

Contenu : le sol, milieu d'échanges de matière.

Compétences : exploitation de documents et mise en œuvre d'un protocole sur les échanges sol / ions.

I – Le sol : milieu d'échanges de matière

Étude de document

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 d'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.

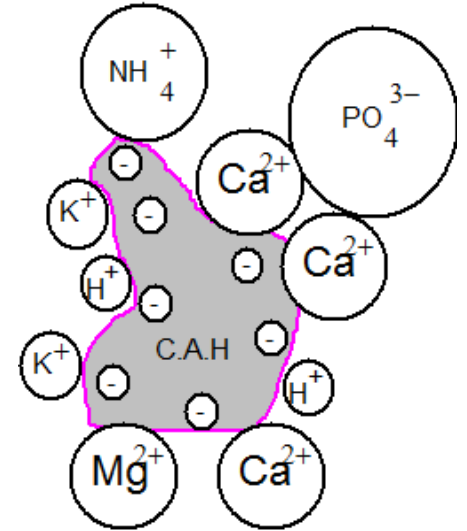
Parmi les éléments nécessaires, on trouve l'élément carbone, oxygène, hydrogène provenant du dioxyde de carbone de l'air et dans l'eau. Les autres éléments tels que l'azote, le phosphore, le potassium et en moindre quantité le calcium, le soufre, le magnésium ainsi que les oligo-éléments (éléments comme 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, sous forme d'ions. Ces derniers 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, provoquant ainsi 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
% (masse)	42	44	6	2	2,5	1,3	0,4	0,4	0,4



Questions :

- 1) Nommez les trois éléments qui composent l'essentiel de la matière sèche de la plante et indiquez leur symbole. Dans quel milieu la plante trouve-t-elle ces éléments ?
- 2) Quels autres milieux sont susceptibles de fournir les autres éléments ?
- 3) Selon vous, qu'est-ce qui différencie macroéléments et oligo-éléments ?
- 4) Sous quelle forme ces éléments doivent-ils être dans le sol pour être assimilés par les plantes ?

II – Le complexe Argilo-humique (CAH)

1) Description et rôle

Parmi les différents éléments minéraux présents dans le sol, les argiles s'associent à la matière organique du sol (l'humus) pour former, sous l'action stabilisatrice du calcium, le complexe argilo-humique. La structure en feuillet des argiles confère au complexe une puissante charge négative. Une certaine quantité de cations libres de la solution du sol peuvent alors s'y fixer. Le complexe argilo-humique est ainsi un véritable réservoir d'éléments nutritifs pour la culture : il échange en permanence des ions avec la solution du sol environnante.

- a. Qu'est-ce qu'un ion ? Quels sont les 2 types d'ions ? Précisez leur nom et leur charge correspondante.
- b. Quel est l'effet des argiles sur un ion de charge positive ?
- c. Quel est l'effet des argiles sur un ion de charge négative ?

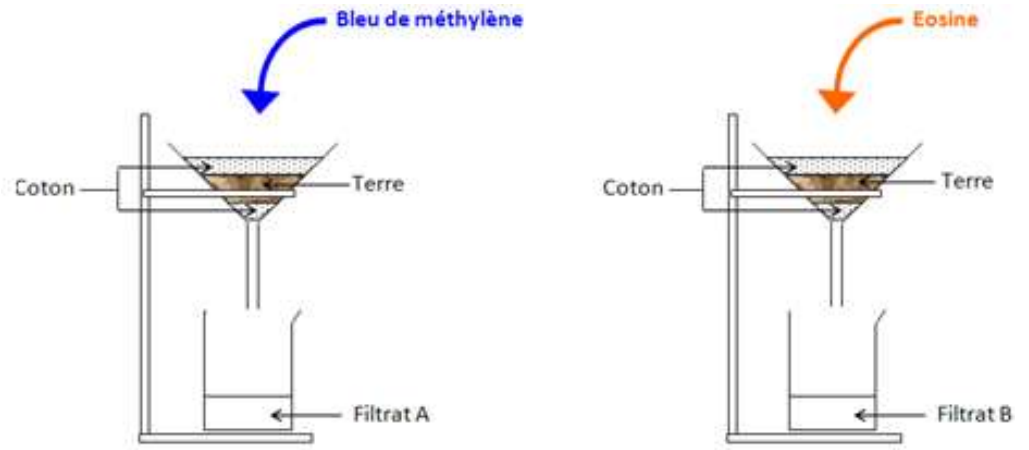
2) Mises en évidence du rôle du CAH

On réalise les expériences suivantes avec deux solutions colorées :

- une solution de bleu méthylène contenant des cations de teinte bleue
- une solution d'éosine contenant des anions de teinte jaune-orange

1) À la fin de l'expérience, indiquez la teinte de chacun des filtrats.

2) Justifiez la nature des d'ions absorbés par le sol.



Exercice : les éléments minéraux

Dans le tableau ci-dessous, on donne la liste des différents éléments nutritifs minéraux :

Espèce Chimique	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	NO_3^-	NH_4^+	Oligo-éléments Fe^{2+} ; Cu^{2+}
Fixé par le CAH ?								

1) Dans le tableau ci-dessus, entourez en rouge les anions et en verts des cations présents dans ce tableau.

2) Complétez la dernière ligne par oui ou par non. **Attention !** Un des anions possède un comportement particulier ! (Voir schéma 1^{ère} page)

3) Le nom d'engrais est réservé aux produits comportant au moins 3% de NPK. À quels éléments font référence ces trois lettres ?

4) Les ions phosphates PO_4^{3-} peuvent être fixés au CAH par l'intermédiaire des ions Ca^{2+} . Illustrez sur le schéma ci-dessous la fixation des ions Ca^{2+} et des ions phosphates au CAH.



Contenu : engrais et produits phytosanitaires

Compétences : exploitation de documents et mise en œuvre d'un protocole pour doser par comparaison.

III – Les engrais

Étude de document

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 Égyptiens, 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^e 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 NO_3^- ou d'ions ammonium NH_4^+ ;
- ✓ Le phosphore est apporté sous forme d'ions phosphate PO_4^{3-} ;
- ✓ Le potassium apporté sous forme d'ions potassium 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 :

1) Pourquoi l'homme utilise-t-il des engrais ?

2) Cette pratique est-elle récente ?

3) Les engrais doivent apporter, en justes proportions, trois types d'éléments, donnez leur nom et leur symbole ? Indiquez, pour chacun, l'exemple d'une forme sous laquelle il se trouve dans les engrais.

4) 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 ?

IV – Dosage par comparaison d'une espèce dans un produit phytosanitaire

1) Présentation du produit

Un produit phytosanitaire est destiné à protéger les espèces végétales cultivées. Il agit en tuant ou repoussant des animaux, des bactéries, d'autres plantes concurrentes, tels que les bactéricides, les fongicides (contre la prolifération de champignons), les insecticides et les herbicides ou désherbants pour la destruction de plantes indésirables...



Sulfate de fer revitalisant antichlorose

Ce produit élimine les mousses qui se développent dans les pelouses et gazons.

- Il permet également au gazon de se fortifier et de reverdir.
- Il traite la chlorose des végétaux
- Prêt à l'emploi, solution à mélanger à l'eau d'arrosage.

Composition : 20% de sulfate de fer (2 g/L). Nocif - Dangereux : respecter les précautions d'emploi.

Dose d'emploi : 1L dans 10L d'eau d'arrosage pour traiter 30m²

2) Principe du dosage par comparaison

Ce dosage réalise une analyse quantitative afin de vérifier la teneur en fer de ce produit.

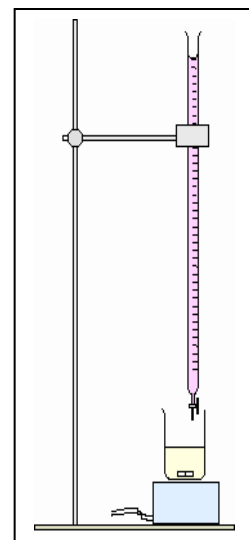
3) Réalisation du dosage par comparaison

On se propose de réaliser deux transformations parallèles :

- l'une sur une solution de sulfate de fer dont on connaît la concentration.
- l'autre sur la solution d'anti-mousse dont on recherche la concentration.

On dispose pour cela de trois solutions :

- une solution S de concentration connue en sulfate de fer : 2,8 g/L.
- une solution S' d'anti-mousse préparée **en divisant par 2 la concentration**
- une solution P de permanganate de potassium.



Pour une prise d'essai de solution S, on détermine à la burette, le volume V de solution de permanganate de potassium qui permet d'obtenir un changement de couleur du milieu réactionnel. On recommence l'opération pour une même prise d'essai de solution S'.

Protocole expérimental

Premier dosage

- Dans un bécher, introduisez 20,0 mL de solution S prélevés à l'aide d'une pipette jaugée et un barreau aimanté.
- Introduisez dans la burette la solution P. Ajustez le zéro.
- Placer le bécher sur l'agitateur magnétique et installer le tout sous la burette.
- Introduisez goutte à goutte la solution P dans le bécher en agitant doucement. Arrêtez au changement de couleur qui se manifeste par l'apparition d'une très légère teinte rose.
- Notez le volume V_1 de solution P ajoutée : $V_1 = \dots\dots\dots$ mL

Deuxième dosage

- Remplir à nouveau la burette avec la solution P. Ajustez le zéro.
- Dans un bécher, introduire 20,0 mL de solution S' prélevés à l'aide d'une pipette jaugée et un barreau aimanté.
- Placez le bécher sur l'agitateur magnétique et installez le tout sous la burette.
- Introduisez goutte à goutte la solution P dans le bécher en agitant doucement. Arrêtez au changement de couleur : apparition de la même teinte rose qu'auparavant
- Notez le volume V_2 de solution P ajoutée : $V_2 = \dots\dots\dots$ mL

4) Récapitulatif et exploitation des résultats obtenus

Il y a proportionnalité entre la concentration massique de la solution et le volume de permanganate de potassium ajouté au changement de couleur. Complétez le tableau.

Solution	Concentration massique	Volume ajouté au changement de couleur
Solution S	2,8 g/L	
Solution diluée S'		

Réalisez un produit en croix pour déterminer la concentration massique de la solution diluée 2 fois :

Concentration massique Volume versé (résultats des deux expériences)

2,8 g/L	↔
?	↔

La solution étant diluée 2 fois, calculez la concentration massique réelle de la solution :

C =