

Exposition des sciences : « L'ascension de la sève dans les arbres »

❖ Introduction

Une des contraintes à laquelle doivent faire face les végétaux sur terre est la séparation des ressources dans l'espace : l'eau et les minéraux proviennent du sol tandis que l'énergie et le CO₂ nécessaire à la photosynthèse se trouvent dans l'air. Ainsi est née la nécessité de pouvoir mettre en connexion ces deux espaces.

La sève joue pour les végétaux un rôle analogue au sang des mammifères : elle véhicule surtout de l'eau, mais aussi des substances nutritives et des déchets que les diverses parties de la plante doivent recevoir ou éliminer. On distingue ainsi la sève brute (eau+minéraux en provenance des racines) de la sève élaborée (eau+ produits de la photosynthèse+ acides aminés).

❖ Les racines : Quel est leur rôle ?

Les racines, outre le rôle de soutien, jouent également un rôle dans l'absorption de l'eau. Néanmoins, seule une zone bien spécifique située sur les jeunes racines est capable d'absorber de l'eau ; c'est la zone pilifère. Ces poils sont des excroissances de cellules épidermiques, dont la fonction est d'augmenter la surface de contact avec le sol, afin de maximiser l'entrée d'eau et de minéraux.

Le moteur principal à ce niveau est le phénomène d'osmose. Il s'agit d'un cas particulier de diffusion de l'eau. Lorsque deux compartiments contenant des solutions, à des concentrations différentes, sont séparés par une membrane semi-perméable, un flux net d'eau a lieu du compartiment le moins concentré vers celui à haute concentration. Dans le cas des végétaux, la membrane semi-perméable est la paroi/membrane des poils absorbants. Elle laisse passer l'eau mais pas les autres solutés. Et ainsi, tant que le milieu intracellulaire reste plus concentré que le sol, un appel d'eau vers l'intérieur de la cellule aura lieu. De plus, cet appel d'eau est purement passif étant donné que la plante n'utilise pas d'énergie métabolique afin de faire rentrer l'eau.

❖ Les tissus conducteurs : la voie de transport

Les plantes possèdent deux types de tissus conducteurs permettant de transporter la sève d'un endroit à l'autre :

- Le xylème (composé au moins de trachéides, d'éléments de vaisseaux, de fibres et de parenchyme) transporte la sève brute (eaux+sels minéraux) puisée par les racines vers les autres organes. Les vaisseaux sont une structure formée de cellules mortes vidées de leur cytoplasme et des membranes cytoplasmiques pour former des conduits continus.

- Le phloème (composé au moins de tubes criblés, de cellules compagnes, de fibres et de parenchyme) transporte la sève élaborée (solution de sucres, d'acides aminés, d'hormones, etc.) produite dans les feuilles grâce au mécanisme de la photosynthèse vers les autres organes. Les tubes criblés, formés de cellules vivantes non lignifiées, dépourvues de noyau et de vacuole, sont mis bout à bout en files longitudinales. Leurs cloisons transversales, percées de pores constituant une plaque criblée, assurent la continuité des contenus cellulaires de deux éléments successifs.

❖ Mécanismes fondamentaux : Quel est le moteur principal de l'ascension ?

⇒ **Transpiration et la théorie de l'adhésion-cohésion :**

La transpiration est le moteur principal de l'appel d'eau. Le moteur qui fait monter la sève, quant à lui, est le Soleil qui fournit la chaleur nécessaire pour entretenir l'évaporation de l'eau.

Grâce à la capillarité et la tension superficielle, l'eau qui s'évapore par les pores de la feuille, appelés les stomates, est remplacée par celle qui est amenée par la sève située plus bas. En effet, cette évaporation crée des petits ménisques à la surface des parois des cellules qui forment la cavité sous-stomatique. Ceci crée une pression négative qui induit un flux d'eau. Elle est transmise à la colonne de sève brute dans le xylème et crée une montée, car la colonne, ininterrompue, se déplace « en bloc », du fait des propriétés de l'adhésion-cohésion de l'eau. Le courant de la sève circule des racines les plus fines jusqu'aux capillaires des feuilles où 90% de l'eau de la sève s'évapore. Ainsi, l'absorption de l'eau du sol ne dépend pas seulement des racines mais aussi des feuilles.

❖ Mécanismes secondaires : Autres explications possibles ?

⇒ **La poussée radiculaire :**

La nuit, la transpiration est nulle ou faible pour la plupart des plantes. Pourtant un transport d'eau subsiste, principalement grâce à la poussée radiculaire.

Il s'agit d'un transport des ions dans la racine, à partir de la solution du sol continue, et lorsque la transpiration est faible, ces ions s'accumulent dans le xylème, ce qui crée une diminution du potentiel osmotique dans le xylème des racines. Cette diminution entraîne celle du potentiel hydrique, ce qui crée une force motrice au transport de l'eau. La rentrée d'eau dans la racine provoque le développement d'une pression hydrostatique positive racinaire, la poussée radiculaire. Alors que l'on observe ce phénomène chez beaucoup d'espèces herbacées, la plupart des arbres en sont dépourvus.

⇒ **L'ascension capillaire :**

De par ses propriétés physico-chimiques, l'eau a tendance à monter sur les parois de substance hydrophile. Mais les molécules s'attirent aussi entre elles, ce qui est à l'origine de la tension superficielle. Ainsi l'eau a toujours tendance à prendre une forme qui réduit la surface de contact air-eau. Ce sont donc ces deux processus antagonistes qui sont à l'origine de la capillarité : l'eau monte le long des parois, ce qui augmente la surface et augmente la tension superficielle et fait monter la colonne d'eau. Plus le diamètre du capillaire est fin, plus cet effet sera prononcé. Par cette ascension capillaire, la sève, dont la tension de surface est proche de celle de l'eau, monte spontanément, dans les plus fins conduits, de moins de 1 m (plus précisément, de 0,73 m). En effet, la capillarité est limitée par la gravité. Manifestement, la capillarité n'explique également pas l'ascension de la sève jusqu'au sommet des arbres.

⇒ **La pression atmosphérique :**

L'eau étant 13,6 fois moins dense que le mercure, la hauteur atteinte par l'eau dans un baromètre est de 10,3m. C'est aussi la hauteur maximale que pourrait atteindre la sève si la pression atmosphérique qui s'exerce sur le sol et qui se transmet à la sève par l'intermédiaire des racines était responsable de sa montée. C'est insuffisant et l'ascension de la sève dans le tronc des grands arbres semble défier les lois de la pesanteur.

❖ Bibliographie

Verbruggen, Nathalie. « *Physiologie végétale BIOL-F-301 Partie 1* », PUB, Edition 2012-2013.

Hopkins, William G. (2003). « Les cellules végétales et l'eau » (chapitre 2), dans *Physiologie végétale*, Bruxelles : De Boeck, p. 23-34.

Hopkins, William G. (2003). « Les relations hydriques dans la plante entière » (chapitre 3), dans *Physiologie végétale*, Bruxelles : De Boeck, p. 37-56.