



Associations organo-minérales

Nous désignons les associations étroites entre les argiles et la matière organique du sol. Nous nous formons parfois naturellement (réactions physico-chimiques) mais aussi par l'activité des organismes du sol. Influençant la pédogenèse, nous contribuons à améliorer la porosité et la stabilité structurale du sol et donc les conditions de vie des êtres vivants du sol.

Rédaction : Isabelle Basile-Doelsch (avril 2023)

Les associations organo-minérales : difficiles à observer, difficiles à définir

En science du sol, la notion d'**associations organo-minérales** est un terme qui prend progressivement le pas sur le terme ancien de « complexe argilo-humique ». Au sein des associations organo-minérales, les **matières organiques** sont intimement **liées aux minéraux de petite taille**.

Cette notion de taille fait intuitivement référence aux **argiles** (cf. Synthèse « Les argiles »), argiles qui, elles-mêmes, peuvent avoir une double signification. Il peut s'agir d'**argiles granulométriques**, c'est à dire des particules dont la taille est inférieure à 2 microns, mais il peut aussi s'agir d'**argiles minéralogiques**, qui représentent alors un type particulier de minéraux (les phyllosilicates). Avec ce double sens, le terme d'argile est donc bien « pratique » lorsqu'il est difficile d'avoir accès à des outils de caractérisation ! Le terme « argile » est ainsi souvent utilisé, même si les matières organiques peuvent être associées à des minéraux qui ne sont pas des phyllosilicates et qui ont une taille supérieure à 2 microns.

Les associations organo-minérales sont difficiles à caractériser, car il faut disposer de protocoles et de techniques capables de :

- caractériser les matières organiques sans être gênées par les minéraux
- caractériser les minéraux sans être gênés par les matières organiques
- ou mieux encore, caractériser matières organiques et minéraux simultanément

Ainsi, la complexité de ces approches ainsi que la petite taille des associations organo-minérales restent, même encore aujourd'hui, un frein à leur observation. Malgré tout, les scientifiques proposent des représentations variées de ces associations organo-minérales.



Représentations conceptuelles : une question d'échelle

Plusieurs modèles conceptuels sont proposés par les scientifiques qui cherchent à représenter les associations organo-minérales :

- **Représentation aux échelles microscopiques** : les associations organo-minérales sont représentées par des petits **agrégats** au sein desquels on trouve des **minéraux**, des **micro-organismes vivants** (bactéries, hyphes de champignons...), des **molécules organiques sécrétées par les micro-organismes** (polysaccharides extracellulaires), des **matières organiques dites particulières** (issues des plantes en cours de dégradation), des **matières organiques amorphes** et de l'**eau**. L'ensemble forme des **micro-agrégats** difficiles à disperser. Celui représenté sur le schéma de la Figure 1, à gauche (échelle micrométrique), a une taille d'environ 20 microns.
- **Représentations aux échelles nanométriques** : lorsque l'on cherche à comprendre les interactions entre les molécules organiques et les minéraux du sol, il faut encore zoomer et descendre aux échelles de la dizaine de nanomètres. Encore aujourd'hui, analyser les associations organo-minérales à ces toutes petites tailles reste un défi. Il en résulte que les scientifiques en proposent différentes représentations. Certains scientifiques suggèrent de représenter les **molécules organiques retenues** (ce qui veut plus ou moins dire « collées ») sur les surfaces des minéraux : c'est le **modèle dit d' « adsorption »** (Figure 1 : schéma à droite, en haut). D'autres scientifiques proposent un modèle plus original dans lequel les minéraux sont si petits qu'ils ont approximativement la même taille que les molécules organiques. L'imbrication entre matière organique et minéraux est là encore plus intime : c'est le **modèle de « copré-cipitation »**. Dans les sols, **il est fort probable que les deux modèles existent !**



LA FRESQUE DU SOL

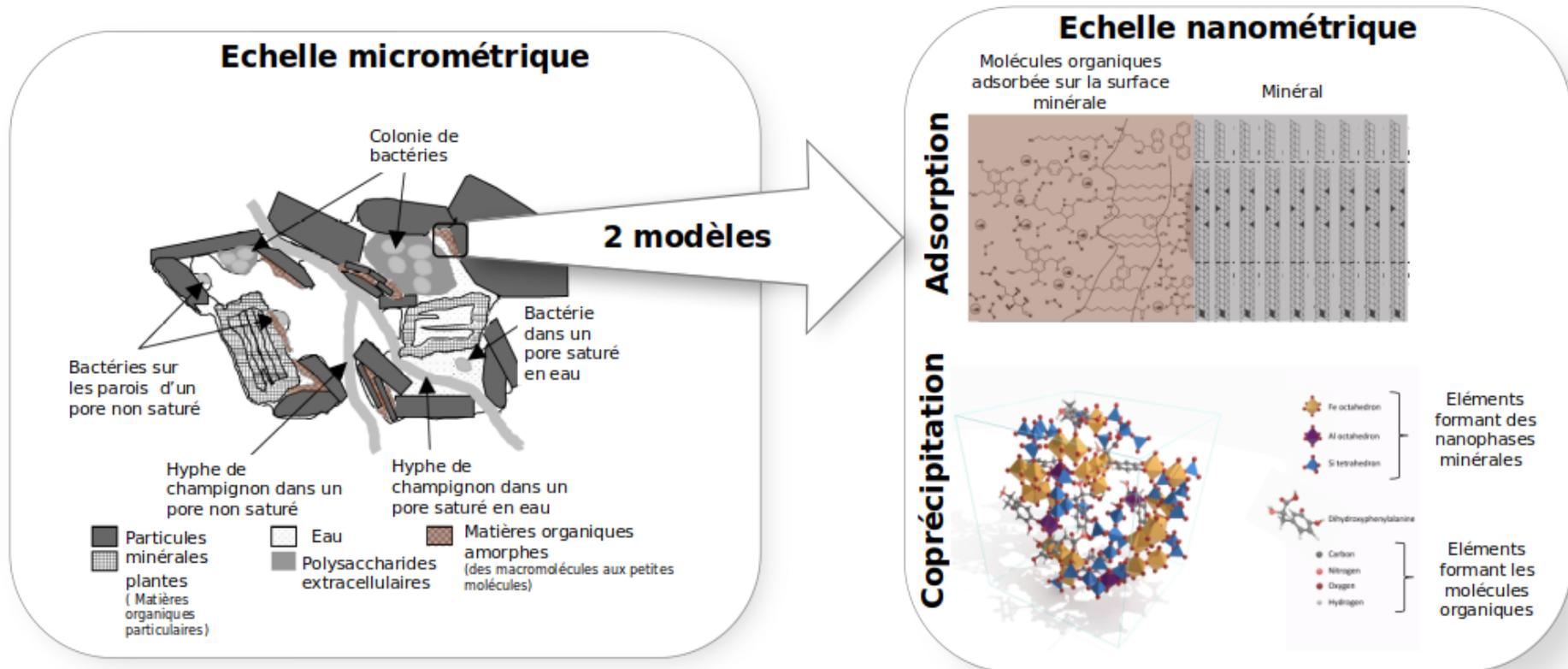


Figure 1. à gauche, une représentation schématique d'un micro-agrégat (environ 20 microns) représentant l'association de phases minérales avec des matières organiques vivantes (bactéries et champignons) et mortes (débris de végétaux, matières organiques amorphes, métabolites extracellulaires). A droite, les deux modèles d'interactions aux échelles nanométriques entre molécules organiques et phases minérales. En haut, le modèle d'adsorption des molécules organiques sur la surface du minéral. En bas, le modèle de coprécipitation dans lequel les minéraux sont si petits qu'ils sont de la même taille (voire plus petits) que les molécules organiques.

Sources : Adapté de Chenu et Stotsky, 2002 ; adapté de Tamrat et al. 2019 et Kleber et al. 2007



Importance des associations organo-minérales

Ces interactions entre matières organiques et minéraux revêtent une **importance fondamentale dans le fonctionnement des sols**. En effet, l'**âge moyen** des matières organiques dans les sols est de plus de **4 000 ans** ! Ce qui signifie que **les matières organiques sont protégées de la dégradation** par les micro-organismes du sol : sans les minéraux, ce serait « buffet de matières organiques à volonté » pour les micro-organismes qui sont omniprésents dans les sols.

Ainsi, les associations organo-minérales font l'objet de nombreux travaux de recherche à l'heure actuelle, car elles sont non seulement les **garantes de la préservation de la fertilité des sols** (en maintenant des taux élevés de matières organiques), mais elles comptent aussi parmi les facteurs clés de la **séquestration à long terme du carbone dans les sols**, séquestration qui représente un des leviers à actionner pour atténuer le **changement climatique**.

Bibliographie

Chenu, C. and Stotsky, G. (2002) Interactions between microorganisms and soil particles : an overview, in: Huang, P.M., Bollag, J.M., Senesi, N. (Eds.), Interactions between soil particles and microorganisms Wiley & Sons.

Kleber, M., Sollins, P. and Sutton, R. (2007) A conceptual model of organo-mineral interactions in soils: self-assembly of organic molecular fragments into zonal structures on mineral surfaces. Biogeochemistry 85, 9-24.

Tamrat, W.Z., Rose, J., Grauby, O., et al. (2019) Soil organo-mineral associations formed by co-precipitation of Fe, Si and Al in presence of organic ligands. Geochimica et Cosmochimica Acta 260, 15-28.