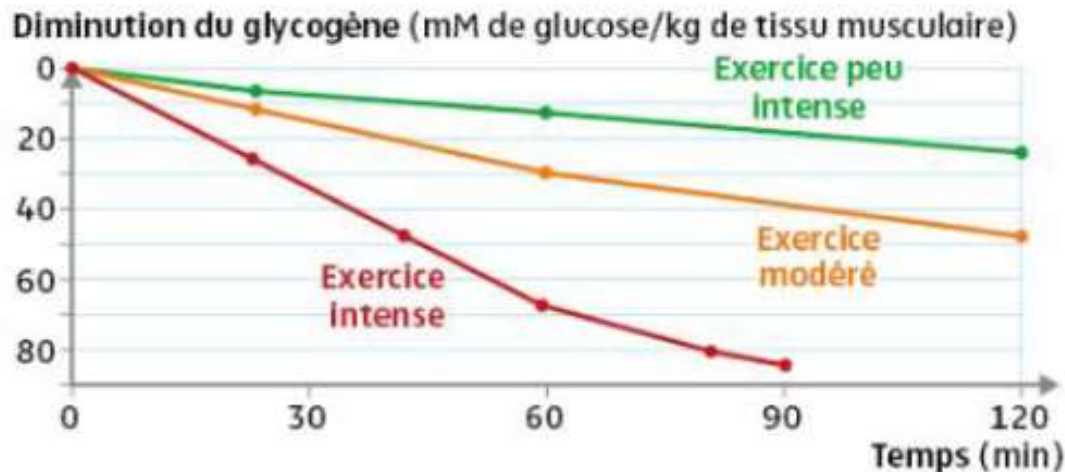
Le glycogène dans les tissus hépatique et musculaire



CT de foie de rat ayant jeûné pendant 48 h (à gauche) et deux heures après la prise alimentaire (à droite) observées en MO.

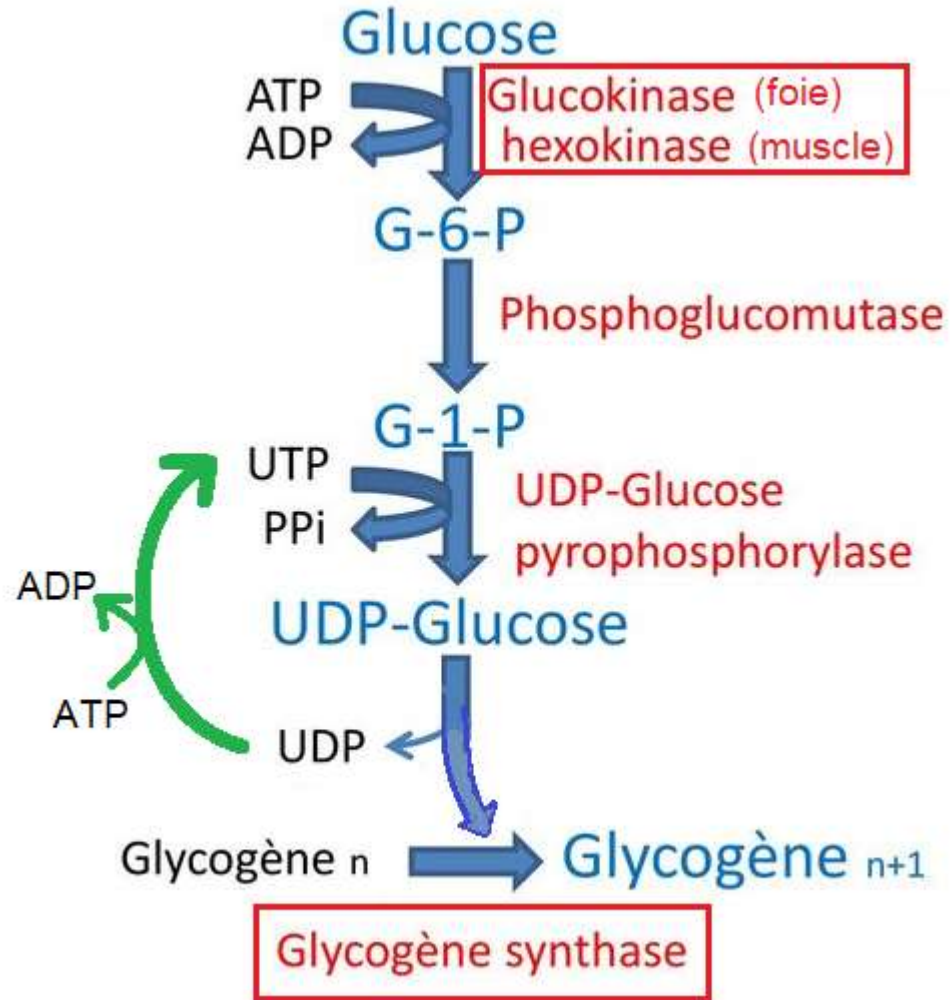
Le glycogène est mis en évidence par une coloration rose.

Manuel de spécialité SVT terminale S, Belin Ed.



Teneur en glycogène de cellules musculaires lors d'efforts physiques d'intensité variable.

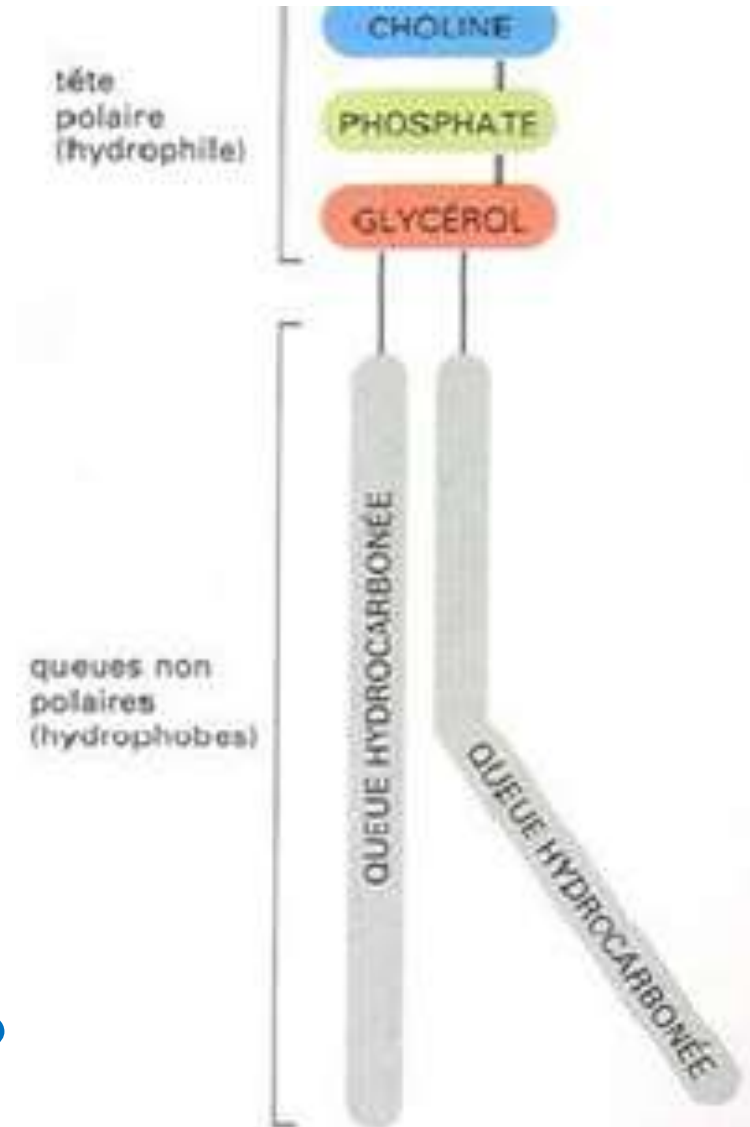
Document 18. Les étapes de la glycogénogenèse.



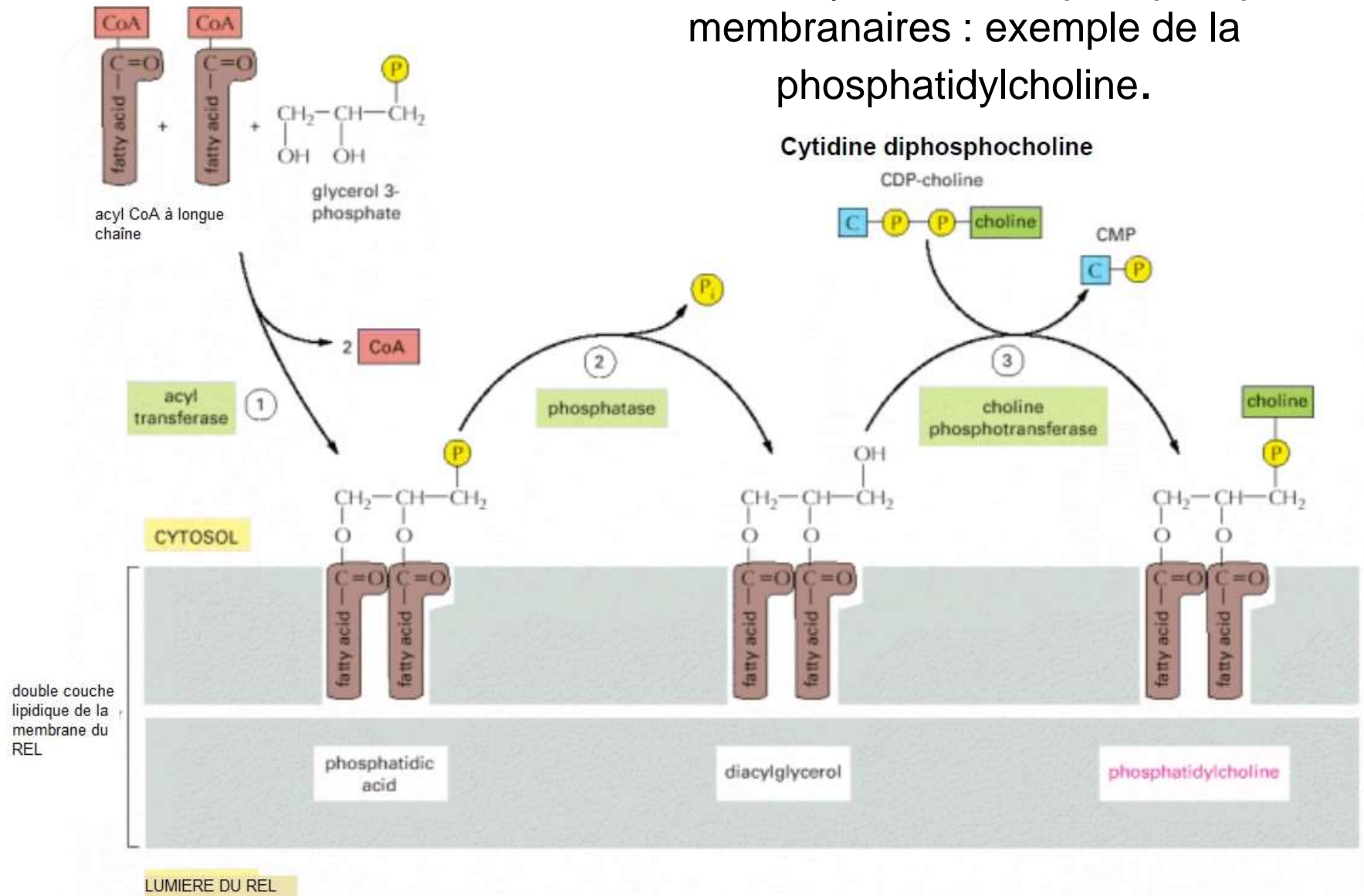
Biosynthèses de molécules à rôle structural : Ex. des glycérophospholipides membranaires

Localisation :
face cytosolique de la membrane
du REL

Origine des précurseurs ?



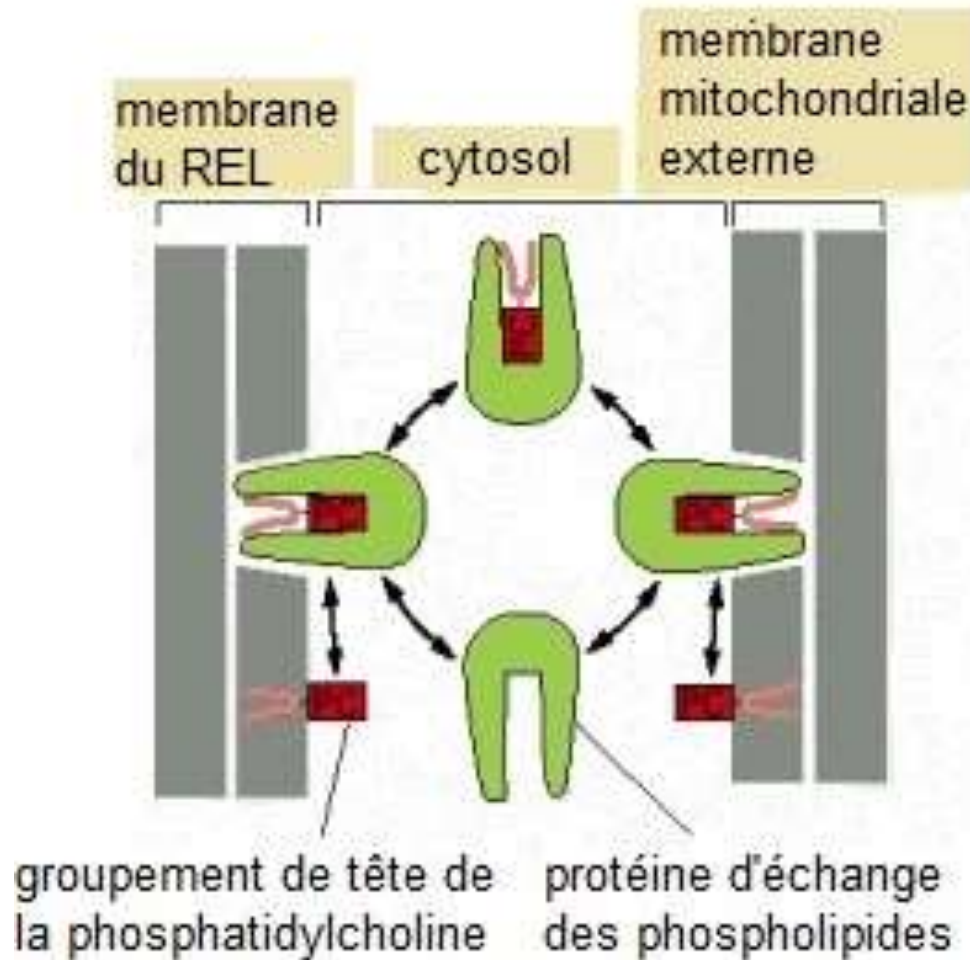
Document 19. Synthèse des phospholipides membranaires : exemple de la phosphatidylcholine.



➡ La phosphatidylcholine = le principal phospholipide des cellules animales

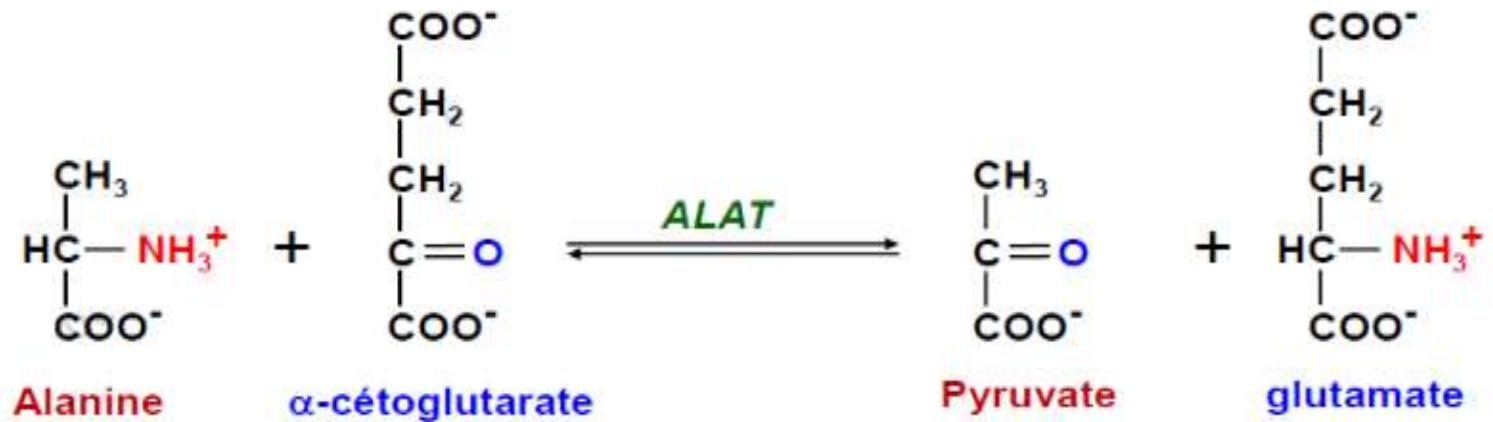
➡ Toutes les enzymes intervenant dans la synthèse sont dans la membrane du REL, leur site actif tourné vers le cytosol

Transport de phospholipides membranaires par des protéines d'échange des phospholipides



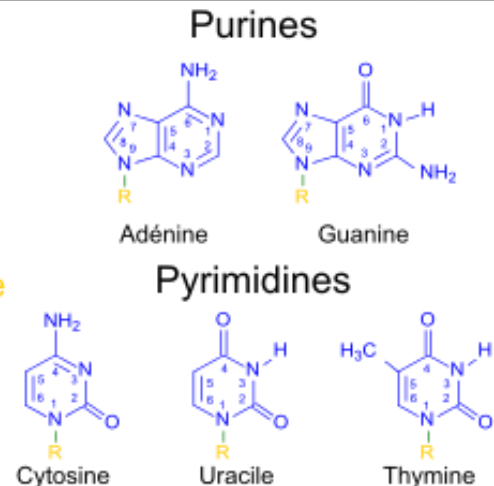
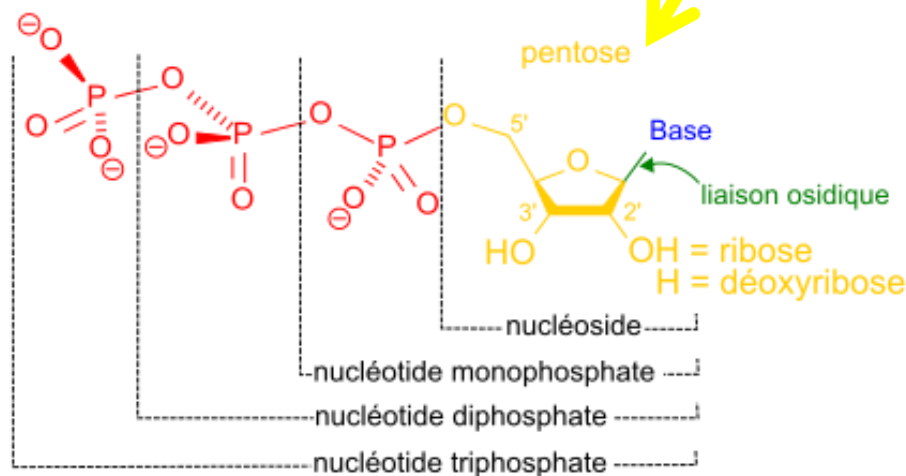
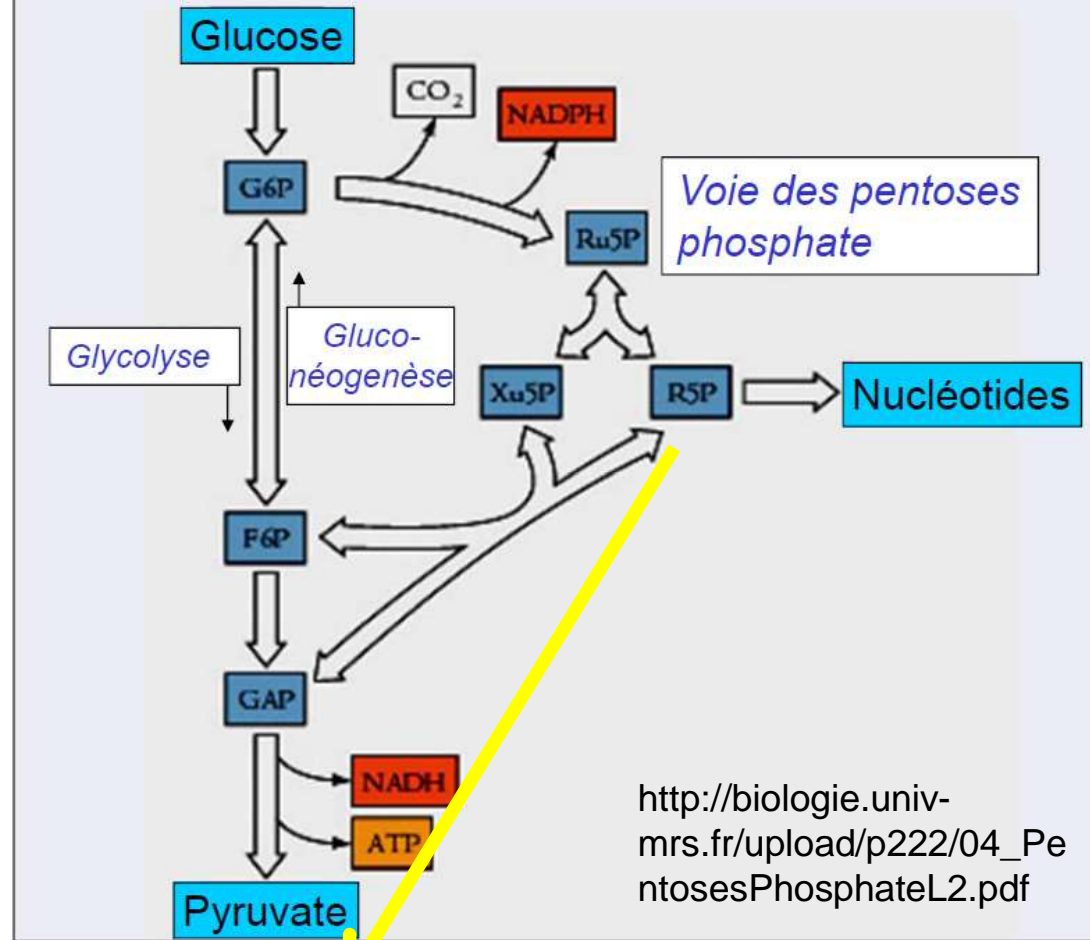
→ Pour les mitochondries ou les peroxysomes

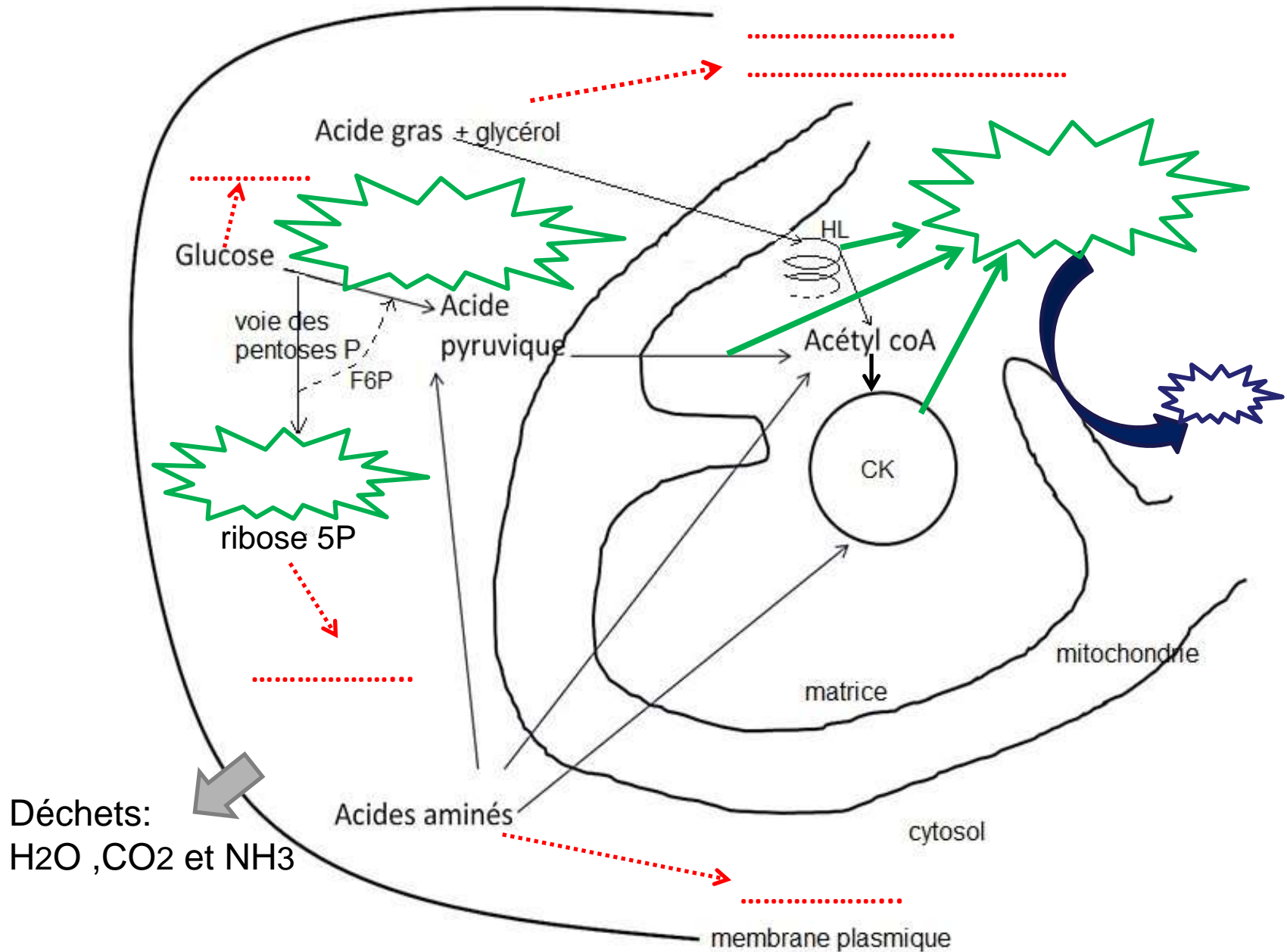
Document 20. La synthèse d'alanine à partir du pyruvate.



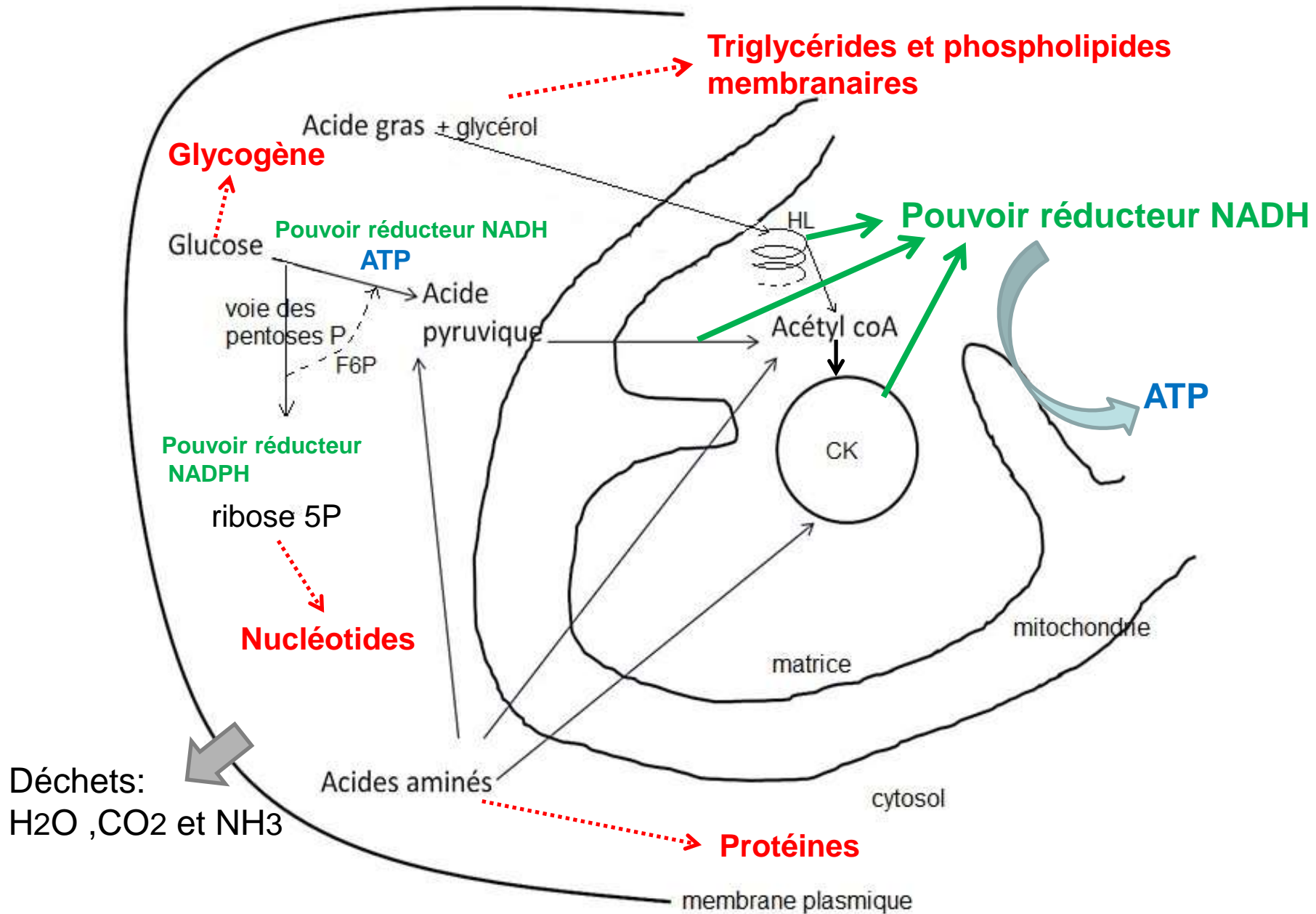
ALAT : ALanine AminoTransférerase

La voie des pentoses phosphates : à l'origine du pentose des nucléotides





Panorama simplifié des transformations subies par les molécules organiques dans le cas du métabolisme d'une cellule animale



Panorama simplifié des transformations subies par les molécules organiques dans le cas du métabolisme d'une cellule animale