# Quelques rappels – Les constituants du sol

### Le complexe argilo-humique ou CAH

C’est un complexe qui permet, du fait de sa **charge négative**, de récupérer tous les cations du sol (Ca2+, K+).

Du fait de ce complexe, les éléments ne sont pas lessivés.

**Formation** :

1. **Argile + Humus** se lient 🡺 complexe d’échange important (sites négatifs de l’argile + matière organique).

**3 liaisons biochimiques connues :**

* **Ponts calciques** : pour lier l’argile et la matière organique, on utilise du calcium Ca2+ qui fait office de liaison et rassemble les particules de matière organique et les argiles dans un sol.
* **Les oxydes et hydroxydes** de Fe/Al. Ils permettent sous la forme OH de lier l’argile et la matière organique.
* Les **argiles** qui sont chargés négativement **sont sous forme de feuillets**. Les charges négatives à l’intérieur, les bordures de feuillets altérées. Il y a des sites négatifs (le plus souvent) ou positifs (quelques-uns) en bordure de feuillet. L’argile peut se lier directement à la matière organique grâce à ces sites positifs (liaison directe)

**Composante biologique** : Les microorganismes (champignons/bactéries) jouent un rôle dans le complexe argilo-humique.

* Clay = argile
* Mucus microbien permet aux particules de se lier (colle).
* Les champignons font des hyphes = longs filaments qui permettent à la matière organique et aux argiles de se lier ensemble.

Photo a = bactéries sur une particule de sol

Photo b = filaments (hyphes)

1. **Complexe adsorbant**

Il **adsorbe les cations du sol**. Il les attire, mais il n’y a **pas de liaisons chimiques** **fortes** (pas de liaisons covalentes). Les cations adsorbés peuvent repasser dans la solution du sol.

L’échange est **très rapide**, **réversible**, **mais limité** : on ne peut pas récupérer tous les cations. Le facteur limitant pour récupérer les cations sont les **sites négatifs** (dépend de la quantité de sites négatifs du complexe adsorbant).

Il est variable selon les terres, il dépend de : **la quantité de matière organique, de la teneur en argile, de la quantité et qualité.** Il dépend de la **teneur en oxydes et du pH** (il conditionne la forme – ou la forme OH suivant la teneur en proton du sol).

Il y a une part fixe et une part variable dans un sol :

* **Part fixe** = charges permanentes quel que soit le pH
* **Variables** = varient suivant le pH. Ce sont les bordures des feuillets.
* **Partie fixe** dans un sol lié à la nature de l’argile.

**Capacité d'échanges cationiques (CEC)**

**La matière organique possède de nombreuses charges négatives ce qui veut dire que l’on peut jouer sur le complexe adsorbant d’un sol.**

Le pouvoir adsorbant concerne essentiellement les cations mais **quelques anions** **peuvent être retenus sur le complexe** de deux façons différentes.

Le phosphore se lie par **complexation** avec un **ligand** (**positif**) ce qui lui permet d’être adsorbé sur le complexe.

**NO3-** est peu retenu sur les charges positives, il ne reste jamais dans la solution du sol (soit retenu par les plantes, soit lessivé)

**4 grands cations** : **Sodium**, **Potassium**, **Calcium**, **Magnésium**. Ils saturent plus ou moins le sol via leur adsorption.

Ils sont liés au sol par des relations très faibles = **liaisons électrostatiques**.

Les liaisons par complexation type phosphore sont aussi sous forme électrostatique.

Quand les H+ se lient au complexe, ils le sature et ne sont pas échangeables, les autres cations ne peuvent pas les déloger.

Le taux de saturation varie selon la protonation du complexe.

### Décarbonatation

Le CaCO3 consomme le **H+🡪HCO3- 🡪 CO2**

Comme le CaCO3 se lie avec le H+ il reste du Ca2+. Le calcium est lessivé.

### Acidification – Décalcification

* H+ se lient de **façon covalente** mais **un peu de H+** se lient de **façon échangeable**.
* **On perd** des **sites négatifs de façon durable**

### Acidification – Aluminisation

* On essaie d’éviter au maximum cette phase dans les sols
* Le pouvoir tampon des minéraux se met en place -> **fixation de l’aluminium sur le complexe adsorbant**
* Le complexe est majoritairement sous forme de protons covalents ou échangeables et d’aluminium échangeable.
* Très critique dans un sol. pH = 4 -> plus de microorganisme, plus de minéralisation. Aluminium dans la solution + complexe = phytotoxicité
* Ce phénomène se fait naturellement. Le problème est que le fait de cultiver un sol accélère ce phénomène puisqu’on intensifie la végétation -> relargage de proton par les racines. Aérage du sol par le labour -> booste la minéralisation -> H+ et tendance à mettre des engrais minéraux (Ex : Azote sous la forme NH4+ qui devient NO3- = H+)

### Chaulage – recalcification

* Le pH bas solubilise des éléments utilisables par la plante
* Le pH joue sur la solubilisation des éléments traces métalliques -> toxicité pour les plantes
* Pollutions aux éléments traces métalliques dans les cours d’eau.
* Le pH eau mesure l’acidité effective
* Le pH KCl mesure l’acidité d’échange qui correspond aux protons fixés de façon faible sur le complexe.

### Variation des pH eau et pH KCl dans le temps sur sol non chaulé

Il y a un pH plus acide en été : microorganismes plus actifs, moins d’eau.

### Le dispositif des 42 parcelles à Versailles

Dispositifs long termes.

### Evolution physico-chimique du sol

* Le témoin perd du pH -> le sol s’acidifie d’un point de pH en 70 ans.
* Le fait d’intensifier la production agricole, cela accélère le phénomène naturel (2 points de pH avec les engrais ammoniacaux/azotés)
* Quand on met du fumier ou des amendements basiques, on augmente le pH (base forte). On apporte de la matière organique avec le fumier, elle se minéralise produit des protons. On pourrait se dire que le sol s’acidifie. Mais en fait on crée de la minéralisation (N, P, CO2, O) mais une partie est humifiée. La matière organique stable augmente, c’est le troisième pouvoir tampon du sol, qui récupère les H+.

### Surface du sol après l’hiver, KCl

Sol dégradé en termes de structure.

### Position approx de quelques milieux eH et pH

Dans tout milieu, suivant le potentiel redox et le pH, les différents ions du sol prennent différentes formes.

Milieux en contact avec l’atmosphère, milieux de transition, milieux isolés de l’atmosphère (marais, tourbière -> eau gorge la porosité du sol)

Quand il y a de l’oxygène dans la porosité, les minéraux sont sous forme oxydée. Milieu avec eau = réduit.

### Evolution du système Fe

* Milieu oxydé –> Fe3+
* Milieu réduit, sol se gorge d’eau.

### Eléments : du sol à la plante

* Oligoélément = pas toxique
* Eléments traces métalliques = toxiques

Phosphore méthodes : Olsen,…,… et chacun à créer sa méthode pour récupérer une partie du phosphore.