

THÈME 2 : NOURRIR L'HUMANITÉ

Chapitre 7 : Qualité des sols et de l'eau (p. 113)

Savoir-faire :

- ✓ Exploiter des documents et mettre en œuvre un protocole pour comprendre les interactions entre le sol et une solution ionique en terme d'échanges d'ions.
- ✓ Mettre en œuvre un protocole expérimental pour doser par comparaison une espèce présente dans un engrais ou dans un produit phytosanitaire.
- ✓ Réaliser une analyse qualitative d'une eau.
- ✓ Distinguer synthèses soustractive et additive.
- ✓ Rechercher et exploiter des informations concernant :
 - la potabilité d'une eau ;
 - le traitement des eaux naturelles ;
 - l'adoucissement d'une eau dure.

Activité n°1 : Le sol : milieu d'échanges de matière

Correction :

Doc 1. Le problème nauséabond des algues vertes

1. Il y a proliférations massives et saisonnières d'algues vertes sur les plages durant l'été, ce qui crée une **pollution des rivages** (gaz nauséabond H_2S) mais aussi **pollution de la nappe phréatique**.
2. L'eutrophisation est la **modification et la dégradation d'un milieu aquatique** liée à un enrichissement local des eaux (afflux d'éléments nutritifs). Ces algues peuvent priver les eaux de leur oxygène, avec des conséquences dramatiques pour la faune. Enfin, lorsque les algues qui prolifèrent sont toxiques, ce sont la flore, la faune, les exploitations aquacoles et parfois l'homme qui sont empoisonnés.
3. Le **nitrate (NO_3^-)** est l'agent polluant principal responsable de cette l'eutrophisation des eaux.
4. C'est l'**agriculture intensive** (60% des élevages de porcs de France et 45% de ceux de volailles) qui apporte la grande majorité des nitrates (lisiers).
5. Le nitrate provient des eaux usées urbaines et domestiques mal retraitées mais aussi de la mise en décharge de la plus grande partie de ces algues qui aggrave la pollution des nappes phréatiques. Le rejet des eaux usées dans la mer aggrave encore plus le problème.

Doc 2. Quels sont la composition et les besoins d'une plante ?

2.1. QUELLE EST LA COMPOSITION D'UNE PLANTE ?

<i>COMPOSITION DE LA MATIÈRE SÈCHE</i>		
<i>Éléments plastiques</i>		
Carbone C : 42%	Potassium K : 2,5%	Phosphore P : 0,4%
Oxygène O : 44%	Azote N : 2,0%	Magnésium Mg : 0,4%
Hydrogène H : 6,0%	Calcium Ca : 1,3%	Soufre S : 0,4%
<i>Oligo-éléments</i>		
fer Fe ; manganèse Mn ; zinc Zn ; bore B ; cuivre Cu ; chlore Cl ; molybdène Mo...		

7. On a 10% de matière sèche pour 100 g de laitue soit **10 g** de matière sèche.
8. Si l'on additionne les % des matières plastiques on trouve 99 %, il reste donc **1% d'oligo- éléments**.
9. Les oligo-éléments sont une classe de **nutriments, éléments minéraux** purs, nécessaires à la vie d'un organisme, mais en quantités très faibles. On appelle oligo-éléments les éléments chimiques qui représentent une masse inférieure à 1 mg/kg.

2.2. QUELLE EST L'ORIGINE DES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UNE PLANTE ?

10. Les éléments H et O proviennent **de l'eau** que les racines des plantes vont absorber dans le sol.
11. L'élément C provient **du dioxyde de carbone** absorbé dans l'air et transformé en glucides lors de la photosynthèse dont l'équation de réaction est :

$$6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$$
 en présence de lumière et de chlorophylle.
12. Les autres éléments proviennent **du sol** et sont absorbés par les racines.

2.3. QUELS SONT LES BESOINS D'UNE PLANTE ?

a) Les besoins en « nourriture »

13. On dit alors qu'elles souffrent d'une **carence** et leur croissance sera ralentie.
14. Il doit **apporter de l'engrais** afin de fertiliser le sol.

b) Les besoins en « soins »

Doc 3. Que contiennent les sols ?

3.1. QUELLE EST LA COMPOSITION D'UN SOL ?

15. 25 % d'eau, 25 % d'air, 47 % de matières minérales.

3.2. QUEL EST LE RÔLE DE L'EAU ?

16. 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** chargés négativement et les **cations** chargés positivement.
Une solution ionique contient autant de charges électriques positives que de charges électriques négatives : elle est **électriquement neutre**.

3.3. QUEL EST LE RÔLE DU COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE (CAH) ?

17. Le filtrat résultant du bleu de méthylène est **incolore** alors que celui résultant de l'éosine est **coloré**.
18. Le CAH de la terre de bruyère, du fait de sa charge électrique négative, est capable de **retenir les cations** mais pas les anions.
19. Le CAH est capable de retenir les cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , K^+) mais pas les anions (NO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-}) sauf PO_4^{3-} qui est retenu par un pont calcique (deux ions Ca^{2+}).
20. Les nitrates sont essentiels pour la croissance des végétaux. Ils sont présents dans les engrais azotés et le lisier, utilisés pour l'épandage agricole : 66 % des nitrates présents dans l'eau proviennent de l'agriculture. L'apport de nitrates sous forme d'engrais pratiqué en agriculture intensive est en quantité excessive par rapport à ce que peuvent consommer les végétaux, d'où un surplus rejeté dans l'environnement.
Non retenus par le CAH et très solubles dans l'eau, ils sont facilement drainés par les eaux de pluie, de ruissellement, et d'infiltration. Les nappes phréatiques, les réservoirs d'eau, les cours d'eau, les lacs, les rivières regorgent de nitrates et les conséquences sont multiples : risques pour la santé humaine, eutrophisation des écosystèmes aquatiques, voire destruction de leur équilibre biologique.

Ils sont également présents dans les déjections animales : les sites d'élevage de bétail sont par conséquent majoritairement pollués aux nitrates.

Les nitrates sont de plus produits par la matière organique présente dans les sols : ils y sont stockés et sont libérés petit à petit.

La pollution aux nitrates s'installe donc pour de nombreuses années : en effet, l'infiltration des eaux dans le sol et la libération des nitrates qui y sont stockés nécessitent beaucoup de temps.

Doc 4. Étude d'un produit phytosanitaire : (manipulation élève)

4.1. PRINCIPE DU DOSAGE PAR COMPARAISON :

4.2. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL :

$$V_1 = 8,1 \text{ mL} \quad V_2 = 10,2 \text{ mL}$$

4.3. EXPLOITATION DES RÉSULTATS OBTENUS :

21. On fait le produit en croix $10,2 \times 0,458 / 8,1 = 0,58 \text{ g/L}$, comme le produit de départ a été dilué par 100 on trouve 58 g/L en fer pour la solution antimousse de la solution mère (bidon).

22. L'indication sur le bidon est correcte (3% d'erreur).

I- Le sol, un milieu d'échanges de matière

Bilan : (page 122)

Au cours de leur croissance, les plantes prélèvent dans l'air et dans le sol les différents éléments qui les composent.

Le **complexe argilo-humique (CAH)** permet de constituer une réserve de cations dans le sol. Ils passent ensuite dans l'eau du sol et assurent la nutrition des plantes par la racine.

Les ions que l'on trouve dans les sols sont, pour les plantes, les principaux fournisseurs d'éléments nutritifs.

II- Engrais et produits phytosanitaires

1. Composition chimique

Bilan : (page 122)

L'utilisation des **engrais** a pour but de compenser les carences d'un sol et son épuisement dû à la culture.

Les principaux éléments fertilisants que l'on trouve dans un engrais sont N (azote), P (phosphore) et K (potassium).

Pour lutter contre les maladies des plantes, on utilise des produits qui portent le nom de **produits phytosanitaires** ou de pesticides.

2. Dosage par comparaison

Bilan : (page 122)

En réalisant un **dosage par comparaison**, on peut déterminer la concentration d'une espèce présente dans un engrais ou un produit phytosanitaire.

Exercices n°4, 6, 7 p. 127

III- La qualité de l'eau

Activité n°2 : La qualité de l'eau

Correction :

Doc 1. Les eaux

1. LES DIFFÉRENTS TYPES D'EAUX

1. Les différents types d'eaux auxquelles le texte fait référence sont les **eaux minérales**, les **eaux de source** et l'**eau du robinet**.
2. Les eaux de source **ne présentent pas de bénéfices thérapeutiques**.
3. Les eaux de source sont **exclusivement d'origine souterraine et sans traitement ni adjonction**.

2. COMPOSITION DES EAUX MINÉRALES

4. La différence de minéralisation entre deux eaux est due à la différence des sols traversés, elle dépend de l'hydrogéologie des sources dont elles proviennent.
5. La plus minéralisée est l'eau de **Vichy-St Yorre** ; la moins minéralisée est l'eau de **Volvic**.
La plus acide est l'eau de **Vichy-St Yorre** ; la moins acide est l'eau de **Vittel**.

3. ANALYSE DE DIFFÉRENTES EAUX

Réactif	Hydroxyde de sodium	Chlorure de baryum	Nitrate d'argent	Oxalate d'ammonium
Ions mis en évidence	$\text{Cu}^{2+} - \text{Fe}^{2+} - \text{Zn}^{2+}$	ions sulfate SO_4^{2-}	ions chlorure Cl^-	ions calcium Ca^{2+}
Bécher A	Rien : test négatif	Plus ou moins trouble	Plus ou moins trouble	Rien : test négatif
Bécher B	Rien : test négatif	Plus ou moins trouble	Plus ou moins trouble	Plus ou moins trouble
Bécher C	Rien : test négatif	Précipité : test positif	Précipité : test positif	Rien : test négatif

6. Bécher A : **Eau d'Évian** Bécher B : **eau de Gerolsteiner** Bécher C : **eau de Christinen**
L'eau A est l'eau d'Évian car elle ne contient pratiquement pas d'ions calcium et un peu d'ions sulfate et d'ions chlorure.
L'eau B est l'eau de Gerolsteiner car elle contient un peu d'ions calcium, d'ions sulfate et d'ions chlorure.
L'eau C est l'eau de Christinen car elle contient des ions sulfate et chlorure mais elle ne contient pratiquement pas d'ions calcium.

Doc 2. La potabilité d'une eau

7. Les eaux qui ne doivent pas faire l'objet d'une « consommation journalière normale, pendant toute la vie » sont : **Vichy-St Yorre** (trop d'ions chlorure, sodium, potassium), **Contrex** (trop d'ions sulfate, magnésium), **Courmayeur** (trop d'ions sulfate, magnésium), **Vittel** (trop d'ions sulfate), **Hépar** (trop d'ions sulfate, magnésium).
8. Seules les eaux Évian et Volvic conviennent pour la préparation des biberons car **elles contiennent très peu de sels minéraux**.

Doc 3. Les traitements de l'eau

1. DE L'EAU NATURELLE À L'EAU DU ROBINET

9.	Étape	Résumé
	Dégrillage et tamisage	Filtration des plus gros déchets
	Floculation et décantation	Élimination des matières en suspension
	Filtration sur sable	Élimination des particules encore visibles à l'œil nu
	Ozonation	Désinfection et amélioration de la couleur et de la saveur de l'eau
	Filtration sur charbon actif	Élimination des micros polluants
	Chloration	Maintien de la qualité de l'eau au cours de sa distribution

2. ADOUCIR UNE EAU DURE

10. Les ions **calcium** (Ca^{2+}) et **magnésium** (Mg^{2+}) sont les constituants de l'eau qui sont responsable de sa dureté.
11. La dureté de l'eau **augmente** la consommation de lessive dans une machine à laver.
12. **Non**, une rivière d'eau douce c'est une eau non salée.
13. Un adoucisseur d'eau est constitué d'une **résine échangeuse d'ions**.
14.  Résine  Ions calcium  Ions sodium
15. Un adoucisseur **remplace les ions calcium et magnésium** d'une eau dure par des ions sodium.
16. La phase de régénération consiste à **recharger la résine en ions sodium**.
17. L'**équation Eq.1** correspond à la phase d'adoucissement puisque on capte un ion calcium et on relâche deux ions sodium.
18. Il faut maintenir un degré de dureté résiduelle pour **éviter une dissolution des métaux** des canalisations (fer ou plomb) qui seront alors ingérés par notre organisme.
19. **Non**, car certaines personnes, en carence d'ions calcium et magnésium, ont besoins d'une eau dure pour compenser ces carences.

					
Composition en mg/L		Composition en mg/L		Composition en mg/L	
Calcium = 80	Bicarbonate = 360	Bicarbonate = 504	Sodium = 12	Sulfate = 20	
Magnésium = 26	Sulfate = 12,6	Sodium = 319	Potassium = 3	Bicarbonate = 652	
Sodium = 6,5	Chlorure = 6,8	Chlorure = 228	Magnésium = 49		
Potassium = 1	Nitrate = 3,7	Sulfate = 114	Calcium = 140		
	Silice = 15	Calcium = 54,4	Chlorure = 9		
pH = 7,2	Résidu sec à 180°C = 309				

1. Eaux de consommation

Bilan : (page 123)

Il existe trois types d'eau potable :

- les **eaux minérales**,
- les **eaux de source**,
- les **eaux du robinet**.

2. Composition chimique

Bilan : (page 123)

L'ensemble des constituants d'une eau définit sa **composition chimique**.

Celle d'une eau minérale est stable, tandis que celle d'une eau de source ou d'une eau du robinet peut varier.

L'analyse qualitative à l'aide de tests caractéristiques d'une eau permet d'identifier les espèces qu'elle contient.

3. Critères de potabilité

Bilan : (page 123)

Pour être **potable**, une eau doit respecter des critères imposés par la loi concernant :

- des critères de santé publique : microbiologie, teneur en éléments chimiques,
- des critères de bien-être : odeur, goût, couleur.

4. Traitement des eaux naturelles

Bilan : (page 123)

L'eau du robinet peut provenir d'une nappe phréatique ou d'eau de surface (rivières, lacs).

Pour la rendre **potable** elle subit de nombreux traitements pour la débarrasser des substances indésirables (décantation, filtration, ozonation, chloration).

Les eaux de source et minérales sont « naturellement » potables.

Les eaux riches en ions calcium et magnésium sont dites **dures**.

L'**adoucissement** d'une eau est un traitement qui permet de diminuer sa dureté.

Exercices n°5 p. 127 et n°8, 9 p. 128

Exercices n°1, 2 et 3 p. 126