

Généré par application kalanso sur PLAYSTORE

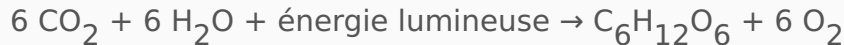
Sujet : Biologie — 23/09/2026 03:45 creat by Kalanso App

La photosynthèse : mécanismes et importance

La photosynthèse est un processus bioénergétique fondamental qui permet aux plantes, aux algues et à certaines bactéries de convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique. Elle est à la base de la plupart des chaînes alimentaires et produit l'oxygène que nous respirons. Ce cours explore les mécanismes moléculaires de la photosynthèse, son déroulement en deux phases principales, les facteurs qui l'influencent et son rôle crucial dans la biosphère.

1. Définition et équation globale

La photosynthèse est le processus par lequel les organismes photosynthétiques utilisent la lumière du soleil pour synthétiser des composés organiques, principalement des glucides, à partir de dioxyde de carbone (CO₂) et d'eau (H₂O). L'équation globale simplifiée est :



Cette réaction est une oxydoréduction : l'eau est oxydée (perte d'électrons) et le dioxyde de carbone est réduit (gain d'électrons) pour former du glucose. L'oxygène libéré provient de l'eau, comme l'ont démontré les expériences avec l'isotope ¹⁸O.

2. Les acteurs moléculaires : pigments et chloroplastes

Chez les eucaryotes photosynthétiques, la photosynthèse se déroule dans les **chloroplastes**, des organites possédant une double membrane. À l'intérieur, on trouve des empilements de thylakoïdes (grana) et un stroma. Les thylakoïdes contiennent les **pigments photosynthétiques**, principalement la **chlorophylle a** et la **chlorophylle b**, ainsi que des pigments accessoires (caroténoïdes). Ces pigments absorbent la lumière dans le spectre visible, surtout dans les régions bleue et rouge, et réfléchissent le vert, d'où la couleur des plantes.

Les pigments sont organisés en **photosystèmes** (PSI et PSII), composés de complexes protéiques et de molécules antennes qui captent les photons et transfèrent l'énergie vers le centre réactionnel.

3. Les deux phases de la photosynthèse

3.1 Phase photochimique (claire)

Elle se déroule dans les membranes des thylakoïdes et dépend directement de la lumière. Elle comprend :

- **Absorption de la lumière** par les pigments et excitation des électrons.
- **Photolyse de l'eau** (réaction de Hill) : $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- + \text{O}_2$. L'oxygène est libéré.
- **Transport d'électrons** le long d'une chaîne de transporteurs (plastoquinone, cytochrome b6f, plastocyanine) du PSII vers le PSI, générant un gradient de protons.
- **Synthèse d'ATP** par chimiosmose (ATP synthase) et **réduction du NADP⁺** en NADPH par la ferrédoxine-NADP⁺ réductase.

Bilan : production d'ATP et de NADPH, et libération d'O₂.

3.2 Phase non photochimique (sombre) ou cycle de Calvin

Elle se déroule dans le stroma et ne nécessite pas directement la lumière, mais utilise l'ATP et le NADPH produits précédemment. Le **cycle de Calvin** comprend trois étapes :

1. **Fixation du CO₂** : le CO₂ est fixé sur le ribulose-1,5-bisphosphate (RuBP) par la **Rubisco**, formant deux molécules de 3-phosphoglycérate (3-PGA).
2. **Réduction** : le 3-PGA est réduit en glycéraldéhyde-3-phosphate (G3P) en utilisant ATP et NADPH.
3. **Régénération du RuBP** : une partie du G3P est utilisée pour régénérer le RuBP, et une autre partie sert à synthétiser le glucose et d'autres sucres.

Bilan : pour chaque CO₂ fixé, 3 ATP et 2 NADPH sont consommés. La synthèse d'une molécule de glucose nécessite 6 tours de cycle.

4. Facteurs influençant la photosynthèse

L'intensité de la photosynthèse est modulée par plusieurs facteurs environnementaux :

- **Intensité lumineuse** : augmente le taux jusqu'à un plateau (saturation).
- **Concentration en CO₂** : facteur limitant dans l'atmosphère actuelle.
- **Température** : agit sur l'activité enzymatique ; optimum généralement entre 20 et 30 °C.
- **Disponibilité en eau** : le stress hydrique ferme les stomates, réduisant l'entrée de CO₂.

- **Longueur d'onde** : la lumière bleue et rouge est la plus efficace.

Ces facteurs interagissent et le plus limitant détermine le taux global (loi du minimum de Liebig).

5. Importance écologique et biotechnologique

La photosynthèse est essentielle à la vie sur Terre :

- **Production d'oxygène** : environ 50 % de l'O₂ atmosphérique provient du phytoplancton océanique.
- **Base des chaînes alimentaires** : les producteurs primaires convertissent l'énergie solaire en biomasse.
- **Cycle du carbone** : elle fixe le CO₂ et atténue l'effet de serre.
- **Applications biotechnologiques** : amélioration de la Rubisco, cultures en photobioréacteurs pour produire des biocarburants ou des molécules d'intérêt.

La compréhension de la photosynthèse inspire aussi des systèmes artificiels de conversion d'énergie solaire.

Conclusion

La photosynthèse est un processus complexe mais élégant qui convertit l'énergie lumineuse en énergie chimique, libérant l'oxygène indispensable à la vie aérobie. Elle repose sur deux phases couplées : la phase photochimique, qui produit ATP et NADPH, et le cycle de Calvin, qui fixe le CO₂ en sucres. Son étude reste cruciale pour relever les défis énergétiques et environnementaux actuels.