



Les substances humiques

Le terme «substance humique» est un nom générique donné à un grand nombre de polymères organiques amorphes et colloïdaux formés pendant la décomposition des matières organiques. Souvent extraite de charbon (ex. : léonardite), lequel est constitué d'une grande quantité d'éléments différents décomposés et compactés durant des millions d'années. Il produit des substances humiques beaucoup plus complexes que celles extraites de compost de feuillus. Les substances humiques sont généralement plus stables que les acides organiques. Elles influencent la fertilité du sol en améliorant sa structure, la disponibilité des nutriments et en complexant les métaux toxiques. Leur présence améliore l'activité biologique des sols en fournissant aux micro-organismes hétérotrophes un substrat énergétique et carboné.

Les substances humiques peuvent être divisées en trois fractions principales basées sur leur solubilité dans les acides et/ou les bases. La fraction soluble dans les acides et les bases s'appelle acide fulvique. Elle possède le plus faible poids moléculaire. Celle qui est soluble dans les bases mais précipite dans les acides est l'acide humique, et celle qui est insoluble dans les acides et les bases est l'humine.

Ces complexes peuvent aussi interagir avec des ions, des oxydes, des hydroxydes métalliques et des minéraux pour former des complexes organométalliques. Les groupements fonctionnels COOH, C=O sont impliqués dans la dégradation des minéraux du sol. Leur liaison aux métaux permet leur passage en solution et leur transport, sous formes solubles, dans les eaux et les sols (Schnitzer, 1978). Ces propriétés expliquent l'importance des substances humiques dans l'établissement du pH du sol et leur confèrent un pouvoir tampon qui permet d'en limiter les variations (Vaughan et Ord, 1985).

De nombreuses études montrent que l'ajout de substances humiques aux cultures hydroponiques favorise la croissance des parties aériennes (Chen and Aviad, 1990; Vaughan and Malcom, 1985b). Les principaux effets s'observent sur la production de biomasse de feuilles, de fleurs, de tiges et de fruits.

Les substances humiques agissent de façon à prévenir la décomposition des auxines naturellement présentes. Elles sont ainsi accumulées à l'intérieur des cellules, donnant des effets similaires à l'addition d'hormones artificielles dans les solutions nutritives.

Les acides fulviques

Les **acides fulviques** constituent une des fractions les plus importantes de l'humus. Ils sont la plus réactive des substances humiques. Ce sont des électrolytes organiques naturels capables d'équilibrer et de stimuler les propriétés biologiques des plantes. Transporteurs de molécules, les acides fulviques améliorent grandement l'assimilation des nutriments et le passage des micro-éléments à travers les membranes cellulaires (particulièrement le cuivre, le fer et le zinc).

Ils sont très mobiles et très vite entraînés par les eaux d'infiltrations qu'ils chargent de l'argile et le fer avec lesquels ils se sont liés. Ce sont par ce mécanisme les principaux agents du lessivage du fer et de la podzolisation. Ils ont la capacité de chélater plusieurs minéraux du sol et de favoriser leur absorption par les plantes.

La structure des acides fulviques, des acides humiques et des humines est analogue. Elle présente des noyaux aromatiques reliés par des chaînes aliphatiques et des groupements fonctionnels à caractère acide. Sous certaines conditions, il y a polymérisation progressive des noyaux et diminution de l'importance des chaînes aliphatiques et des groupements fonctionnels, ce qui permet d'affirmer que l'évolution des substances humiques peut être représentée par ce schéma : acides fulviques → acides humiques → humines.

Un **composé aromatique**, « aromatique » ou « arène¹ » dans le cas des hydrocarbures est un composé chimique qui contient un système cyclique respectant la règle d'aromaticité de Hückel. Un exemple classique est celui des cycles du type du benzène, avec 6 atomes de carbone formant un hexagone régulier et six électrons délocalisés tout autour du cycle. La représentation de ce système est un cycle hexagonal avec trois doubles liaisons alternées avec trois liaisons simples. Les six liaisons sont d'une longueur identique et sont situées entre la simple et la double liaison.

Ce modèle a été développé par Friedrich Kekulé von Stradonitz pour le benzène et consiste en deux formes en résonance, lesquelles correspondent aux liaisons doubles et simples changeant de positions. Une autre représentation est celle de la liaison π au-dessus ou sous l'anneau. Ce modèle représente plus correctement la position de la densité d'électron dans l'anneau aromatique.

Si le cycle contient un élément autre que du carbone, on parle d'hétérocycle aromatique. Les hydrocarbures possédant au moins 10 atomes de carbone ont pour propriété un haut indice d'octane.

En tant que composés **insaturés** (présence de doubles liaisons), ils se prêtent facilement à des transformations diverses (par réactions chimiques interposées) donnant naissance à des espèces chimiques nouvelles, surtout dans le domaine des matières plastiques.

Les acides humiques

Les **acides humiques** constituent l'autre fraction la plus importante de l'humus.

Ils sont peu mobiles, mais sont capables de se lier plus ou moins fortement selon leur type avec d'autres corps présents dans le sol et en particulier avec l'argile. Dans ce cas, on parle d'*acides humiques gris* ; le complexe formé avec l'argile ou complexe argilo-humique est très stable.

Il existe également des *acides humiques bruns* qui constituent des composés relativement peu stables.

Les acides humiques sont des polymères à haut poids moléculaire, chargés négativement, de couleur noire à brun foncé, résultant d'un processus de condensation oxydative des composés phénoliques et liés à des acides aminés, des peptides et des polysaccharides. Ils sont riches en carbone mais moins riches en oxygène.

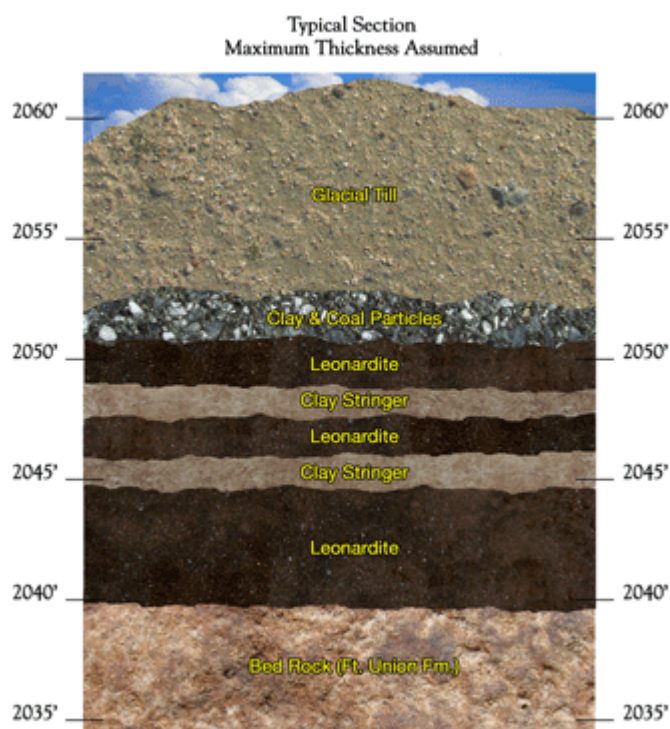
Les humines

Les humines ressemblent beaucoup aux acides humiques. Elles n'en diffèrent que par le fait qu'elles se trouvent en association très étroite avec les matériaux inorganiques. Les humines correspondent donc à la partie non-extractible de la fraction humifiée.

La structure des acides fulviques, des acides humiques et des humines est analogue ; Elle présente des noyaux aromatiques reliés par des chaînes aliphatiques et des groupements fonctionnels à caractère acide. Sous certaines conditions, il y a polymérisation progressive des noyaux et diminution de l'importance des chaînes aliphatiques et des groupements fonctionnels, ce qui permet d'affirmer que l'évolution des substances humiques peut être représentée par ce schéma : acides fulviques → acides humiques → humines.

Léonardite : Argile schisteuse, riche en acides humiques et fulviques. Elles proviennent d'une dégradation chimique et biologique des résidus de plantes et d'animaux ainsi que des activités synthétiques des micro-organismes.

Le Léonardite se trouve associé à des dépôts de surface à proximité de lignite. On pense qu'il a été formé par l'oxydation de lignite.



Lignite : roche sédimentaire composée de restes fossiles de plantes (vient de Lignine). C'est une roche intermédiaire entre la tourbe et la houille, composée de 50 à 60 % de carbone.




Mine de lignite en Pologne



Mine allemande de Hambach



 Centrale électrique brûlant du lignite près de Cologne



Le lignite est utilisé pour le chauffage et pour produire de l'électricité.

L'Allemagne serait le premier producteur mondial (20% dont environ 90 % est brûlé pour produire de l'électricité, assurant près de 30 % de la consommation électrique allemande. Les autres grands pays producteurs sont les États-Unis (10%) et l'Australie (8%).

Lignite (millions de tonnes) - Mai 2007: 894,800 (Allemagne = 175.400)

L'équipe **SYMBIOSE**