

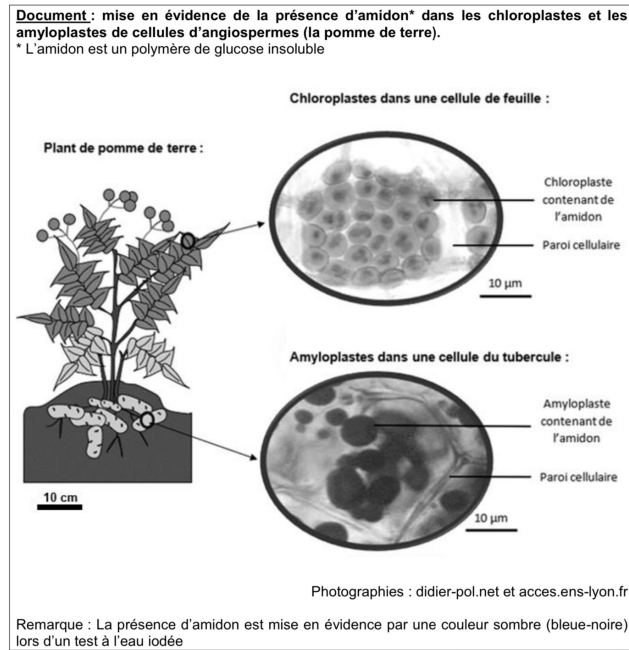
DS P1 Plastes et amidon

Les angiospermes sont composées de cellules contenant des organites particuliers appelés plastes. Suivant la localisation de la cellule au sein d'une même plante, les plastes peuvent se différencier en chloroplastes ou en amyloplastes. Ces derniers sont spécialisés dans le stockage à long terme de glucides sous forme d'amidon.

QUESTION :

Expliquer les mécanismes aboutissant à la présence d'amidon dans les amyloplastes.

Vous rédigerez un exposé structuré et argumenté pouvant s'appuyer sur des expériences et/ou des observations et/ou des exemples.



L'amidon est un polymère de glucose. Chez les végétaux chlorophylliens les tests à l'eau iodée réalisés sur différents types cellulaires montrent que l'amidon peut être localisé au sein de différents plastes. Dans les feuilles l'amidon est stocké sous forme de grains d'amidon dans les chloroplastes. Dans les tubercules l'amidon est stocké dans des amyloplastes.

Comment expliquer la présence d'amidon dans les amyloplastes ?

I: Dans les feuilles, la phase photochimique de la photosynthèse convertit l'énergie lumineuse en énergie chimique (ATP et NADPH+H⁺).

L'énergie lumineuse des photons excite la chlorophylle qui transfère ses électrons via une chaîne d'accepteurs localisés dans la membrane des thylakoïdes des chloroplastes vers un accepteur final NADP oxydant qui se trouve alors réduit en NADPH+H⁺. Il s'agit d'un couplage entre l'oxydation de la chlorophylle et la réduction de l'accepteur final:

- Oxydation de la chlorophylle: $4 \text{ Chl réduites} \rightarrow 4 \text{ Chl}^* \text{ oxydées} + 4 \text{ e}^-$
- Réduction de l'accepteur final: $2 \text{ NADP} + 4 \text{ H}^+ + 4 \text{ e}^- \rightarrow 2 \text{ NADPH} + \text{H}^+$

Les chlorophylles ayant perdu un électron se retrouvent oxydées (photo-excitation). Il y a eu conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique (NADPH+H⁺) grâce aux propriétés des pigments chlorophylliens. Pour pouvoir absorber à nouveau des photons, les chlorophylles oxydées doivent revenir à leur état initial (état fondamental) en étant réduites; pour cela elles acceptent (elles arrachent) des électrons de l'eau provoquant ainsi l'oxydation (photolyse) de l'eau dans le lumen et la libération de dioxygène. Il s'agit d'un couplage entre la réduction de la chlorophylle et l'oxydation de l'eau:

- Réduction de la chlorophylle: $4 \text{ Chl}^* \text{ oxydées} + 4 \text{ e}^- \rightarrow 4 \text{ Chl réduites}$
- Oxydation de l'eau: $2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{ H}^+ + 4 \text{ e}^-$

L'oxydation de l'eau dans le lumen crée un gradient de proton (lumen fortement concentré en proton / stroma faiblement concentré). Cette force proto-motrice active une enzyme: l'ATP synthétase située sur la membrane du thylakoïde qui catalyse la phosphorylation de l'ADP adénosine diphosphate en ATP

adénosine triphosphate, molécule qui stocke de l'énergie chimique.

- $ADP + Pi + ATPase + \text{Énergie (F proto motrice)} \rightarrow ATP$

II: Dans les feuilles, la phase non photochimique de la photosynthèse utilise l'énergie chimique (ATP et NADPH+H⁺) pour réduire le CO₂ et produire du glucose.

Une enzyme: la Rubisco, présente dans le stroma des chloroplastes, permet l'incorporation du CO₂ sur une molécule glucidique à 5 atomes de carbone: le RuBP (C5P2). Il se forme alors une molécule à 6 atomes de carbone immédiatement scindée en 2 molécules à 3 atomes de carbone: l'APG (l'APG n'est pas un glucide, le CO₂ incorporé dans l'APG n'est pas encore réduit)

Le NADPH+H⁺ et l'ATP produits lors de la phase photochimique permettent la réduction du CO₂ et la formation de molécules glucidiques à 3 atomes de carbone: les trioses P:

- L'oxydation du NADPH+H⁺ fournit les électrons nécessaires à la réduction du CO₂
- L'hydrolyse de l'ATP fournit l'énergie nécessaire à la réduction du CO₂

Lors de chaque cycle un des 6 trioses P produits sort du cycle, ce qui permet (après 2 cycles) la production de glucose (6 atomes de carbone)

Lors de chaque cycle, 5 des 6 trioses P produits sont utilisés pour régénérer du RuBP permettant ainsi la continuité du cycle. La régénération du RuBP se fait selon un mécanisme complexe nécessitant de l'ATP

La réduction du carbone proprement dite est couplée avec l'oxydation du NADPH+H⁺ et nécessite un apport d'énergie (ATP):

- Oxydation du NADPH+H⁺: $12 \text{ NADPH+H}^+ \rightarrow 12 \text{ NADP} + 24 \text{ H}^+ + 24 \text{ e}^-$
- Réduction du CO₂: $6 \text{ CO}_2 + 24 \text{ H}^+ + 24 \text{ e}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ H}_2\text{O}$
- Hydrolyse de l'ATP: $12 \text{ ATP} + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 12 \text{ ADP} + 12 \text{ Pi} + \text{Énergie}$

Les nombreuses et complexes réactions du cycle de Calvin se résument par l'équation bilan suivante :

- $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ RuBP} + 18 \text{ ATP} + 12 \text{ NADPH+H}^+ \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ RuBP} + 18 \text{ ADP} + 12 \text{ Pi} + 12 \text{ NADP}$

III: Le devenir du glucose produit dans le stroma des chloroplastes

En tant qu'individu, une plante verte chlorophyllienne est autotrophe au carbone (elle est capable de produire sa propre matière organique en utilisant uniquement des matières minérales et de l'énergie lumineuse via la photosynthèse). Une plante est cependant constituée d'organes autotrophes et d'organes hétérotrophes.

Les feuilles étant autotrophes au carbone, elles élaborent elles-mêmes le glucose lors de la photosynthèse comme mentionné ci dessous. Elles stockent ce glucose sous forme d'amidon (polymère de glucose) constituant des grains d'amidon dans le stroma de leurs chloroplastes.

Les tubercules sont des racines hypertrophiées constituant des organes de réserves souterrains. Du fait de leur localisation souterraine, les tubercules sont dépourvus de chloroplastes et incapables de réaliser la photosynthèse. Ces organes hétérotrophes au carbone doivent donc "prélever" de la matière organique (glucose) dans leur environnement.

Du fait des adaptations évolutives liées à la nutrition dans le cadre des contraintes liées à la vie fixée, les fonctions nutritives des plantes sont séparées entre les feuilles (absorption énergie lumineuse et CO₂) et les racines (absorption de l'eau et des sels minéraux).

Cette séparation des fonctions nécessite un transport ascendant (des racines vers les feuilles) de l'eau et des sels minéraux et un transport multidirectionnel des photo-assimilats (glucose) des feuilles vers les organes hétérotrophes tels que les racines et les tubercules.

L'analyse de la composition des sèves brute et élaborée, montre que le transport des photo-assimilats issus des feuilles se fait via les vaisseaux du phloème qui transportent la sève élaborée riche en glucose.

Dans les tubercules, le glucose reçu est alors polymérisé en amidon stocké dans des plastes spécialisés: les amyloplastes.