

SCIENCES DE LA VIE – D.S. n° 6 – Éléments de correction**« L'autotrophie au carbone du végétal Angiosperme »**

Vous envisagerez cette autotrophie aux différentes échelles de l'organisme.

Introduction :

Définition autotrophie au carbone : utilisation d'une source de carbone minérale par un organisme pour synthétiser sa matière organique.

Végétaux Angiospermes : « plantes à fleurs », organismes pluricellulaires chlorophylliens. Organisation en cellules / tissus / organes / appareils

Photosynthèse : définie à partir de l'équation bilan.

L'autotrophie au carbone repose sur la photosynthèse, qui nécessite de la lumière or toutes les cellules de l'organisme Angiosperme ne sont pas exposées à la lumière.

Quels sont les acteurs – tissus, cellules - de l'autotrophie au C du végétal Angiosperme et comment concourent-ils à la réalisation de cette autotrophie à l'échelle de l'organisme ?

Nous montrerons dans une première partie que la réalisation de cette autotrophie repose l'absorption et la conversion de l'énergie lumineuse permettant la production de matière organique par des structures spécialisées dans la réalisation de la photosynthèse.

Dans une deuxième partie, nous étudierons comment est assuré l'approvisionnement de ces structures en matière minérale : eau et CO₂.

Enfin, nous expliquerons dans une troisième partie comment les cellules et tissus non autotrophes du végétal Angiosperme peuvent être approvisionnés en matière organique.

I. De l'absorption de l'énergie lumineuse à la matière organique : où et comment est réalisée l'autotrophie au carbone ?**1. Une grande surface d'absorption de l'énergie lumineuse : les feuilles**

- Nécessité de lumière pour la synthèse de MO
- Arguments pour le rôle des pigments chlorophylliens : spectre d'absorption / d'action photosynthétique
- Localisation de ces pigments : dans les cellules du parenchyme chlorophyllien des feuilles, dans les chloroplastes, dans les membranes des thylakoïdes
- Grande surface d'absorption : limbes des feuilles (et croissance indéfinie de l'appareil caulinaire → mise en place de nouvelles feuilles), organisation des parenchymes chlorophylliens, cyclose des chloroplastes, organisation des thylakoïdes

Idée clé : relations structure – fonction aux différentes échelles dans la feuille

2. La conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique : la phase photochimique de la photosynthèse

- Propriétés des pigments et absorption de l'énergie lumineuse dans les photosystèmes (antenne collectrice ; transmission de l'excitation par résonance → centre réactionnel)
- Des photons au pouvoir réducteur et au gradient protonique : le fonctionnement de la chaîne photosynthétique (dont schéma en Z avec trajet acyclique des électrons + trajet cyclique ; aspects thermodynamiques)
- L'utilisation du gradient protonique et la synthèse d'ATP (fonctionnement des ATP synthases)
- Des conversions d'énergie : photochimique, chimio-osmotique et osmochimique (agents de couplage pour ces conversions)

Idée clé : là encore relations structure – fonction, ici à l'échelle du thylakoïde et importance de cette membrane dans les conversions d'énergie

3. La réduction du CO₂ et la production de matière organique : la phase non photochimique de la photosynthèse

- La RubisCO, enzyme clé de l'autotrophie au carbone
- Les trois phases du cycle de Calvin : carboxylation / réduction / régénération
- Devenir des trioses phosphate dans la cellule selon le moment de la journée (sans aller jusqu'à la charge du phloème pour l'instant)

Idée clé : importance de la localisation dans le stroma des enzymes clé du cycle (petit volume) + coopération entre les deux phases de la photosynthèse

Transition : nécessité d'approvisionner de la matière minérale, eau et CO₂, pour la photosynthèse

II. L'approvisionnement en matière minérale des cellules chlorophylliennes autotrophes au carbone

1. L'approvisionnement en CO₂ : stomates et échanges gazeux

- Organisation fonctionnelle des stomates + parenchyme lacuneux et diffusion du CO₂
- Mécanisme ouverture / fermeture stomates
- Epuisement du CO₂ si stomates fermés lors d'une journée chaude et ensoleillée → photorespiration
- Transpiration foliaire si stomates ouverts : sortie d'eau de la plante

Idée clé : coopération fonctionnelle entre tissus de la feuille pour l'approvisionnement en CO₂

Origine de cette eau, nécessaire à la photosynthèse ?

2. Transpiration foliaire et flux d'eau vers la feuille

- Flux d'eau et potentiel hydrique : l'eau quitte la feuille et gagne l'atmosphère
- La transpiration foliaire est contrôlée : ouverture / fermeture contrôlée de l'ostiole des stomates
- Les facteurs qui interviennent : lumière (jour/nuit), photosynthèse, stress hydrique
- L'eau provient de la sève brute (composition) contenue dans les vaisseaux conducteurs du xylème (structure / fonction)
- Les modalités de la mise en mouvement de la sève brute : pompe aspirante (lien avec la tension superficielle dans la chambre sous-stomatique) et pompe foulante (poussée racinaire)

Idée clé : coopération fonctionnelle entre tissus pour l'approvisionnement en eau des cellules chlorophylliennes (mise en mouvement de la sève brute)

D'où provient l'eau de la sève brute ?

3. Absorption racinaire de l'eau et constitution de la sève brute

- Flux d'eau et potentiel hydrique : du sol au parenchyme cortical
- Poil absorbant : modalités de l'absorption / mycorhizes (comparaison)
- Transit radial par voies apoplasmique et symplasmique
- Franchissement de l'endoderme et charge du xylème

Idée clé : des tissus / cellules non autotrophes pour le C sont mis en jeu dans l'approvisionnement en matière minérale des cellules autotrophes et sont donc elles aussi indispensables à la réalisation de l'autotrophie à l'échelle du végétal → corrélations trophiques pour l'approvisionnement en eau des cellules chlorophylliennes et de l'ensemble du végétal permises par le xylème

Pour 90 % des végétaux vivant en milieu aérien, des organismes symbiotiques contribuent à l'approvisionnement en eau : coopération fonctionnelle à l'échelle de l'holobionte

Transition : Comment les cellules non autotrophes pour le C sont-elles approvisionnées en matière organique, puisqu'elles ne la produisent pas elles-mêmes ?

III. L'approvisionnement en matière organique des cellules du végétal non autotrophes au carbone

1. La feuille, organe source de MO

- Synthèse de saccharose dans le cytosol des cellules chlorophylliennes (le jour ET la nuit)
- Le saccharose, relations structure – fonction
- Exportation du saccharose dans le phloème : charge du phloème (voies symplasmique ou apoplasmique selon les espèces)
- Composition de la sève élaborée

Idée clé : la feuille réalise l'autotrophie au C pour l'ensemble de l'organisme

2. Le phloème et la distribution de la sève élaborée

- Organisation fonctionnelle du phloème
- Notion d'organe puits (et aussi les mycorhizes et nodosités !)
- Mise en mouvement de la sève élaborée

Idées clé : corrélations trophiques permises par le phloème ; distribution de la MO par un milieu liquide circulant

3. Des organes puits d'utilisation ou puits de stockage

- Ex puits d'utilisation ; devenir du saccharose dans les cellules (catabolisme, synthèses...)
- Les bactéroïdes des nodosités, les mycorhizes consomment également la MO acheminée par la sève élaborée (symbiose)
- Ex puits de stockage : le tubercule caulinair de la pomme de terre ; stockage de la MO sous forme d'amidon (relations structure – fonction de l'amidon, molécule de réserve), dans des amyloplastés du parenchyme amylofère
- Un puits de stockage peut devenir un organe source selon les saisons : cas de la pomme de terre ; les corrélations trophiques contribuent au passage de la mauvaise saison pour les Angiospermes vivaces ou bisannuelles des régions tempérées

Conclusion :

L'autotrophie au C repose sur une molécule clé : la RubisCO

Elle met en jeu des structures capables de convertir une source d'énergie : les photosystèmes qui réalisent une conversion photochimique

Ces processus qui se déroulent dans les chloroplastes des cellules du parenchyme chlorophyllien des feuilles sont intégrés au fonctionnement de ce tissu, et au fonctionnement de la feuille qui contrôle l'approvisionnement en CO₂ et en eau grâce aux stomates.

Plus généralement, le fonctionnement de la feuille est intégré à l'organisme, puisque des corrélations trophiques (mais aussi informationnelles) sont réalisées grâce aux sèves mises en mouvement dans les tissus conducteurs.

Ainsi, l'autotrophie au C réalisée dans les feuilles permet l'autotrophie du végétal, mais elle met nécessairement en jeu d'autres organes et appareils : organes de réserve, appareil racinaire, voire d'autres organismes : les champignons des mycorhizes (et les bactéries des nodosités pour l'autotrophie à l'azote).

L'autotrophie de l'organisme est donc permise par un fonctionnement intégré aux différentes échelles, de la molécule à l'holobionte.

Cette autotrophie fait des végétaux chlorophylliens des producteurs primaires, à la base de la plupart des écosystèmes terrestres, et la vie de ces végétaux est elle-même intégrée au fonctionnement de ces écosystèmes.