

TP n° 17 : La phase chimique de la photosynthèse
--

La photosynthèse permet de produire des molécules organiques, notamment des glucides, en utilisant le CO₂ comme source de carbone.

- Objectif de connaissance :
 - On cherche à comprendre comment la matière organique est synthétisée.
- Objectif méthodologique :
 - Adopter une démarche explicative.
- Travail à réaliser :
 - Partie 1 : La synthèse de matière organique au cours de la phase chimique
 - A partir de l'exploitation des résultats expérimentaux, montrez comment le CO₂ est incorporé dans les molécules organiques.
 - Partie 2 : La photosynthèse : un couplage entre deux phases
 - Exploitez les résultats des expériences afin de montrer qu'il existe un couplage entre la phase photochimique et la phase non photochimique.

Productions attendues	Critères de réussites
Paragraphe argumentée.	Observation et interprétation des documents afin de répondre au problème.
Paragraphe argumentée.	Observation et interprétation des documents afin de répondre au problème.

Document 1 : Les expériences de Calvin, Benson et Bassham

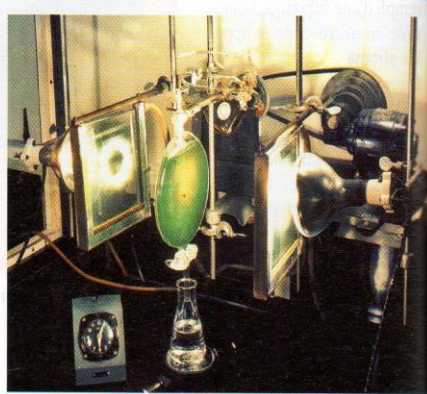
Entre 1950 et 1960, trois chercheurs, Calvin, Benson et Bassham réalisèrent une série d'expériences qui leur permirent d'élucider les étapes chimiques qui conduisent du CO₂ aux premières molécules organiques.

■ PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

- Des chlorelles (algues unicellulaires) en suspension sont cultivées dans un récipient plat et transparent (en forme de « sucette »). De façon à favoriser la photosynthèse, le milieu est enrichi en CO₂ et le flacon est placé entre deux éclairages puissants.

- À un moment précis, on injecte dans le milieu du dioxyde de carbone radioactif (¹⁴CO₂). Ceci permettra de suivre « à la trace » le devenir du carbone car les molécules contenant du ¹⁴C sont susceptibles de noircir du papier photographique.

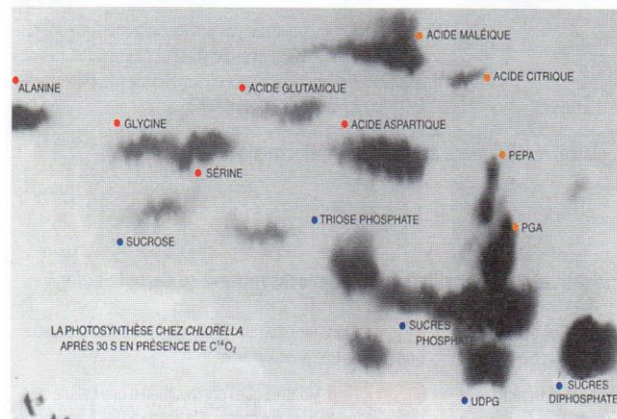
- Au bout d'un temps que l'on peut faire varier (de quelques secondes à quelques dizaines de secondes), on fait couler un échantillon de la culture dans de l'alcool bouillant, ce qui stoppe instantanément toutes les réactions cellulaires.



Le dispositif utilisé par Calvin, Benson et Bassham

■ IDENTIFICATION DES MOLÉCULES OBTENUES

Après 30 secondes de mise en présence des algues avec le ¹⁴CO₂, on réalise une chromatographie de l'échantillon de la culture prélevée : cette technique permet de séparer les constituants du mélange. À l'aide de solvants, on étale les constituants du mélange sur un papier spécial ; le résultat s'appelle un chromatogramme.

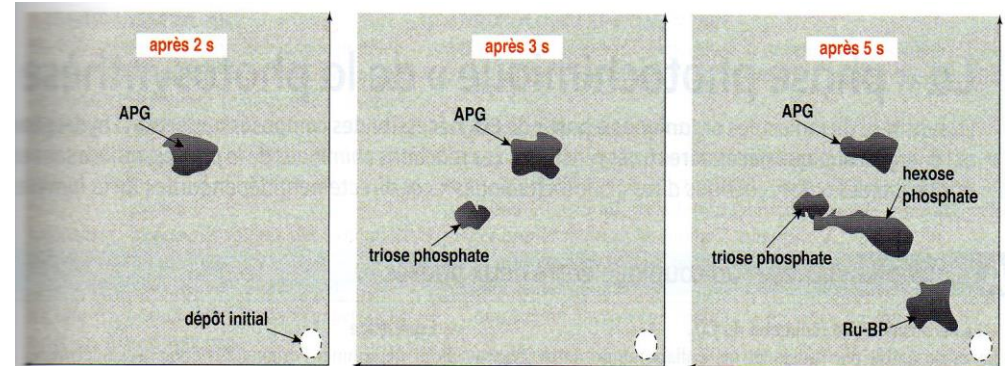


Par autoradiographie, on révèle sur du papier photographique toutes les molécules contenant du ¹⁴C radioactif, donc formées à partir du ¹⁴CO₂.

Leur position sur le chromatogramme permet d'identifier les différentes molécules. On observe ici la présence de :

- glucides (●) ;
- acides aminés (●) ;
- acides organiques (●).

Document 2 : L'établissement de la chronologie de la formation des premiers produits de la photosynthèse

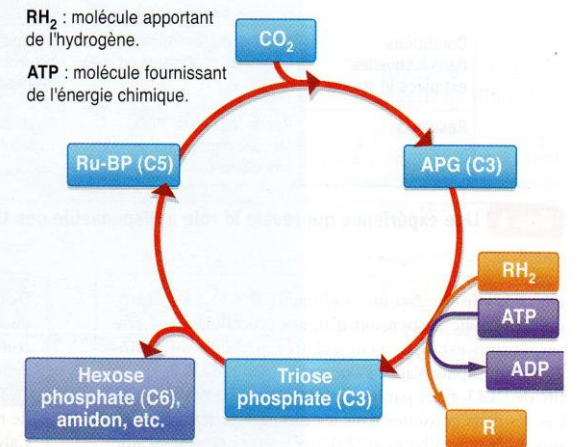
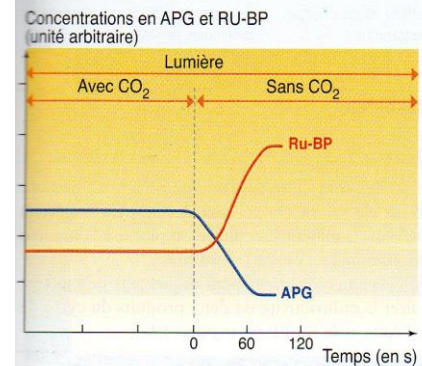


L'expérience de Calvin, Benson et Bassham est répétée avec des temps très courts : on peut alors identifier l'ordre chronologique des premiers produits formés par incorporation de CO₂ au cours de la photosynthèse.

- APG : acide phosphoglycérique (3 atomes de C).
- Triose : glucide à 3 atomes de carbone.
- Hexose : glucide à 6 atomes de carbone (glucose par exemple).
- Ru-BP : Ribulose biphosphate (glucide à 5 atomes de carbone).

Document 3 : Dans le stroma du chloroplaste, un cycle complexe de réactions chimiques

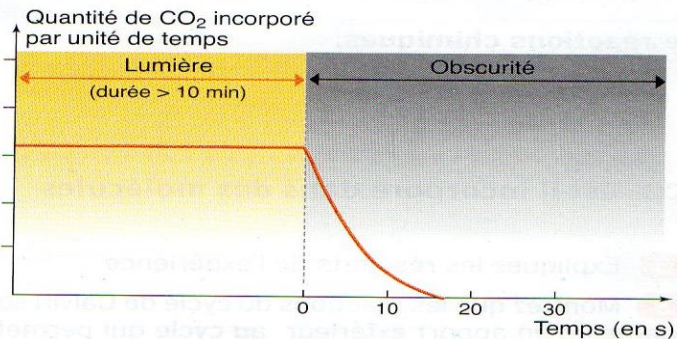
Dans l'expérience traduite par le graphe ci-dessous, les concentrations en APG et Ru-BP sont suivies en continu. Au temps t = 0, la culture cesse d'être approvisionnée en CO₂.



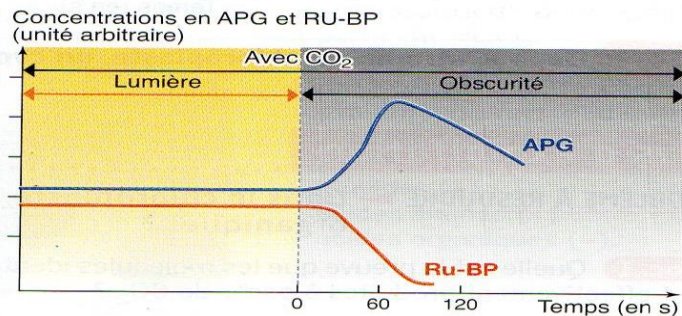
Les principales étapes du cycle établi par Calvin, Benson et Bassham.

Document 4 : L'expérience de Gaffron

Du dioxyde de carbone radioactif ($^{14}\text{CO}_2$) est introduit dans une suspension d'algues unicellulaires. Cette suspension est fortement éclairée pendant au moins 10 minutes, puis placée à l'obscurité. On mesure la quantité de $^{14}\text{CO}_2$ fixée par les algues au cours de l'expérience. Les résultats constatés dans les dizaines de secondes qui suivent la mise à l'obscurité peuvent être compris à l'aide de l'expérience d'Arnon présentée par le document 1.

**Document 6 : Un couplage entre phase chimique et phase photochimique**

Des chlorelles sont cultivées dans un milieu où barbote de l'air enrichi en $^{14}\text{CO}_2$ (le taux de CO_2 est maintenu constant dans le milieu). La culture est placée à la lumière pendant 30 minutes, puis à l'obscurité. Des prélèvements effectués périodiquement permettent de mesurer la radioactivité de deux produits du cycle de Calvin, l'APG et le Ru-BP (voir page 19).

**Document 5 : Expérience d'Arnon**

Arnon utilise du $^{14}\text{CO}_2$ pour suivre l'incorporation du carbone dans les glucides produits par la photosynthèse. Il travaille sur des fractions de chloroplastes obtenues par centrifugation.

Conditions expérimentales	Radioactivité des glucides mesurée en coups par min ($\text{cps} \cdot \text{min}^{-1}$)
Thylacoïdes isolés et placés à la lumière en présence de $^{14}\text{CO}_2$	Nulle
Stroma laissé à l'obscurité en présence de $^{14}\text{CO}_2$	4 000
Thylacoïdes éclairés puis mis à l'obscurité en présence de stroma toujours resté à l'obscurité et en présence de $^{14}\text{CO}_2$	96 000
Stroma laissé à l'obscurité en présence d'ATP, de RH_2 et de $^{14}\text{CO}_2$	97 000