

## Activité documentaire : les sols

NOTIONS ET CONTENUS	COMPETENCES ATTENDUES
<p><b>Qualité des sols et de l'eau</b></p> <p>Le sol : milieu d'échanges de matière.</p> <p>Engrais et produits phytosanitaires, composition chimique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exploiter des documents et mettre en œuvre un protocole pour comprendre les interactions entre le sol et une solution ionique en termes d'échanges d'ions.</li> <li>• Mettre en œuvre un protocole expérimental pour doser par comparaison une espèce présente dans un engrais ou dans un produit phytosanitaire.</li> </ul>

### Compétences transversales

- Mobiliser ses connaissances
- Rechercher, extraire, organiser des informations utiles
- Formuler des hypothèses
- Reasonner, argumenter, démontrer

### ACTIVITE 1 : Composition d'un sol

*Compétences exigibles : Exploiter des documents et mettre en œuvre un protocole pour comprendre les interactions entre le sol et une solution ionique en termes d'échanges d'ions.*

#### Composition de la terre arable

Le sol, milieu de vie intense, regroupe différents écosystèmes selon la profondeur et l'humidité, le couvert végétal, la porosité... Siège de nombreuses réactions chimiques et de phénomènes biologiques, il constitue, en particulier avec l'atmosphère et l'hydrosphère, un des maillons des cycles indispensables à la vie.

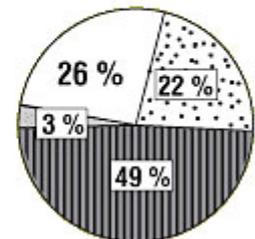
Pour semer du maïs ou du blé dans un champ, l'agriculteur travaille la couche superficielle du sol, dont l'épaisseur varie de 20 à 30 cm : c'est la couche arable.

La couche arable est composée en volume de :

- 49 % de matières minérales (sable, calcaire, argile)
- 26 % d'eau
- 22 % d'air
- 3 % de matières organiques appelées humus provenant de la décomposition des végétaux.



**Répartition des éléments en volume**



#### Le complexe argilo-humique (C.A.H)

A un niveau d'observation plus fin, la terre arable apparaît comme un ensemble de particules insolubles dans l'eau de taille variable que l'on appelle des agrégats. Entre ces agrégats, on trouve de l'air et de l'eau.

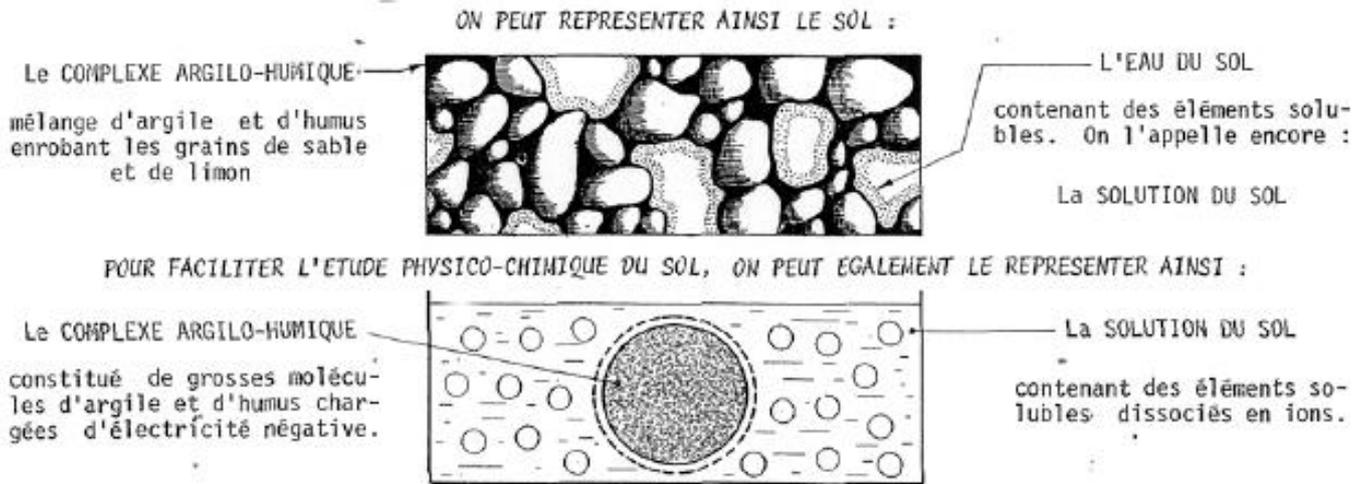
Les agrégats sont constitués de grains de silice ( $\text{SiO}_2$ ), de calcaire ( $\text{CaCO}_3$ ) et de complexes argilo-humiques (C.A.H) association de particules d'argile (aluminosilicates) et d'humus.

L'eau est présente dans les cavités entre les agrégats. Son abondance est variable selon les saisons.

#### Le rôle de l'eau

L'eau contient les ions issus de la dissolution des composés ioniques d'origine naturelle ou artificielle provenant des engrais apportés par l'homme. L'eau dans le sol est porteur d'ions mobiles qui seront en contact avec le complexe argilo-humique.

En résumé :



D'après *Physique-chimie 2<sup>de</sup>*, Bordas 1997 et [www.madadoc.mg/8088\\_Presentation%20physico-chimie.pdf](http://www.madadoc.mg/8088_Presentation%20physico-chimie.pdf)

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

Nom	Nitrate	Ammonium	Phosphate	Carbonate	Potassium	Calcium	Magnésium	Sulfate
Formule	$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$

Questions :

- De quoi sont constitués les solides présents dans la terre arable ?
- Qu'est-ce que le complexe argilo-humique ? Quelle est sa charge électrique ?
- Qu'est-ce qu'un ion ? Quels sont les 2 types d'ions ? Donner leur nom.
- Lorsqu'on dissout un composé ionique dans l'eau, que contient la solution ? Comment est appelée la solution ?
- Quels types d'ions trouve-t-on dans le sol ?

6) Quel est le rôle de l'eau ?

Compléter le texte ci-dessus avec les mots suivants : anions ; solvant ; dissoudre ; cations ; électriquement neutre ; solution aqueuse

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

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

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

**ACTIVITE 2 : Quel est le rôle du complexe argilo humique ?**

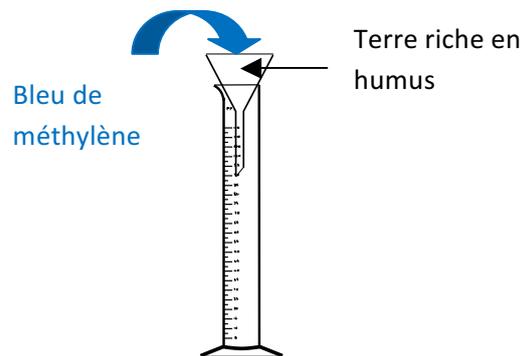
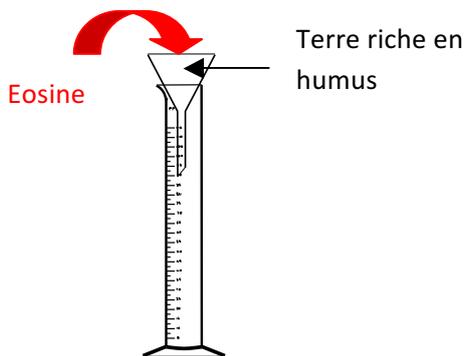
- Exploiter des documents et mettre en œuvre un protocole pour comprendre les interactions entre le sol et une solution ionique en termes d'échanges d'ions.

**Expérience :**

Préparer 2 dispositifs de filtration sur filtre.

Placer dans chaque filtre, de la terre riche en humus.

Verser lentement sur la terre soit une solution diluée d'éosine (qui doit sa couleur rose à des ions négatifs), soit une solution diluée de bleu de méthylène (qui doit sa couleur bleue à des ions positifs).

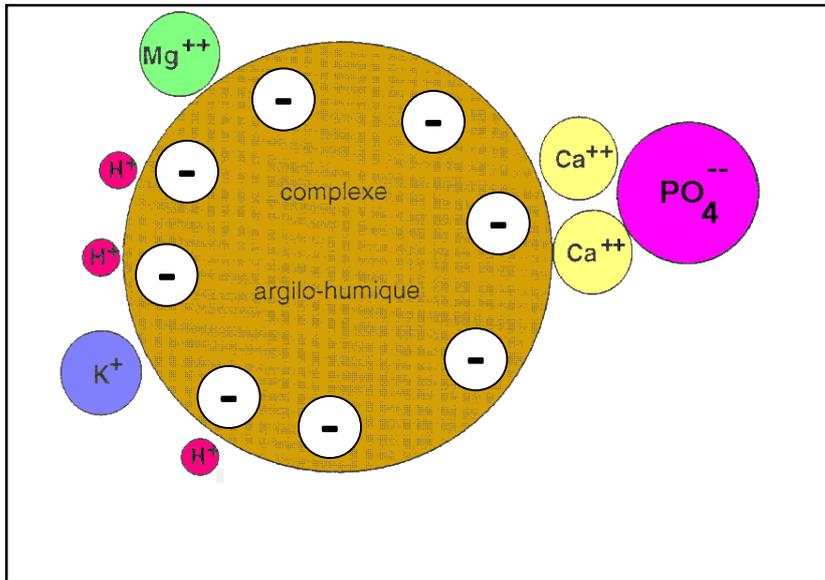
**Observations :**

Voir l'expérience dans le livre p

**Interprétations :**

Sachant que la couleur du bleu de méthylène est due à un cation et que celle de l'éosine est due à un anion, expliquer les résultats de l'expérience.

Que se passe-t-il donc pour les ions naturellement contenus le sol » ? (Voir dessin ci-dessous)



### ACTIVITE 3 : Les engrais

Compétences exigibles : Exploiter des documents et mettre en œuvre un protocole pour comprendre les interactions entre le sol et une solution ionique en termes d'échanges d'ions.

#### Document 1 : Les engrais : présentation et utilisation

D'après [www.gralon.net/articles/maison-et-jardin/jardin/article-les-engrais---presentation-et-utilisation-1505.htm](http://www.gralon.net/articles/maison-et-jardin/jardin/article-les-engrais---presentation-et-utilisation-1505.htm)

Les engrais sont utilisés depuis l'Antiquité pour améliorer la croissance des plantes. Certaines méthodes empiriques comme l'ajout d'os, de déjections animales ou de cendres remontent à la nuit des temps. Aujourd'hui, avec l'engouement des consommateurs pour les produits bios et naturels, les recettes anciennes reviennent à la mode.

#### Présentation

Le nom d'**engrais** est réservé aux produits comportant au moins 3% de N, P, K (symboles des éléments chimiques azote, phosphore et potassium).

Ces produits sont utilisés pour nourrir les végétaux et stimuler leur croissance mais n'améliorent pas la structure du sol.

Si les produits de synthèse issus de l'industrie chimique dominent encore très largement ce marché, les jardiniers soucieux de protéger l'environnement se tournent de plus en plus vers les produits naturels, voire certifiés "bio".

#### Composition des engrais

Les engrais sont des mélanges d'éléments nutritifs destinés à augmenter le rendement et la qualité des cultures.

Les éléments de base de la plupart des produits du commerce sont l'**azote (N)**, le **phosphore (P)** et le **potassium (K)**. On parle d'ailleurs d'engrais NPK pour désigner les produits associant ces trois éléments chimiques.

L'azote contribue au développement des parties aériennes de la plante (feuillage) et s'utilise au printemps pour stimuler le démarrage de la végétation.

Le phosphore accroît la résistance générale des plantes et contribue au développement des racines. Quant au potassium, il favorise la floraison et le développement des fruits.



### Comment utiliser les engrais ?

Il est essentiel de **bien doser les apports d'engrais**, même quand on utilise des produits naturels, car les plantes trop nourries sont plus sensibles aux maladies et aux ravageurs.

L'utilisation excessive d'engrais comporte également **des risques pour la santé et l'environnement** (phénomène de lessivage, pollution des eaux potables par les nitrates, eutrophisation de l'eau).

### Document 2 : La pollution par les nitrates

*D'après [www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/degradation/07\\_pollution.htm](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/degradation/07_pollution.htm)*

En France, la présence de nitrates dans les eaux continentales provient à 66 % de l'agriculture, suite à l'épandage de doses massives d'engrais azotés et de lisier (effluents d'élevage), les zones les plus atteintes étant les plaines alluviales qui récoltent les eaux des grands bassins versants et sont des lieux privilégiés d'agriculture intensive. Le reste est issu des rejets des collectivités locales (22 %) et de l'industrie (12 %).

Très solubles dans l'eau, les nitrates constituent aujourd'hui la cause majeure de pollution des grands réservoirs d'eau souterraine du globe qui par ailleurs présentent en général une qualité chimique et bactériologique satisfaisante pour l'alimentation. Cette pollution a débuté à la fin des années 1950 et n'a fait qu'augmenter depuis lors. Alors qu'en l'absence de contamination, la teneur en nitrates des eaux souterraines varie de 0,1 à 1 milligramme par litre d'eau, elle dépasse souvent aujourd'hui 50 milligrammes par litre, norme retenue pour les eaux potables par l'Organisation mondiale de la santé. Désormais, de telles eaux nécessitent donc un traitement spécifique pour pouvoir être consommées.

L'essentiel de cette pollution est dû à la différence entre les apports en nitrates sous forme d'engrais et ce qui est réellement consommé par les plantes. En France, selon un bilan du ministère de l'Agriculture, cet excédent est passé de 320 000 tonnes en 1995, à 400 000 tonnes en 1997, les régions les plus touchées étant la Bretagne, la Champagne-Ardenne, le Centre et le Poitou-Charentes et l'Île-de-France.

La pollution par les nitrates est un problème complexe. Outre d'être des nutriments pour les plantes, les nitrates sont également consommés par les microorganismes (bactéries et champignons) présents dans la terre. Ils participent ainsi à la synthèse des matières organiques du sol qui stockent en leur sein l'azote contenu dans les nitrates qui n'ont pas été consommés dans l'année par les plantes, et ce jusqu'à leur mort. Leur décomposition par les bactéries libère alors l'azote qu'elles contiennent sous la forme de nitrates. Mais cette libération peut se produire à tout moment de l'année, notamment lorsque les plantes sont au repos et s'alimentent peu : dans ce cas, ne pouvant être consommés par ces dernières, les nitrates libérés sont lessivés par les eaux de ruissellement et d'infiltration.

Les nitrates emportés par les eaux d'infiltration au cours d'une année ne proviennent donc que pour une faible part des engrais apportés cette même année. L'essentiel provient de la production de nitrates par la matière organique morte des sols, c'est-à-dire des nitrates épandus les années précédentes et stockés. À ceci s'ajoute parfois la lenteur de la progression de l'eau d'infiltration dans les sols.

Chaque épandage contribue donc peu chaque année à la contamination des eaux, mais il y contribue durant de nombreuses années. D'année en année, ces contributions " retardées " s'additionnent les unes aux autres et les quantités de nitrates lessivés atteignant les nappes augmentent. C'est ainsi que la pollution actuelle des nappes souterraines provient de 20 à 30 années d'épandage d'engrais. Même si l'on arrêta aujourd'hui de fertiliser les sols, il faudrait attendre plusieurs décennies avant de retrouver une situation normale.

La pollution des eaux par les nitrates présente un double risque. Ingérés en trop grande quantité, les nitrates ont des effets toxiques sur la santé humaine, ils contribuent avec les phosphates à modifier l'équilibre biologique des milieux aquatiques en provoquant des phénomènes d'eutrophisation, voire de dystrophisation.

Définitions (d'après Wikipédia) :

Les **nutriments**, ou **éléments nutritifs**, sont constitués par l'ensemble des composés organiques et minéraux nécessaires à l'organisme vivant pour entretenir la vie

L'**eutrophisation** est la modification et la dégradation d'un milieu aquatique, lié en général à un apport excessif de substances nutritives (azote provenant surtout des nitrates agricoles et des eaux usées, et secondairement de la pollution automobile, et phosphore, provenant surtout des phosphates et des eaux usées), qui augmentent la production d'algues et d'espèces aquatiques.

La **dystrophisation** est l'état extrême de l'eutrophisation, qui se traduit par la mort des organismes animaux et végétaux supérieurs.

### Questions :

- 1) Pourquoi apporte-t-on des engrais aux cultures ?
- 2) De quels éléments chimiques sont composés les engrais ?
- 3) Rappeler la formule des ions nitrates. Quel élément nutritif est apporté par les nitrates ?
- 4) Que deviennent les nitrates non consommés par les plantes
- 5) Pourquoi les ions nitrates ne sont pas fixés par le C.A.H et sont facilement lessivés par les eaux de ruissellement et d'infiltration ?
- 6) Quels sont les risques de la pollution des eaux par les nitrates ?

## ACTIVITE 4 : Les produits phytosanitaires

*Compétences exigibles : Mettre en œuvre un protocole expérimental pour doser par comparaison une espèce présente dans un engrais ou un produit phytosanitaire.*

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.



Le sulfate de fer II est employé pour éliminer la mousse qui envahit les gazons, empêchant ainsi le gazon de pousser.

Il est recommandé d'utiliser des solutions comprises entre 30 et 40 g/L en sulfate de fer pour traiter le gazon.

Expérience : Introduire dans un tube à essais, quelques mL de solution de sulfate de fer II.

Dans le tube, ajouter successivement : 1 mL de solution d'acide chlorhydrique à 6 mol/L (prélevé à la burette)

5 gouttes d'eau oxygénée à 20 volumes (prélevé à la burette)

1 mL de solution de thiocyanate de potassium à 200 g/L (prélevé à la burette au bureau)

Boucher, agiter le tube. Qu'observez-vous ?

Un jardinier amateur retrouve dans son atelier une bouteille contenant une solution de sulfate de fer II mais dont il ne connaît pas la concentration.

A l'aide de l'expérience précédente, proposer un protocole permettant d'aider le jardinier à évaluer la concentration de sa solution.

*On attend des élèves qu'ils proposent de réaliser une échelle de teintes (déjà réalisée en seconde) mais il faut utiliser des solutions très diluées en fer ce que les élèves ne peuvent trouver. On leur fournit donc le protocole suivant :*

A partir d'une solution-mère contenant 20 mg/L d'ions fer III, chaque groupe prépare 2 tubes à essais parmi les 10 de l'échelle de teinte ci-dessous. On obtient 10 solutions-filles de concentration massique en fer III à 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 mg/L.

Numéro du tube	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volume de solution mère (mL)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volume d'eau (mL)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Concentration ion fer	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20

Pour notre expérience, la solution contenue dans la bouteille du jardinier a été diluée 2000 fois.

Dans un autre tube, verser à la pipette jaugée, 10 mL de la solution diluée et effectuer les mêmes opérations que précédemment.

En déduire un encadrement de la concentration massique en ions fer II de la solution diluée puis de la solution contenue dans la bouteille du jardinier.

### CONCLUSION :

La concentration en ions fer II de la solution diluée est comprise entre .....

Donc la concentration de la solution contenue dans la bouteille est comprise entre .....

Le jardinier peut-il utiliser la solution de la bouteille pour éliminer la mousse dans son gazon ? Justifier.

*Le professeur pourra donner aux élèves une solution de sulfate de fer II qui respecte ou non la concentration d'un anti-mousse.*

*J'ai testé l'échelle de teinte avec un produit antichlorose qui contient du fer chélaté par de l'EDTA. On obtient une échelle de teinte mais les couleurs ne sont pas suffisamment stables.*

### Expérience prof :

*Le professeur prépare deux dispositifs de filtration contenant chacun de la terre de bruyère. Dans le premier, il verse une solution de bleu de méthylène. Dans le second, il verse une solution d'éosine.*

### Observations :