

Séquence II-2 : le sol

1. Le sol, un milieu d'échanges de matières

On définit le sol comme la **partie supérieure et arable de l'écorce terrestre**. Une plante est un organisme vivant qui a besoin d'un apport de matière pour se développer.

Comment le sol va-t-il permettre d'échanger de la matière avec la plante ?

1.1- Le sol : une interface terre – eau – air :

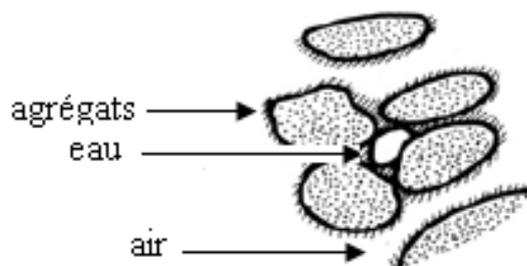
Il est constitué de :

- **matières organiques** : l'**humus**,
- **matières minérales** : sable, calcaire, **argile**,
- **d'eau et d'air circulant dans les différents pores** (= cavité) du sol.

Remarque : La terre est dite poreuse. L'humus correspondant à la matière organique du sol est formé par des éléments C, H, O et N.

Dans la phase solide, **les argiles s'associent à l'humus** (la matière organique) pour former le complexe **argilo-humique (CAH)**.

La **terre arable** se présente sous forme d'agrégats (des grumeaux) de différentes tailles. Au microscope, chaque « grumeau » apparaît formé de grains de sable cimentés par le **complexe argilo-humique (CAH)**. Une telle structure présente des **pores** ou cavités permettant une bonne circulation de l'air et de l'eau dans le sol.



1.2- Mise en évidence des échanges de matière dans le sol :

Quel est le rôle de l'eau ?

L'eau présente dans le sol permet de dissoudre certains composés moléculaires mais surtout les **composés ioniques** : l'eau est un **solvant**. Le mélange obtenu est une **solution aqueuse**.

Un composé ionique libre en solution aqueuse deux types d'ions : les anions chargé négativement et les cations chargés positivement.

Une solution ionique contient autant de charges électriques positives que de charges électriques négatives : elle est électriquement neutre.

Les principaux ions que l'on trouve dans les sols sont :

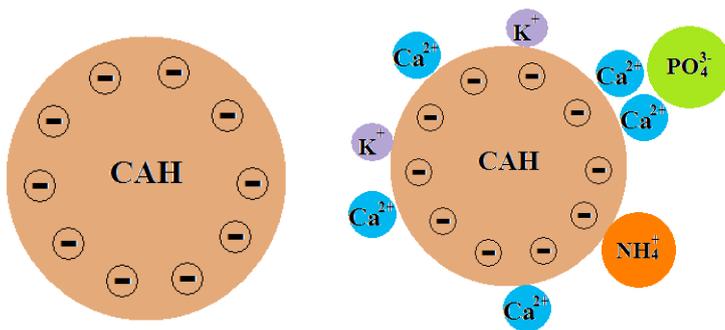
Nom	Nitrate	Ammonium	Phosphate	Carbonate	Potassium	Calcium	Magnésium	Sulfate
Formule	NO_3^-	NH_4^+	PO_4^{3-}	CO_3^{2-}	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}

Anion cation

Les ions du sol sont les principaux fournisseurs d'éléments nutritifs pour les plantes.

Quel est le rôle du complexe argilo humique ? (Belin document 4 p77)

Sachant que le CAH présent dans la terre est chargé négativement, ils vont retenir les ions positif: les cations (NH_4^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} ... excepté les PO_4^{3-} retenus par un pont calcique)



Le CAH constitue donc un véritable réservoir de cations.

2. Importance de la solution du sol.

2.1- Pourquoi le CAH constitue-t-il une réserve de cation dans le sol ?

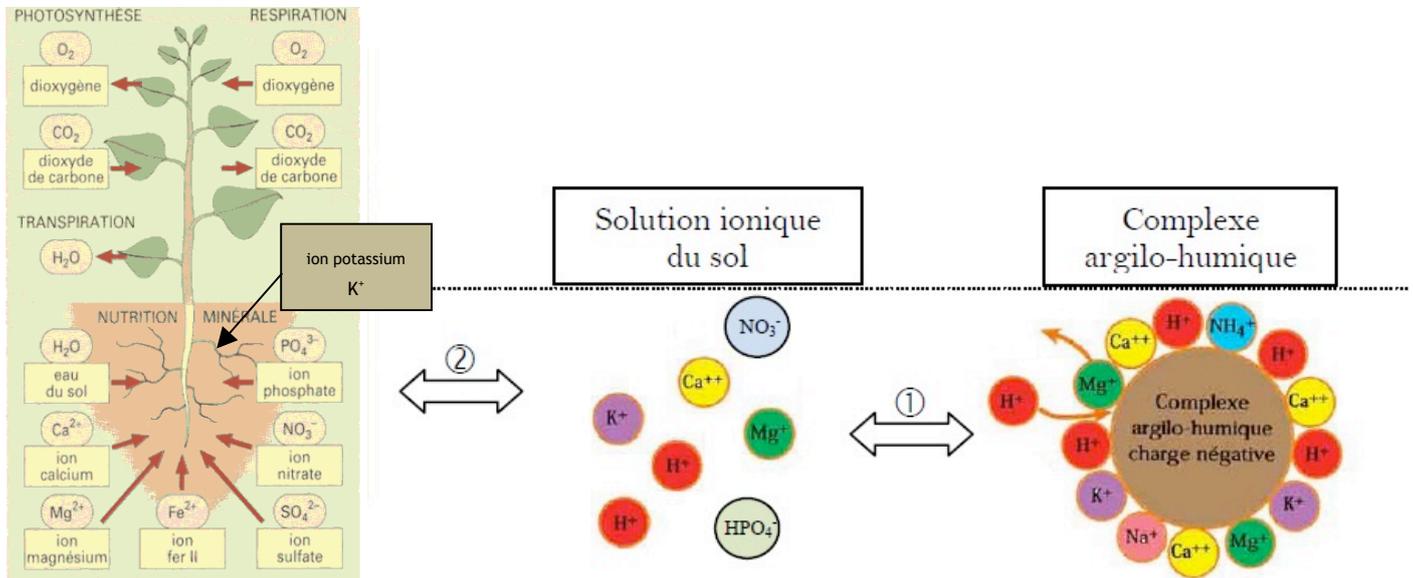
Les végétaux se nourrissent essentiellement de carbone C, hydrogène H, oxygène O et azote N. Mais ils ont aussi besoin d'autres éléments minéraux indispensables pour croître : calcium Ca, potassium K, phosphore P, magnésium Mg et le sodium Na.

Pour répondre à ses besoins, une plante absorbe :

- le dioxyde de carbone CO_2 de l'air au niveau des feuilles => apport en carbone et oxygène,
- la solution ionique au niveau des racines dans le sol, c'est-à-dire :

* l'eau H_2O (=> apport en hydrogène et oxygène),

* les ions positifs et négatifs (= minéraux) qu'elle contient (=> apport en azote, calcium, potassium, phosphore, magnésium ...).



Le sol constitue un véritable **milieu d'échanges de matière**:

- 1- la solution du sol conserve les anions et cède des cations au CAH de charge négative,
- 2- au niveau des racines, la plante absorbe les anions et les cations de la solution du sol selon ses besoins.

Les échanges de matière dans le sol se font obligatoirement via la solution ionique du sol.

En formant un réservoir de cations, le CAH constitue un réservoir de substances nutritives aux végétaux. => Sa présence est donc un critère de qualité du sol avec sa solution ionique.

A la surface Le complexe argilo-humique (ou C.A.H.) du sol des ions sont échangés.

2.2- Engrais et produits phytosanitaires :

Pour améliorer les rendements et la productivité agricole (*pour nourrir toute la planète*), l'agriculteur utilise des produits (naturels ou de synthèse) tels que :

a- Les engrais

Lorsque le sol ne contient pas tous les constituants nécessaires au développement des plantes, il faut compenser les carences ou les pertes en éléments nutritifs d'un sol dues aux cultures ce qui permet de nourrir et de stimuler la croissance des végétaux.

Ils rendent le sol plus fertile en fournissant, sous forme d'ions, au moins un élément majeur à la croissance du végétal (azote N, le potassium K, le phosphore P).

Une utilisation excessive d'engrais contribue à la pollution de l'eau des fleuves, des lacs et des nappes phréatiques. Cette pollution modifie l'équilibre biologique des milieux aquatiques et peut être toxique pour la santé humaine.

b- Les produits phytosanitaires

Les **produits phytosanitaires** sont des substances chimiques qui permettent de protéger les végétaux et d'en combattre les parasites. Ils sont parfois appelés pesticides.

On utilise différentes sortes de produits phytosanitaires :

- Les herbicides pour détruire les plantes parasites.
- Les insecticides pour éliminer les insectes nuisibles.
- Les fongicides comme bouillie bordelaise pour lutter contre les champignons parasites, les bactéries et les virus.

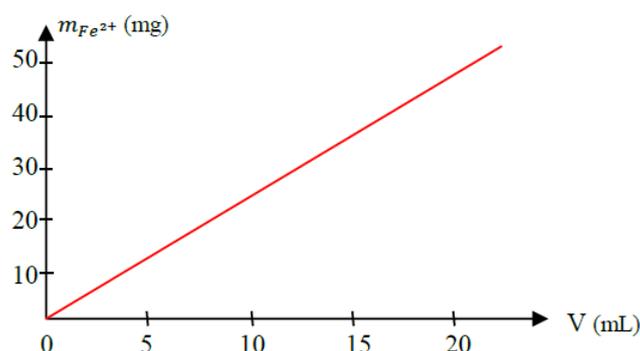
Lorsqu'une activité humaine est à l'origine de l'enrichissement local du sol en éléments nutritifs, on parle d'eutrophisation.

Rq : * La composition, qui diffère d'un produits à l'autre, peut être déterminée par dosage par comparaison.

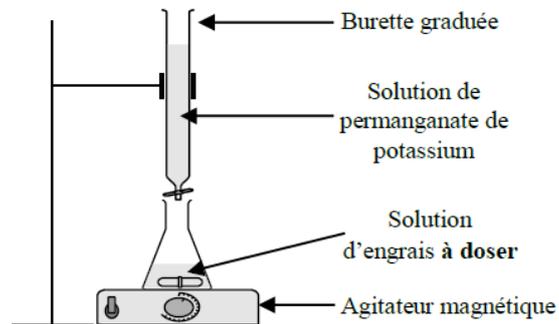
3. Dosage d'une espèce chimique présente dans un engrais ou produit phytosanitaire

Un dosage par comparaison est permet de déterminer la quantité d'une espèce chimique présente dans un engrais ou produit phytosanitaire, en comparant le résultat du dosage réalisé avec l'engrais ou produit phytosanitaire avec une courbe d'étalonnage préalablement réalisée ou une échelle de teinte.

Exemple d'utilisation d'une courbe d'étalonnage :



Le montage utilisé pour réaliser un dosage utilisant la réaction chimique de l'espèce à doser avec une autre espèce chimique est le suivant :



<http://clemspcreims.free.fr/1L-ES-2011.html#sols>

Prendre en compte la qualité des sols et le contexte géopolitique

Bibliographie et sitographie

- D. Nahon, L'épuisement de la terre, l'enjeu du XXI^e siècle, *Odile Jacob sciences*, 2008
- Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France (IAURIF), Atlas rural et agricole de l'Ile-de-France. 180 p. 2004

Ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative (DGESCO)

Enseignement de science – ES et L – Nourrir l'humanité

<http://eduscol.education.fr/prog> Page 6 sur 78

- <http://geodata.grid.unep.ch> United Nations Environment Programme :

Cette base de données en ligne contient plus de 500 variables différentes: - statistiques au niveau national, régional, sous-régional - données géospatiales (cartes) couvrant des thèmes aussi variés que l'eau douce, la population, les forêts, les émissions, le climat, les désastres, la santé et le PNB. Il est possible de les afficher en temps réel sur une carte, un graphique, dans un tableau ou encore de les télécharger dans différents formats.

- <http://acces.inrp.fr/eduterre-usages/sol>

Exemples d'exploitations pédagogiques de SIG sur la thématique des sols, patrimoine fragile

- www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/cartographie/750.html

Outil de visualisation cartographique dans la partie cartographie du site « Observation et statistiques » du ministère de l'écologie et du développement durable.

- www.agro-systemes.com/analyses-sol.php?numrub=7&lg=fr&numcommande Agrosystèmes : analyses de terres, d'eaux, de végétaux

Activités pour la classe

- Rétention des ions par les sols :

Certaines pratiques culturales sont accusées d'être à l'origine de la pollution des nappes phréatiques. On peut montrer expérimentalement que les sols retiennent mieux certains ions que d'autres. Notion de C.A.H. (complexe argilo-humique). Echanges ioniques et entraînement par les eaux de ruissellement.

Situation 2 – rôle du CAH d'un sol, analyse de l'eau de ruissellement (TP, cours)

Situation 3 – impact du type de sol sur la rétention des ions

Situation 4 – qualité des sols, CAH et échanges ioniques (TP, cours)

Situation 5 – qualité des sols CAH / échanges ioniques dans le CAH (cours, évaluation)

Situation 6 - qualité des sols et des eaux / mangrove (cours, évaluation)

On peut également consulter les sites académiques :

www.spc.ac-aix-marseille.fr/webphp/phy_chi/index/index.php

www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique

www.phychim.ac-versailles.fr

Activités pour la classe

Situation 2 : rôle du CAH d'un sol ; analyse d'une eau de ruissellement

Situation 6 – qualité des sols et des eaux/ mangrove

Situation 14 – qualité de l'eau ; composition ; potabilité

On peut également consulter les sites académiques :

www.spc.ac-aix-marseille.fr/webphp/phy_chi/index/index.php

<http://pedagogie.ac-amiens.fr/sp>

Séquence II-2 : Le sol

