

Arbres

Ce document est la transcription révisée, chapitrée et illustrée d'une vidéo du MOOC UVED « Arbres ». Ce n'est pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots et l'articulation des idées sont propres aux interventions orales des auteurs.

La nutrition de l'arbre

*Catherine LENNE,
Enseignante chercheuse à
l'Université Clermont Auvergne*



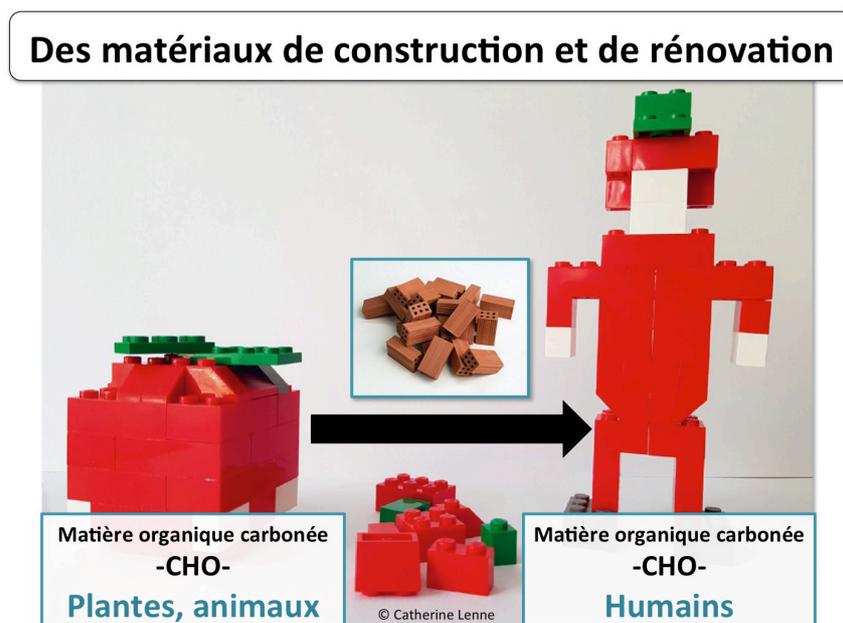
Cet arbre vit longtemps en se développant sans arrêt de sa naissance à sa mort. Il accumule, année après année, de nouvelles branches, de nouvelles racines, des cernes de bois, et il devient de plus en plus grand, de plus en plus large, lourd.



Pour se développer ainsi en continu tout au long de sa vie, il lui faut bien se nourrir au quotidien. Mais de quoi se nourrit cet arbre ? Que mange-t-il ? Se nourrir, d'ailleurs, ça veut dire quoi ?

1. La nutrition chez les animaux

Nous, hommes, nous mangeons chaque jour des aliments, des fruits, des légumes, du poisson, du steak, que notre digestion découpe en petits morceaux assimilables, les nutriments. Parmi eux, les nutriments carbonés, des hydrates de carbone, comme les petits sucres, les acides aminés, les lipides. Tous sont faits des mêmes constituants : carbone, hydrogène, oxygène en majorité. C'est pourquoi on les note simplement CHO, comme sur cette illustration. Ces nutriments carbonés sont les briques de base, les matériaux, dont nos cellules ont besoin pour se construire ou se rénover.



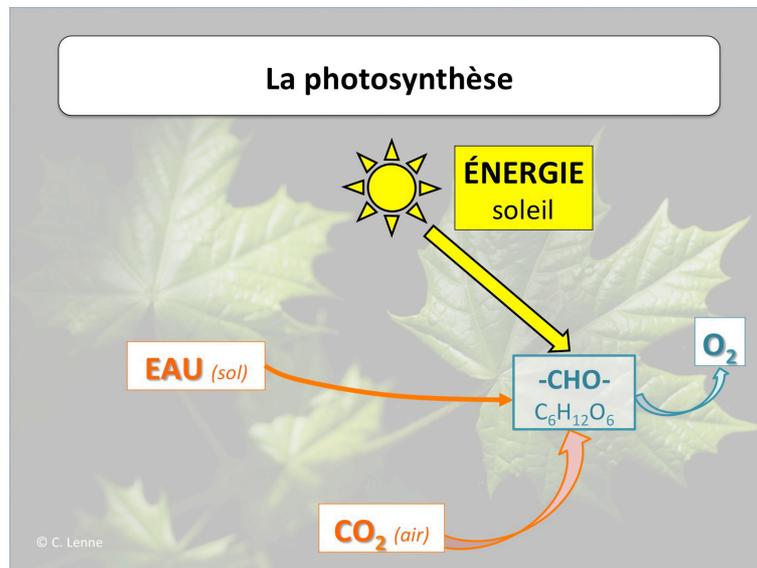
Ainsi, en croquant cette pomme, nous récupérons sa matière organique carbonée de pomme, nous la découpons en petits morceaux et nous la transformons en matière organique carbonée d'homme. Ce n'est pas tout. Ces hydrates de carbone sont aussi une source d'énergie. Au cours d'un processus qu'on appelle la respiration, au cœur de nos cellules, ils servent de combustible, de carburant, et sont brûlés en présence d'oxygène, le comburant de la réaction. Cette respiration permet d'extraire, de libérer l'énergie chimique enfouie dans les hydrates de carbone, une énergie que nous utilisons alors pour l'activité quotidienne de nos

cellules, on parle de métabolisme, pour la réalisation des mouvements de notre corps, conscients ou non, pour le maintien de notre température interne ou la défense contre les agresseurs, les maladies, ou encore pour le fonctionnement de notre cerveau, pour suivre ce MOOC par exemple dans les meilleures conditions. En résumé, nous nous nourrissons de matière organique carbonée pour nous procurer des matériaux de construction et de rénovation, et de l'énergie pour faire tourner la machine.

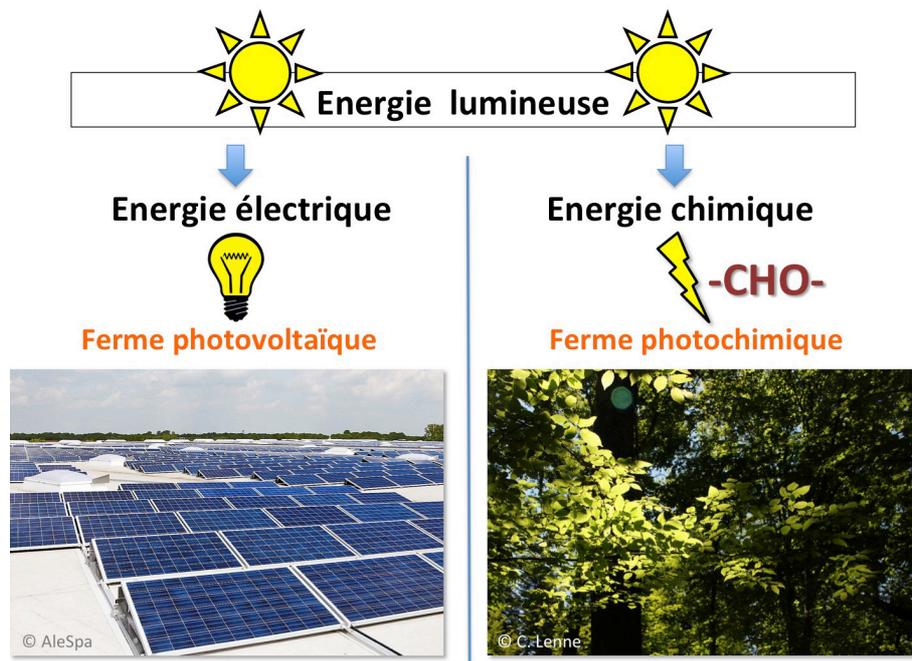
2. La nutrition chez l'arbre

Comme nous, il a besoin de matériaux pour se construire, et en plus toute sa vie, et d'énergie pour faire tourner son métabolisme et réaliser toutes ses fonctions, par exemple ouvrir ses bourgeons au printemps, allonger ses branches, étaler ses feuilles, produire du bois, fleurir, fabriquer des graines, faire des réserves pour lutter contre le froid de l'hiver, etc. Cette énergie est générée par le même feu respiratoire que le nôtre, qui brûle aussi des hydrates de carbone en présence d'oxygène. En bref, les besoins nutritifs de cet arbre sont les mêmes que les nôtres. Il a besoin au quotidien de matière organique carbonée. Comment se procure-t-il cette matière organique carbonée et que mange-t-il ? La différence notable entre lui et nous, c'est que l'arbre ne consomme pas de la matière organique toute faite, il la fabrique lui-même de toutes pièces dans ses feuilles vertes, éclairées de lumière, à partir de matière minérale au cours d'un processus commun à tous les êtres verts de la planète, la photosynthèse, littéralement la synthèse d'hydrates de carbone à la lumière, la synthèse de matière organique carbonée. Les ingrédients sont simples. Il faut du carbone provenant de la molécule CO_2 , ou dioxyde de carbone, un gaz présent dans l'air, autour des feuilles, et de l'eau, H_2O , provenant du sol. On peut donc dire finalement que l'arbre se nourrit d'air pur et d'eau fraîche, un air pur contenant quand même un peu de CO_2 . Le troisième ingrédient indispensable, c'est évidemment la lumière. Il faut en effet beaucoup d'énergie pour assimiler le carbone de l'air dans la matière organique, et cette énergie est fournie par la lumière qui est capturée par les feuilles vertes de l'arbre grâce à des pigments spécialisés, les chlorophylles, qui nous font paraître les feuilles vertes. Une fois capturée, l'énergie lumineuse est transformée en énergie chimique enfouie dans les sucres, le produit final de la photosynthèse. Au passage, un deuxième produit est libéré en plus des sucres, c'est le dioxygène, O_2 . Il est pour une part utilisé sur place pour la respiration des cellules vertes, mais pour une plus

large part, it is relargué dans l'atmosphère par les feuilles, enrichissant ainsi l'air ambiant en oxygène.



Chaque feuille verte est donc finalement un petit panneau solaire capable de capturer l'énergie lumineuse et de la transformer en énergie chimique. Les nôtres, nos panneaux solaires, sont des panneaux photovoltaïques qui transforment l'énergie lumineuse, "photo", en énergie électrique, "voltaïque". Souvent, ils sont rassemblés en fermes photovoltaïques, comme ici, qu'on appelle centrales solaires. Et l'arbre, finalement, équipé de ses feuilles panneaux solaires, n'est ni plus ni moins qu'une formidable ferme photochimique, une centrale solaire lui aussi.



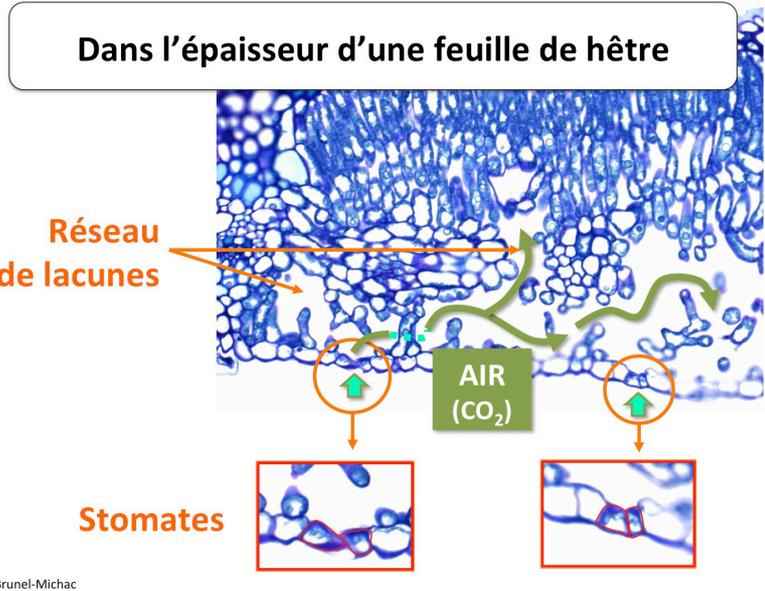
De plus, en voyant cet arbre, on voit que le nombre de panneaux de cette centrale solaire est modulable chaque année. Il augmente au fur et à mesure que l'arbre s'élève et étale son houppier, au fur et à mesure qu'il se développe. On estime, pour cet arbre-là, à plusieurs centaines de milliers de feuilles vertes la surface photosynthétique. Ce chêne de 200 ans fait 25 m de haut, 25 m de large, sa surface équivaut à plusieurs centaines de mètres carrés de surface capturant la lumière.



3. Les flux d'eau et de carbone

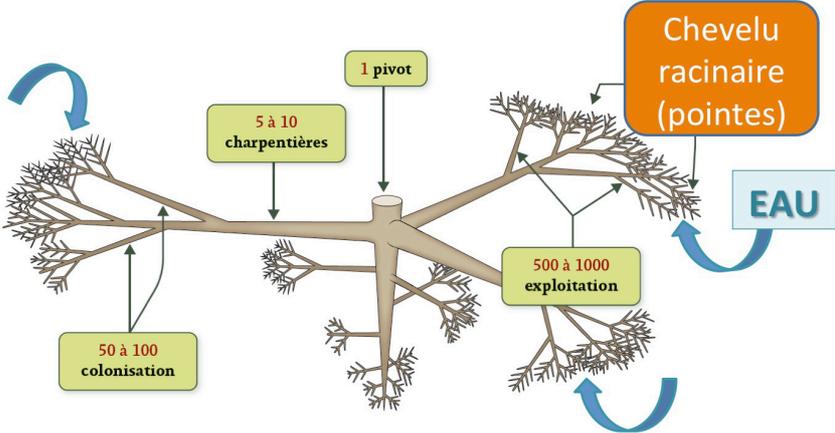
Comment les ingrédients maintenant, CO_2 et eau, entrent-ils dans cet arbre ? Le CO_2 est présent dans l'air autour de lui et l'eau dans le sol. Pour puiser dans le milieu extérieur ces ingrédients, il doit développer des surfaces d'échange efficaces avec l'air et avec le sol. Dans l'air, le CO_2 est très dilué, à peine 0,04 % de la composition de l'air. Il faut donc que l'arbre brasse des tonnes d'air pour en extraire un peu de carbone à assimiler et pour cela, il faut qu'il soit pourvu de nombreuses portes d'entrée. Ce sont les feuilles qui baignent en première ligne dans l'air. Leur nombre très élevé, par centaines de milliers, on l'a vu, développe pour l'arbre une très vaste surface d'échange externalisée avec l'air.

Cet air, comme on le voit sur cette coupe de feuille, va rentrer par de petites bouches qui ponctuent sa surface, les stomates, des petits trous gardés par deux cellules qui se font face et qui s'accolent pour fermer le trou.



Les deux cellules s'écartent l'une de l'autre pour ouvrir le trou et permettre les échanges gazeux de la feuille avec l'air. Une fois à l'intérieur de la feuille, les gaz, dont le CO₂, circulent à travers un très vaste réseau d'espaces ménagés entre les cellules de la feuille, les lacunes. Celles-ci sont pleines de gaz, toutes connectées entre elles, comme les galeries d'une champignonnière ou un peu comme les bronches qui se ramifient finement dans nos poumons. Les cellules vertes qui bordent ces galeries absorbent la moindre trace de CO₂ qui passe à leur portée. Quant à l'eau, elle vient du sol exclusivement et les seules portes d'entrée de l'eau dans l'arbre sont les pointes racinaires, tout au bout du réseau tentaculaire des racines, que l'on voit ici, où elles forment le chevelu racinaire.

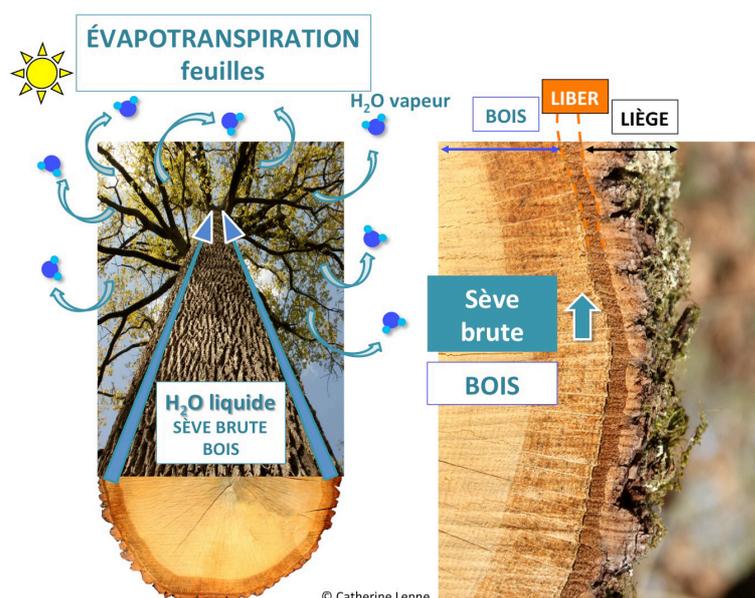
Les pointes racinaires, portes d'entrée de l'eau



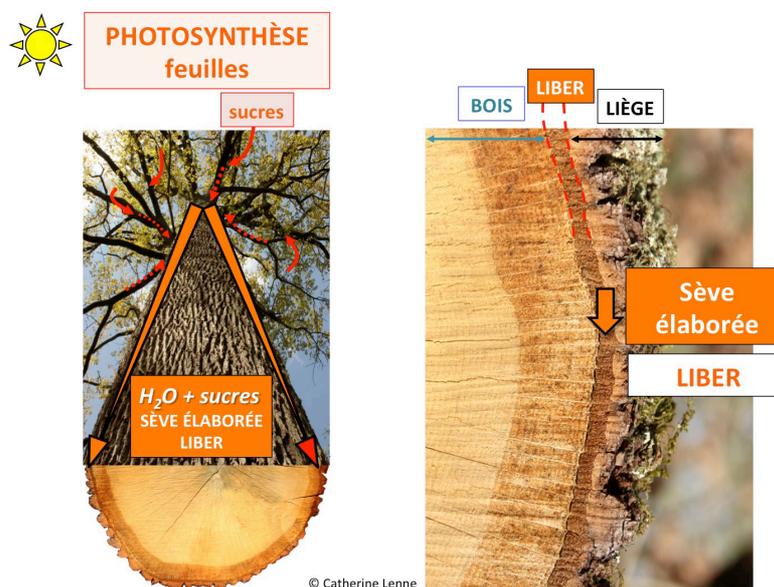
© Claire Atger

Elles sont donc la surface d'échange de l'arbre avec le sol pour l'entrée de l'eau. Toutes les autres racines ne sont que des conduites, des pipelines qui conduisent l'eau jusqu'au tronc. Les pointes sont si fines qu'elles ne représentent que 5 % de la biomasse du volume racinaire total, mais par contre elles sont si nombreuses, certainement des millions pour un seul arbre, qu'elles représentent cette fois 90 % de la longueur cumulée de toutes les racines. Une fois entrée dans les racines, l'eau, et les éléments minéraux qu'elle contient, dissous et absorbés en même temps qu'elle, forment la sève brute de l'arbre. Elle doit encore gagner les feuilles au sommet de l'arbre, dans le houppier, à plusieurs dizaines de mètres de hauteur. Comment ? Pour faire simple, le moteur essentiel de la montée de l'eau dans l'arbre, c'est l'évaporation de l'eau par les feuilles.

En plein soleil, l'eau liquide de la feuille s'évapore sous forme de vapeur d'eau dans ces lacunes. Et cette vapeur d'eau sort inéluctablement dans l'air extérieur par les stomates ouverts. On parle de transpiration. Ces deux processus vont ensemble, c'est l'évapotranspiration des feuilles. Et chaque molécule d'eau perdue par évapotranspiration sous forme vapeur est immédiatement remplacée dans la feuille par une molécule d'eau sous forme liquide arrivant par les nervures de la feuille. Celles-ci sont connectées aux conduits du bois de la branche, les vaisseaux, eux-mêmes connectés à ceux du bois du tronc, et ainsi de suite jusqu'au bois des racines, jusqu'aux fines pointes absorbantes. L'évapotranspiration crée un appel d'eau dans les feuilles qui se répercute jusqu'aux pointes racinaires à travers les conduits du bois.



La sève brute monte alors sous tension, aspirée par les feuilles qui exercent une succion formidable sur les colonnes d'eau liquide qui emplissent le bois de l'arbre. L'eau monte, tirée par les feuilles, aspirée, un peu comme vous aspirez votre menthe à l'eau avec une paille. Alors, la feuille, alimentée de tous les ingrédients nécessaires, photosynthétise au soleil et les sucres qu'elle fabrique sont exportés dans tout l'arbre. La sève sucrée cette fois, dite sève élaborée, redescend par le deuxième tissu conducteur de l'arbre, le liber, que l'on voit ici juste à côté du bois. La sève élaborée circule sous pression, poussée par les feuilles, qui chargent activement et en continu les tuyaux du liber en sucres.



4. En résumé

En résumé, l'arbre a besoin de matière organique carbonée qui lui procure matériaux et source d'énergie. Il fabrique cette matière organique carbonée par sa photosynthèse dans ses feuilles vertes à partir des ingrédients CO₂ de l'air, H₂O du sol et lumière. L'arbre est une véritable ferme photochimique qui transforme l'énergie lumineuse en énergie chimique. Pour puiser les ingrédients de la photosynthèse, il développe de très vastes surfaces d'échange externalisées dans l'air et le sol. Deux sèves circulent en permanence dans son corps, sous son écorce, la sève brute, de l'eau minérale qui monte sous tension dans son jeune bois, et la sève élaborée par la photosynthèse des feuilles qui redescend globalement sous pression dans le liber, sous l'écorce.