

## Stockage et fourniture des nutriments

Les sols stockent et fournissent des éléments nutritifs aux micro-organismes, à la faune du sol et aux végétaux : azote, phosphore, calcium, oligoéléments, etc. Ces éléments sont essentiels à leur développement.

Rédaction : Jean-Pierre Sarthou (avril 2023)

Le sol, grâce à ses **argiles** (cf. Synthèse « Argiles ») et ses **matières organiques** (cf. Synthèse « Matière organique ») chargées toutes deux négativement (Figure 1), a la capacité de **retenir les éléments minéraux** utiles aux plantes, chargés eux positivement comme les cations potassium, calcium, magnésium, sodium, zinc, cuivre et même azote sous forme ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Retenir des anions, chargés donc négativement comme les phosphates ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) et les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), est possible grâce à des ponts calcium ou magnésium mais à condition que le sol en soit bien pourvu.

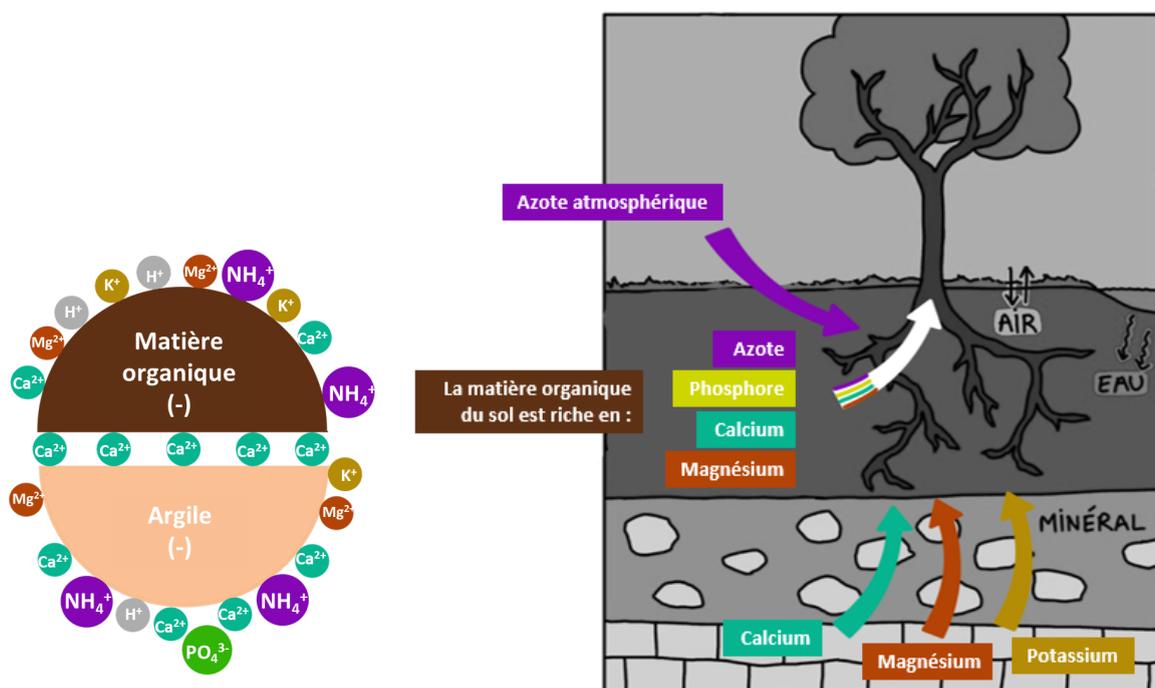


Figure 1. Association organo-minérale, stock et fourniture d'éléments minéraux aux végétaux. Source : Solenn Chauvel.

D'autres anions ne sont que très mal retenus (chlore, bore) voire pas du tout (azote sous forme nitrate,  $\text{NO}_3^-$ ), alors qu'ils sont essentiels au bon développement des plantes. La solution dans un schéma agroécologique, est alors d'augmenter la teneur des sols en **matières organiques** (cf. Synthèse « Matière organique »), puisque le bénéfice est double sur un plan nutritionnel : d'une part elles augmentent fortement les charges négatives et donc



améliorent la capacité de rétention en ions des sols (appelée CEC\*), d'autre part elles constituent un réservoir important de **tous les éléments minéraux nécessaires aux plantes**. Ces éléments sont alors inclus dans des molécules organiques (c'est à dire composées d'au moins deux atomes de carbone), plus ou moins complexes, constitutives des matières organiques dites dégradées/stabilisées (cf. Synthèse « Stockage, recyclage et transformation de la matière organique »), produits de l'activité des micro-organismes du sol.

Pour que la biomasse végétale morte, comme les résidus de culture, donne une quantité maximale de matière organique évoluée (ce qui est souhaitable pour améliorer les sols actuels), il a été démontré que les divers éléments minéraux dont ont besoin les micro-organismes décomposeurs (appelés saprophytes), doivent être bien présents (présence initiale suffisante, ou ajout) dans le milieu. Ils sont ainsi à disposition de ces derniers lorsqu'ils dégradent les matières organiques nouvellement apportées au sol, à l'instar des exigences des plantes quand elles poussent. Cela est d'autant plus important à respecter/corriger (par apport des minéraux manquants, ce que permet quasi-automatiquement l'élevage) quand le résidu est riche en carbone et pauvre en autres éléments, comme la paille, qui s'est vidée de la plupart de ses éléments minéraux au profit du grain. Livrée à elle-même, la paille a donc un coefficient isohumique (ou k1) faible, de 0,15 (1 tonne de paille aboutit à 150 kg de matière organique évoluée, difficilement dégradable), alors qu'il monte à 0,6 dès lors que les autres éléments minéraux sont apportés. Une fois formées, ces matières organiques évoluées vont plus ou moins se lier aux particules fines du sol, telles que les argiles et limons fins, sous l'effet des organismes « malaxeurs » du sol et notamment du tube digestif des vers de terre (cf. Synthèses « **Associations Organo minérales** » et « **Faune du Sol** »).

Une partie de ces matières organiques évoluées et liées, est malgré tout minéralisée, i.e. transformées en composés minéraux simples assimilables par les plantes (dioxyde de carbone, ions nitrate, sulfate, phosphates, etc.), surtout à l'automne lorsque le sol est chaud et de nouveau humide. Cette part augmente significativement avec la présence **d'air** dans le sol, donc dans les sols à **texture** sableuse ou subissant de fortes et fréquentes perturbations mécaniques. Il est essentiel de veiller à ce qu'au moins la part de matière organique évoluée perdue annuellement par minéralisation, soit remplacée par la formation de la même quantité de matière organique évoluée, par décomposition des résidus, voire à ce que le bilan soit positif afin que le stock de cette matière organique (ou le stock de carbone puisque la matière organique est constituée à 58 % de carbone) augmente année après année. Cet enrichissement des sols agricoles en matière organique évoluée, grâce à la restitution d'une partie significative de la biomasse végétale, puis à sa minéralisation partielle, garantit à terme la fourniture d'un ensemble d'éléments minéraux variés, en proportions adaptées aux besoins de croissance non seulement des microorganismes du sol mais aussi des cultures.



L'augmentation de ce stock de matière organique évoluée contribue au stockage de carbone, d'autant plus qu'elle est étroitement liée aux particules fines du sol, et participe donc activement à l'atténuation du changement climatique (le sol, via les végétaux, est un puits de carbone naturel, cf. Synthèses « **Échanges gazeux avec l'atmosphère** »).

## Questions clés

- En matière de dynamique organo-minérale d'un sol, qu'évoque le coefficient  $k_1$  : la minéralisation primaire des résidus d'une plante/culture ? le coefficient isohumique *i.e.* l'efficacité de transformation d'une biomasse végétale en matières organiques évoluées ? ou bien la part du stock de matière organique d'un sol qui disparaît chaque année par minéralisation secondaire ?

*Réponse : le coefficient isohumique i.e. l'efficacité de transformation d'une biomasse végétale en matières organiques évoluées*

- La matière organique évoluée du sol est constituée à 38 %, 58 % ou 78 % de carbone ?

*Réponse : 58 %*

## Bibliographie

Boulakia S., Tivet F., Husson O., Séguy L., 2020. Nutrient management practices and benefits in Conservation Agriculture systems. In: Burleigh Dodds Series in Agricultural Science (A. Kassam, Ed.), p. 169-198, Burleigh Dodds Science Publishing.

Citeau L., Bispo A., Bardy M., King D., 2008. Gestion durable des sols. Ed. Quae, Coll. Savoir faire, 336 pp.

Diacono M., Montemurro F., 2010. Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30 (2), 401-422.

Kirkby C. A., Richardson A. E., Wade L. J., Batten G. D., Blanchard C., Kirkegaard J. A., 2013. Carbon-nutrient stoichiometry to increase soil carbon sequestration. *Soil Biology and Biochemistry*, 60, 77-86.

Kirkby C. A., Richardson A. E., Wade L. J., Conyers M., Kirkegaard J. A., 2016. Inorganic Nutrients Increase Humification Efficiency and C-Sequestration in an Annually Cropped Soil. *PLOS ONE*, 11 (5), e0153698.

Pousset J., 2017. Engrais verts et fertilité des sols. Eds. La France Agricole, 370 pp.