

L'HISTOIRE DE LA FEUILLE

C'est le début de l'automne et le chêne du jardin de votre voisin perd ses feuilles. Une feuille sèche tombe sur le sol entre deux grandes herbes.

Au départ rien de spécial ne se produit parce que la feuille est trop sèche pour être appétissante pour les nombreux citoyens du sol. Imaginons que votre voisin ne pulvérise pas de pesticides ou d'herbicides puisque ces produits chimiques diminuent grandement la vie du sol.

Par ailleurs cette feuille comme la majorité des feuilles est dotée de composants qui ont mauvais goût pour les protéger des insectes. Mais le matin suivant la rosée a humidifié la feuille, les composés protecteurs ont commencé à s'affaiblir et une petite pluie accélère le processus.

La feuille humide s'étale contre le sol. Lorsqu'elle est libérée des polyphénols et des autres composés au goût amer et attendri par l'humidité, le festin commence.

Parmi les premiers à se présenter se trouvent les bactéries qui étaient en dormances à la surface de la feuille. Ces bactéries apprécient beaucoup l'humidité et commencent à se reproduire sécrétant des enzymes qui divisent les longues chaînes de molécules de sucre composant les parois cellulaires de la feuille. En seulement quelques heures la feuille est parsemée de tâches foncées causées par les colonies bactériennes. Des spores de champignons sont portés par le vent jusqu'à la feuille et y prennent vie. Bientôt les fils blancs des cellules des champignons appelés hyphes, se tissent un chemin à travers la feuille. Les champignons possèdent un large spectre d'enzymes capables de digérer la lignine (les molécules dures qui rendent le bois si solide) et d'autres composantes de plantes difficiles à manger. Cela leur permet d'occuper une niche essentielle dans le réseau des décomposeurs. Sans eux la terre pourrait être recouverte d'une épaisse couche de troncs d'arbre impossible à décomposer.

Humidifié par la pluie et ramolli par les microbes la feuille succombe rapidement à l'attaque des créatures de plus grande taille. Les mille-pattes (diplopodes), les larves de mouche (diptères), les petits vers blancs (enchytrées) commencent à se nourrir de ces tissus délicieux en les coupant en petits morceaux.

Tous ces invertébrés avec les bactéries, les algues, les champignons et leurs parents fongiques mycéliens appelés actinomycètes, sont les premiers à se nourrir de la matière organique en décomposition. Ils sont nommés décomposeurs primaires. Les lombrics sont les plus visibles et font partie des décomposeurs primaires les plus importants, alors examinons-en un pendant qu'il mange.

Le lombric saisit un morceau de feuille et glisse jusqu'à son terrier. Avec sa bouche coupante, le ver pulvérise le fragment de feuille, absorbant de la terre en même temps. Le mélange fait son chemin jusqu'au gésier du ver où les muscles puissants broient le mélange de feuilles et de terre pour former une pâte fine. La pâte se déplace plus loin dans le système digestif du lombric, où des bactéries participent à sa digestion tout comme notre propre flore intestinale nous aide à assimiler des nutriments qui ne seraient pas accessibles autrement. Lorsque le ver a retiré tous les nutriments présents dans la pâte, il excrète ce qu'il en reste, ainsi que les bactéries digestives s'y trouvant. Ces excréments recouvrent les parois du terrier d'une terre fertile et riche en matière organique. Bientôt des bactéries, des champignons et des micro-organismes affamés vont trouver cette cachette de matière organique et se reproduire rapidement dans les murs du terrier, y ajoutant leurs propres excréments et cadavres.

Stimulé par les nutriments de la feuille, le lombric creuse plus profondément dans le sol, ameublissant, aérant et fertilisant le sol. La pluie va ruisseler dans le terrier amenant de l'humidité plus en profondeur dans le sol qui conservera son humidité un peu plus longtemps entre les pluies. Au printemps une racine en croissance du chêne de votre voisin trouvera ce tunnel et ravi du passage facile et de la matière organique couvrant les parois atteindra une profondeur suffisante pour rejoindre cette source d'humidité entreposée. Le ver, grâce à ses excréments fertiles et à son terrier qui laisse entrer l'air, l'eau et les racines dans le sol, aura aidé le chêne et bien des organismes du sol.

Les lombrics font partie des créatures du sol les plus bénéfiques : ils retournent plus de 6 tonnes de sol par 1000 m² par année.

Pendant ce temps les invertébrés continuent de fragmenter la feuille en petits morceaux. La fragmentation expose davantage de surface foliaire aux attaques des bactéries et des champignons, accélérant davantage la décomposition. De plus, la petite armée d'acariens, de larves et d'autres invertébrés se nourrissant de la feuille déposent une bonne quantité d'excréments, qui devient aussi de la nourriture pour d'autres décomposeurs (un examen au microscope révèle que beaucoup de feuilles en décomposition sont rapidement couvertes d'excréments ce qui ajoute une quantité énorme de fumier fertile). Tout morceau de feuille qui n'est pas complètement digéré du premier coup lors de son passage dans le système digestif du décomposeur est mangé encore et encore par un petit être après l'autre jusqu'à ce que la matière organique soit réduite en particule microscopique. Les invertébrés du sol comme les lombrics et les acariens n'altèrent pas vraiment la composition chimique de la feuille, leur travail est principalement de pulvériser la matière. Leurs déplacements et leurs tunnels mélangent aussi les particules de la feuille avec le sol, où les fragments demeurent humides et appétissants pour d'autres. Dans certains cas les microbes intestinaux des organismes peuvent diviser de grosses molécules résistantes comme la chitine, la kératine et la cellulose en composants plus simple de la famille des sucres.

À mesure que les organismes du sol transforment la feuille en excréments et en particules microscopiques une seconde vague de bactéries, de champignons et d'autres microbes attaquent les restes. À l'aide d'enzymes et de leurs autres composantes chimiques métaboliques, ces microbes divisent de grosses molécules en petits fragments comestibles. La cellulose et la lignine, les parties dures de la paroi cellulaire des plantes sont décomposées en anneaux de carbone sucrés et aromatiques. D'autres microbes séparent les longues chaînes de protéines de la feuille en petits acides aminés. Certains de ces microbes sont hautement spécialisés, capables de diviser seulement quelques types de molécules, mais la diversité du sol est immense : une cuillère à café de sol peut contenir 5000 espèces de bactéries chacune dotée d'un ensemble d'outils chimiques différents. Donc en travaillant de concert ce véritable orchestre de milliers d'espèces de bactéries, de champignons d'algues et d'autres organismes décomposent totalement non seulement notre feuille de chêne mais presque tout ce qu'il rencontre.

En plus de décomposer la matière organique, ces microbes construisent aussi la structure du sol. En se nourrissant, certaines bactéries du sol sécrètent des gommes, des cires et des gels qui retiennent les petites particules du sol ensemble. Les cellules fongiques en croissance s'allongent en longues fibres pour former les hyphes qui entourent les amas de terre et les attachent ensemble. Ce mini amas présent dans les sols riches en organismes donne une texture meuble au sol : la structure « grumeleuse » qui désigne la structure aérée et friable que les jardiniers et les agriculteurs recherchent. Par ailleurs ces sous-produits microbiens gluants protègent le sol de l'assèchement et lui permettent de retenir d'énormes quantités d'eau. Sans la vie du sol la terre sèche elle se fait emporter par le vent, ou s'entasse en forme de mottes argileuses que les racines ne peuvent pas traverser.

Les microbes ne vivent pas longtemps, seulement quelques heures ou quelques jours. Lorsqu'ils meurent des microbes et des organismes plus gros les mangent. Les prédateurs sont abondants dans l'écosystème du sol. Des amibes voraces se cachent dans les couches d'humidité du sol, prêtes à dévorer les bactéries qui passent près d'elles. Les cirons (espèces d'acariens) les collemboles nivicoles, certains coléoptères et bien d'autres se nourrissent des décomposeurs primaires, ce sont les décomposeurs secondaires. De plus gros prédateurs se nourrissent de décomposeurs secondaires (et de certains décomposeurs primaires) il s'agit des mille-pattes, des carabes des chernètes (faux scorpions), d'acariens prédateurs, des fourmis et des araignées, ce sont les décomposeurs tertiaires.

Même si cet ordre des décomposeurs primaires secondaires et tertiaires semble suggérer une hiérarchie linéaire, les frontières ne sont pas définitives, les excréments et les cadavres des plus grosses araignées deviennent de la nourriture pour les bactéries et d'autres décomposeurs primaires, alors il est difficile de dire qui se trouve au sommet de la pyramide. L'écologie du sol est un ensemble de cycles interreliés.

Nous en venons à la formation de l'humus

Maintenant que notre feuille est presque complètement décomposée comment alors devient elle de la nourriture pour les plantes comment revient elle à la vie et se reconnecte-t-elle au plantes de nos jardins ? Les composantes de la feuille qui ne se recyclent pas en continu ou qui ne se dissipent pas sous forme gazeuse deviennent soit de l'humus soit des minéraux. Les deux sont d'une importance critique pour la santé des plantes.

Examinons l'humus : à mesure que notre feuille déchirée, mâchée et dissoute chimiquement par les organismes du sol, certaines parties de la feuille se décomposent plus rapidement que d'autres. Les tissus composés de sucre et d'amidon que la vie du sol convertit rapidement en énergie, en dioxyde de carbone en d'autres organismes, se décomposent en premier. La cellulose et certains types de protéines, un peu plus difficiles à digérer, sont des chaînes et des couches de petites molécules étroitement liées. Seuls certains organismes du sol disposent des enzymes spéciales requises pour briser les liens étroits qui retiennent ces polymères ensemble, alors ces composantes décomposent plus lentement. Les polymères les plus difficiles à décomposer sont la lignine qui donne au bois sa force, la chitine qui fait partie de la carapace de certains insectes et certains types de cires. Seuls les organismes spécialisés en particulier les champignons peuvent décomposer ces molécules tenaces. Les organismes incapables d'altérer ces composantes solide font tout de même des tentatives. Les microbes les recouvrent grignotant un peu d'écorce et modifiant les parties qu'ils peuvent digérer. Au cours d'un processus qui demeure très peu connu encore de nos jours, les microbes et autres forces de décomposition convertissent la lignine et les autres composés résistants de la feuille en humus : un groupe complexe et relativement stable de plusieurs substances qui subissent une décomposition bien plus lente. L'humus est surtout composé de carbone, d'oxygène d'azote et d'hydrogène reliés ensemble d'une manière qui les rend difficiles à diviser pour les organismes du sol.

D'une certaine façon l'humus est le stade final de la matière organique : lorsque les restes de notre feuille deviennent de l'humus, le rythme de la décomposition ralentit grandement. Puisque les organismes ne peuvent pas décomposer facilement l'humus ils s'accumulent dans le sol. Il se décomposera éventuellement mais dans un sol sain cela se fait au même rythme que de nouveaux débris en arrivent, ce qui résulte en une lente et constante accumulation d'humus.

Les organismes du sol peuvent décomposer l'humus mais seulement lorsqu'ils n'ont rien d'autre à manger, et avec réticence. Une baisse du niveau d'humus indique que le sol est en très mauvais état. Cela signifie que toute la matière organique facilement assimilable a été consommée et que les habitants sont en réalité en train de brûler leur maison pour se garder au chaud. L'humus est essentiel à la santé du sol ; donc un jardinier averti veillera à ce que son sol soit riche en humus.

Parmi toutes les composantes du sol, l'humus est de loin le meilleur type de sol pour conserver l'humidité et est capable d'absorber de 4 à 6 fois son poids en eau.

L'humus se gonfle aussi lorsqu'il est humide, alors un sol riche en humus se soulèvera doucement après une pluie. À mesure que le sol sèche, l'humus se rétracte, laissant des espaces d'air entre les particules de sol. Ce processus de soulèvement et de rétrécissement allège le sol agissant comme un léger labourage mais en causant bien moins de dommages et de perturbations à la vie du sol. Les sols aérés et riches en humus permettent aux racines et aux organismes du sol de se frayer facilement un chemin durant leur recherche de nutriments, et ces voyageurs aèrent davantage le sol. L'eau pénètre dans le sol ameubli plus profondément et y est conservé plus longtemps par l'humus. Voici une autre boucle de rétroaction positive : l'humus permet à l'humidité et aux organismes du sol de se rendre plus en profondeur dans le sol où il crée encore plus d'humus permettant une pénétration encore plus profonde, créant davantage d'humus, et ainsi de suite.

Le domaine que l'humus maîtrise à la perfection est la conservation des nutriments. La molécule d'humus illustrée ci-dessous montre qu'à l'échelle atomique ce que l'on voit de l'humus est un arrangement parsemé d'atomes d'oxygène. Ces nombreux atomes négatifs d'oxygène servent d'appâts pour attirer beaucoup d'éléments chargés positivement. Ceux-ci comprennent certains des nutriments les plus importants pour les plantes et les créatures du sol : le potassium, le calcium, le magnésium, l'ammonium, le cuivre, le zinc le manganèse et bien d'autres. Dans les bonnes conditions, lorsque le PH est proche de 7, l'humus peut capter et conserver d'énormes quantités de nutriments à charge positive.

Comment ces nutriments passent ils de l'humus aux plantes ?

Les racines des plantes secrètent de très faibles acides qui divisent les liens attachant les nutriments à l'humus. Les nutriments de l'humus sont déversés dans l'humidité du sol créant une soupe riche. Nourrie de ce bouillon nutritif les plantes peuvent absorber tout le calcium, l'ammonium et les autres nutriments dont elles ont besoin. Des études suggèrent que lorsque les plantes ont obtenu suffisamment de nutriments elles stoppent le flux d'acide pour éviter d'épuiser l'humus.

Cela est la méthode directe utilisée par les plantes pour aller chercher les nutriments de l'humus. La route indirecte est aussi fréquentée mais cette fois les intermédiaires sont les microbes. Ce type de transaction implique un échange. Les racines secrètent des sucres et des vitamines qui sont les aliments idéaux pour les bactéries et les champignons bénéfiques. Ces microbes forment de grosses colonies près des racines et s'attachent même à elles avalant la nourriture fournie par les plantes et baignant dans la couche d'humidité entourant les racines. En retour les microbes produisent des acides et des enzymes qui libèrent les nutriments attachés à l'humus et les partagent avec les plantes.

Un autre grand avantage pour les plantes est qu'un grand nombre des champignons et des microbes secrètent des antibiotiques qui protègent les plantes des maladies tous ces échanges mutuels créent une relation véritablement symbiotique.

La richesse minérale du sol

Examinons les parties de notre feuille qui ne se transforme pas en humus mais en minéraux. Comme la plupart des êtres vivants les feuilles sont principalement formées de composants faites à la base de carbone. Lorsque les créatures du sol mangent ces composantes une partie de carbone s'intègre aux parois cellulaires du consommateur. Les organismes du sol consomment aussi les autres éléments qui composent la feuille comme l'azote, le calcium, le phosphore et tout le reste, mais la plupart de ces éléments sont transformés en matière solide et reste dans le sol. Une grande partie du carbone, toutefois est exhalée dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone. Cela signifie que dans la matière en décomposition, le rapport entre le carbone et les autres éléments diminue. Le carbone s'envole dans l'atmosphère mais la majeure partie de l'azote par exemple reste dans le sol. Le rapport entre le carbone et l'azote diminue au cours de la décomposition. Les niveaux de carbone chutent rapidement alors que les niveaux des autres éléments de notre feuille en décomposition demeurent en grande partie les mêmes.

Après le passage des microbes, la majeure partie du carbone consommable a disparu. Il reste peu de chose sauf des composés organiques comme le phosphate, le nitrate, le sulfate et d'autres composés chimiques que la plupart des jardiniers ont déjà vu sur des sacs d'engrais. c'est vrai : les microbes produisent de l'engrais pour les plantes directement dans le sol. Le processus qui sépare les minéraux et les composés organiques permet leur retour dans le sol. Les minéraux (nitrates, phosphates et autres) sont des molécules minuscules généralement très mobiles qui se dissolvent facilement dans l'eau. Cela signifie que lorsque les minéraux des débris organiques sont libérés (ou que l'engrais est versé sur le sol) ils ne restent pas longtemps dans le sol mais sont plutôt facilement lessivés par la pluie. Les racines n'occupent qu'une très petite partie du sol, alors la majeure partie des minéraux n'entrent jamais en contact direct avec les racines. Sauf si ces minéraux isolés sont captés par l'humus ou les organismes du sol, ils s'écoulent dans l'eau de ruissellement et quittent l'endroit. Ce sont l'humus et les organismes du sol qui permettent au sol de conserver sa fertilité en retenant les nutriments qui sans eux seraient lessivés vers les rivières.