

# Nourrir l'humanité

Vers une agriculture durable au niveau de la planète

## QUALITE DES SOLS

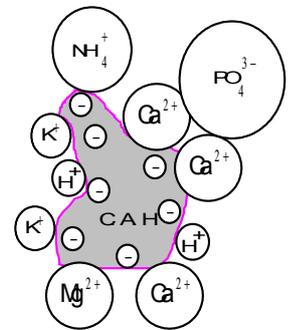
### 1 - LE SOL : MILIEU D'ECHANGES DE MATIERE

Pour vivre et se développer, les plantes ont besoin d'eau, de près de 20 éléments nutritifs qu'elles trouvent sous forme minérale dans le sol, ou aussi apportés par l'air et l'énergie solaire. Un végétal peut être composé jusqu'à 90% d'eau et 10% de matière sèche, la matière sèche contenant tous les autres éléments indispensables à la plante.

Parmi les éléments nécessaires, on trouve l'élément carbone, oxygène, hydrogène provenant du dioxyde de carbone de l'air et dans l'eau. Les autres éléments tels que l'azote, le phosphore, le potassium et en moindre quantité le calcium, le soufre, le magnésium ainsi que les oligo-éléments (éléments comme le cuivre, le fer, le manganèse..... nécessaires à la plante mais en très faibles quantités) sont fournis aux végétaux par le sol.

Pour être assimilés par les plantes, ces éléments doivent être, pour la plupart, contenus dans des ions. Ces ions sont en équilibre avec un complexe appelé « complexe argilo-humique » noté CAH qui joue alors le rôle de réservoir à ions. Ce complexe, présent dans le sol, sous forme solide est un mélange de minéraux argileux et d'humus (couche supérieure du sol créée et entretenue par la décomposition de la matière organique, essentiellement par l'action combinée des animaux, des bactéries et des champignons du sol).

Au fur et à mesure de la croissance de la plante, ces ions vont être utilisés, il y a donc un appauvrissement du sol en éléments nutritifs. Il est alors nécessaire de fertiliser le sol.



Composition de la matière végétale sèche.

| élément      | C  | O  | H | N | K   | Ca  | P   | Mg  | S   |
|--------------|----|----|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| %<br>(masse) | 42 | 44 | 6 | 2 | 2,5 | 1,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |

#### Questions :

- 1- Quels sont les trois éléments qui composent l'essentiel de la matière sèche de la plante ? (indiquez nom et symbole). Où la plante trouve-t-elle ces éléments ?
- 2- Où trouve-t-elle les autres éléments ?
- 3- On distingue macroéléments et oligo-éléments concernant les autres éléments nécessaires à la plante, à votre avis, qu'est-ce qui distinguent ces deux termes ?
- 4- Sous quelle forme ces éléments peuvent-ils être assimilés par les plantes ?
- 5- Pourquoi le complexe argilo-humique peut-il être qualifié de « réservoir » ? Pourquoi peut-il « retenir » les éléments chimiques ?
- 6- Par rapport à sa charge (et à l'aide du schéma donné), retient-il tous les types d'ions ?

../..

7- Complétez le tableau suivant (à l'aide des informations données et de vos connaissances) :

|               | Nom de l'élément | Symbole de l'élément | Forme (nom et formule) |
|---------------|------------------|----------------------|------------------------|
| Macroéléments |                  |                      |                        |
|               |                  |                      |                        |
|               |                  |                      |                        |
|               |                  |                      |                        |
|               |                  |                      |                        |
|               |                  |                      |                        |
| Oligoéléments |                  |                      |                        |
|               |                  |                      |                        |
|               |                  |                      |                        |

8- L'assimilation de **tous** ces éléments se fait sous forme de **réactions chimiques**. Certaines nécessitent un apport d'énergie. Comment cette énergie est-elle fournie ?

## 2- LA FERTILISATION DES SOLS

### Activité documentaire :

L'appauvrissement du sol en éléments nutritifs au fur et à mesure de la croissance d'une plante nécessite de fertiliser le sol régulièrement.

Les Egyptiens, durant des milliers d'années ont utilisés les riches limons apportés par le Nil, des poissons enterrés sous le maïs en Amérique du Nord, ou encore des excréments humains et animaux ont été utilisés pour enrichir et entretenir les sols. Puis avec l'essor de l'industrie chimique, charbonnière et pétrolière au 19<sup>e</sup> siècle, sont apparus les engrais chimiques.

Les engrais doivent apporter, en justes proportions :

- Des éléments de base : azote, phosphore, potassium ; on parle alors des engrais de type NPK si les trois sont associés.
- Des éléments secondaires comme le calcium, soufre, magnésium ;
- Des oligo-éléments tels que le fer, le manganèse, le cuivre, le zinc, le sodium...

Les éléments secondaires se trouvent habituellement en quantité suffisante dans le sol, et ne devraient être ajoutés qu'en cas de carence, la plupart devenant toxiques, à faible dose, au-delà d'un seuil variant selon les éléments.

Les plantes ont besoin de quantités relativement importantes des éléments de base, les macroéléments. L'azote, le phosphore et le potassium sont donc les éléments qu'il faut ajouter le plus souvent aux sols pauvres ou épuisés par des récoltes intensives.

- L'azote contribue au développement végétatif de toutes les parties aériennes de la plante, il est à distribuer au printemps, lors de la pousse de la végétation mais sans excès car cela se ferait au détriment du développement des fleurs et des fruits.
- Le phosphore renforce la résistance des plantes et contribue au développement des racines. En excès, il est un facteur d'eutrophisation de l'eau.
- Le potassium contribue à favoriser la floraison et le développement des fruits.

Le trio « NPK » constitue la base de la plupart des engrais chimiques. L'azote est le plus important d'entre eux mais c'est celui aussi qui pose le plus de problèmes à cause du phénomène de lessivage, lié à la forte solubilité des nitrates dans l'eau.

On distingue les engrais organiques d'origine animale ou végétale des engrais minéraux.

Les engrais organiques d'origine animal sont surtout des déchets industriels tels que les déchets d'abattoirs (sang desséché, déchets de poissons), boues d'épuration des eaux. Ils sont intéressants pour leur apport en azote à la décomposition relativement lente, et pour leur action favorisant la multiplication rapide de la microflore du sol mais n'enrichissent guère le sol en humus stable.

Les engrais organique d'origine végétal sont des résidus verts, compostés ou pas, ou encore des plantes cultivées spécialement comme engrais (algues par exemple). Ce sont aussi des sous produits de l'élevage tels que les fumiers.

Les engrais minéraux sont produits par l'industrie chimique ou par l'exploitation de gisements naturels de phosphate et de potasse. Ces engrais apportent les éléments de base sous forme d'ions :

- ✓ Les engrais azotés sont apportés sous forme d'ions nitrate  $\text{NO}_3^-$  ou d'ions ammonium  $\text{NH}_4^+$  ;
- ✓ Le phosphore est apporté sous forme d'ions phosphate  $\text{PO}_4^{3-}$  ;
- ✓ Le potassium apporté sous forme d'ions potassium  $\text{K}^+$ .

Les engrais doivent être utilisés avec précaution et sans excès. L'utilisation excessive entraîne des conséquences sanitaires et environnementales. Le risque sanitaire le plus connu est celui relatif à la consommation d'eau riche en nitrate, par le nourrisson. Le risque environnemental le plus répandu est celui de la pollution de l'eau potable ou de l'eutrophisation des eaux. Les engrais répandus en trop grande quantité par rapport aux besoins des plantes, sont entraînés vers la nappe phréatique par infiltration ou vers les cours d'eau par ruissellement.

**Questions :**

- Pourquoi l'homme doit-il utiliser des engrais ?
- Est-ce une pratique récente ?
- Les engrais doivent apporter, en justes proportions, trois types d'éléments, quels sont-ils ?  
Donnez 3 exemples pour chacun d'eux (nom et symbole correspondant).
- Le CAH cité dans l'étude précédente est-il capable de tous « les mettre en réserve » ?  
Quelle peuvent être alors les conséquences d'un apport en excès ?
- On s'intéresse maintenant aux éléments de base, complétez le maximum de cases du tableau à l'aide des informations données dans le texte

| Nom et symbole de l'élément de base | Forme apportée par les engrais (et symbole) | Rôle de l'élément | Conséquences d'un excès |
|-------------------------------------|---|-------------------|-------------------------|
|                                     |   |                   |                         |
|                                     |   |                   |                         |
|                                     |   |                   |                         |

Pour approfondir.... avec le livre, par exemple :

- Qu'est-ce que le lessivage des sols ?
- Pourquoi une eau trop riche en nitrates est-elle dangereuse pour le nourrisson ?
- Qu'est-ce que l'eutrophisation des eaux ? Que cela implique-t-il ?

### 3- LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Un produit phytosanitaire est destiné à protéger les espèces végétales cultivées et à en améliorer les rendements. Il agit en tuant ou repoussant des animaux, des bactéries, d'autres plantes concurrentes...

On y trouve :

- Des bactéricides contre les bactéries ;
- Des fongicides contre la prolifération de champignons ;
- Des insecticides contre les insectes ;
- Des herbicides ou désherbants pour la destruction de plantes indésirables....

#### Composition chimique d'un produit phytosanitaire

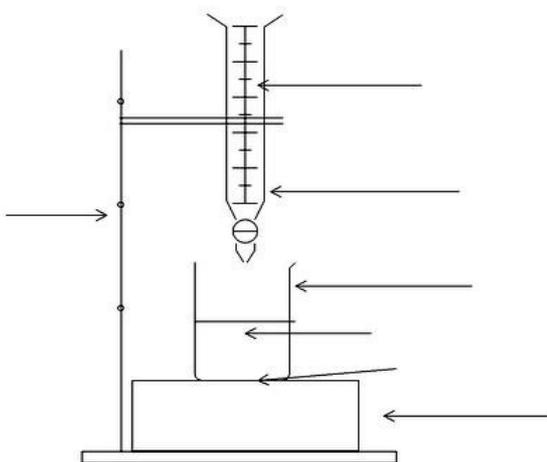
Pour éliminer la mousse du gazon, un chimiste a préparé une solution à partir d'un produit phytosanitaire contenant des ions ferII. Pour ne pas faire trop de dégâts, cette solution devait avoir une teneur ou concentration massique en ions fer II inférieure à  $50\text{mg.L}^{-1}$ . Le chimiste a préparé une solution, mais habile, comme il est, il s'est trompé de fiche et il n'a aucune idée sur la réelle concentration de la solution qu'il a réalisée.

Une chance, pour lui, dans son laboratoire, il dispose d'une solution fiable, réalisée à partir du même produit phytosanitaire, de concentration connue et égale à  $80\text{mg.L}^{-1}$ .

Comment, à partir de la solution fiable, dont il dispose, peut-il retrouver la concentration de la solution qu'il a préparée ? Aidez-le à résoudre son problème en élaborant un protocole expérimental.

Indices :

- il existe un réactif appelé ion permanganate  $\text{MnO}_4^-$  (de couleur magenta) capable de réagir avec les ions fer II ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Lorsqu'ils réagissent avec les ions  $\text{Fe}^{2+}$ , les ions permanganate  $\text{MnO}_4^-$  se transforment en ions  $\text{Mn}^{2+}$  incolores.
- Le dispositif expérimental ci-joint peut vous être très utile, notamment pour réaliser, ce que l'on appelle un **dosage par comparaison**. Légendez le schéma et étudiez comment il peut vous aider.



Vous disposez :

- d'une pipette jaugée de  $20,0\text{mL}$ , permettant de prélever un volume très précis de solution.
- d'une solution de permanganate de potassium de concentration  $0,02\text{mol.L}^{-1}$ .
- d'une solution en ions fer II obtenue à l'aide du produit phytosanitaire (sulfate de fer) à  $80\text{mg.L}^{-1}$ .
- solution en ions fer II obtenue à l'aide du produit phytosanitaire à  $x\text{mg.L}^{-1}$ .

Pour aller plus loin....

- Les produits phytosanitaires sont-ils sans danger pour l'homme ? pour l'environnement ?
- Cherchez un produit phytosanitaire retiré du marché et expliquez les raisons.