

### Thème 3 – Nourrir l’humanité (introduction)

Une population de neuf milliards d’humains est prévue au XXI<sup>ème</sup> siècle. Nourrir la population mondiale est un défi majeur qui ne peut être relevé sans intégrer des considérations géopolitiques, socio-économiques et environnementales.

Voici une liste des points qui vont être abordés, pour répondre à la problématique :

Comment peut-on nourrir l’humanité ?

- l’accroissement de la production agricole ;
- la conservation des aliments et leurs transformations ;
- l’importance des pratiques culturales ;
- l’accroissement des populations mondiales ;
- le développement économique ;
- l’impact sur l’environnement : gestion des échanges entre les êtres vivants et leurs milieux, gestion durable des ressources que représentent le sol et l’eau ;
- les conséquences sur la santé.

### Compétences exigibles (partie 3)

- Connaître la part de l’homme dans le fonctionnement d’un écosystème ;
- Savoir que consommer de la viande ou un produit végétal n’a pas le même impact écologique ;
- Connaître le bilan d’énergie et de matière du cycle de l’eau ;

- Connaître le bilan d’énergie et de matière de l’élevage ;
- Connaître le bilan d’énergie et de matière de l’agriculture ;
- Comparer les différents bilans précédents entre eux ;
- Connaître l’historique des impacts sur l’environnement des progrès de la science et des techniques.

### Compétences exigibles (chapitre 5)

- Savoir que le sol est un milieu d’échanges de matière ;
- Exploiter des documents à propos des interactions entre le sol et une solution ionique ;
- Mettre en œuvre un protocole illustrant les interactions entre le sol et une solution ionique ;
- Découvrir la composition chimique des engrais et produits phytosanitaires ;
- Déterminer expérimentalement la quantité d’une espèce présente dans un engrais ou un produit phytosanitaire ;
- Découvrir la composition chimique d’une eau minérale, de source ou du robinet ;
- Découvrir les critères qui font qu’une eau est potable ;
- Découvrir les traitements des eaux ;

- Savoir réaliser une analyse *qualitative* d’une eau ;
- Savoir rechercher et exploiter des documents sur la potabilité, le traitement et l’adoucissement des eaux.

*Acquis du collège et de Seconde :*

- Connaître la notion de mélange homogène (solution, solvant, soluté) et de corps pur ;
- Savoir qu’une solution aqueuse est une solution dans laquelle l’eau est le solvant ;
- Connaître la formule et le nom de certains ions ;
- Connaître le protocole de test de reconnaissance de certains ions.

# 1 Qualité des sols

## 1.1 Le sol : un milieu d'échanges de matière

Le sol fournit aux plantes l'eau et les ..... nécessaires à leur développement. Situé entre la roche, l'atmosphère et les êtres vivants, le sol est un milieu d'échanges de matière.



FIG. 1 – L'humus.

**L'organisation d'un sol** Les débris de roche qu'il renferme proviennent de la dégradation de la roche mère du sous-sol (non visible ici) et lui apportent de la matière ..... L'humus désigne la matière ..... du sol qui provient de la dégradation des êtres vivants après leur mort. Il fournit également au

sol de la matière minérale.

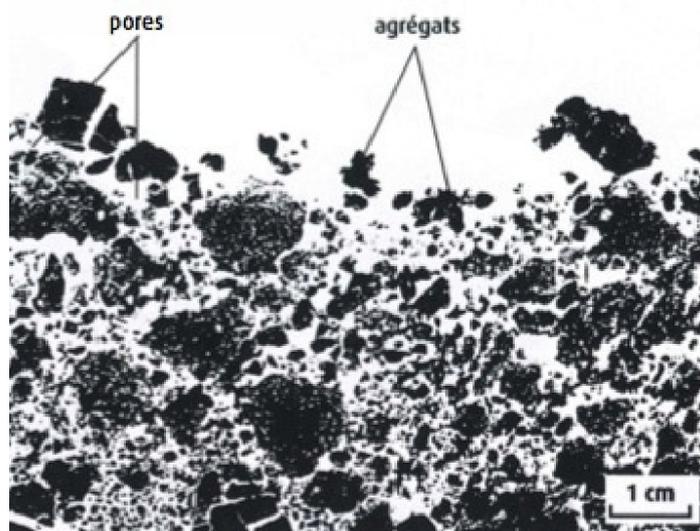


FIG. 2 – Coupe d'un sol.

**Coupe de sol observée à la loupe binoculaire** Les agrégats sont des assemblages de fragments de **roches** et de **complexes argilo-humiques**. Ces derniers résultent de l'association d'éléments issus de matière organique (humus) et de particules minérales argileuses.

### Manipulations n° 1 – Comprendre le rôle des complexes argilo-humiques.

- Introduire dans un erlenmeyer 20 g de sol et 150 mL d'eau. Bien mélanger.



- Verser le contenu de l'erlenmeyer dans un entonnoir muni d'un cône de papier-filtre.
- Quel est l'aspect du filtrat (expérience schématisée à droite) ?

.....

Les complexes argilo-humiques sont ..... de l'aspect trouble du filtrat.



*Manipulations n° 2 – Mettre en évidence les échanges de matière dans le sol.*

- Placer deux entonnoirs munis de cônes de papier-filtre sur deux tubes à essais 1 et 2.
- Introduire dans chaque entonnoir un échantillon de sol.
- Verser dans le filtre 1 une solution de bleu de méthylène.

*Garder un fond de tube de solution de bleu de méthylène en guise de témoin.*

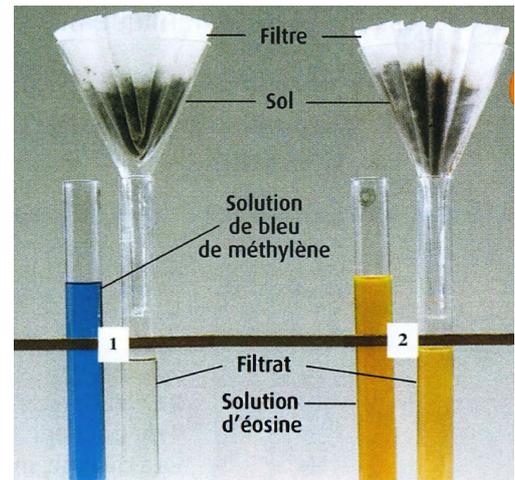
- Verser dans le filtre 2 une solution orange d'éosine.

*Garder un fond de tube de solution d'éosine en guise de témoin.*

- Comparer les colorations des filtrats obtenus avec celle des colorants de départ.

.....

.....



- La coloration bleue de la solution de bleu de méthylène (tube 1) est due à des cations. Les cations sont-ils retenus par le complexe argilo-humique du sol ?

.....

- La coloration orange de la solution d'éosine (tube 2) est due à des anions. Les anions sont-ils retenus par le complexe argilo-humique du sol ?

.....

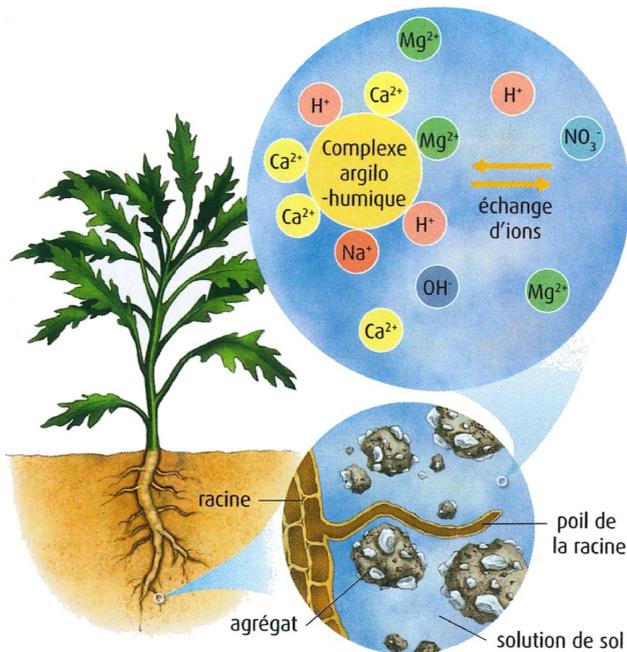


FIG. 3 – Complexe argilo-humique (CAH).

**Échanges d'ions et développement des végétaux**

- Les plantes puisent par leurs racines les ..... (essentiellement sous forme de cations) dont elles ont besoin dans la ..... de sol (la phase liquide).
- Les cations peuvent être ..... dans la **solution** de sol (= ils sont dans l'eau, tout simplement) ou bien ..... par les **complexes argilo-humiques** (CAH en abrégé, qui piège les cations).
- Sur la figure ci-contre le complexe argilo-humique est représenté de façon *symbolique* par un gros disque rond autour duquel sont collés des ....., représentés symboliquement par des disques plus petits. Ces ions-là sont retenus par le complexe argilo-humique. Il peut bien sûr y avoir un **échange** d'ions entre l'eau contenue dans le sol et le complexe argilo-humique, lorsque les **ions** ne sont pas collés au disque mentionné précédemment ils sont dits **libres**, et ainsi **les plantes peuvent les absorber via leurs racines**.

## Une explication plus détaillée du sol

- 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 un complexe brun formé d'argile et d'humus, c'est ce complexe brun qui est le fameux **complexe argilo-humique**. Une telle structure présente des pores ou cavités permettant une bonne circulation de l'air et de l'eau dans le sol.

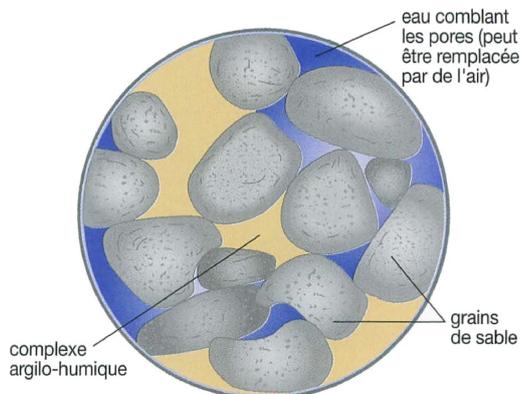


FIG. 4 – Explication du CAH.

- Le CAH (complexe argilo-humique) possède une surface chargée ..... et capture donc les **cations** chargés positivement apportés par l'eau. On dit que le CAH forme un **réservoir de cations**, qu'il peut ensuite céder aux plantes suivant leurs besoins.

## Les sols sont menacés par les pluies acides

- Les pluies acides sont dues à la présence dans l'atmosphère de **polluants** libérés par des phénomènes naturels (éruptions volcaniques) et certaines activités humaines (industrie et circulation, avec dégagement de **dioxydes de soufre** et **dioxydes d'azote**).

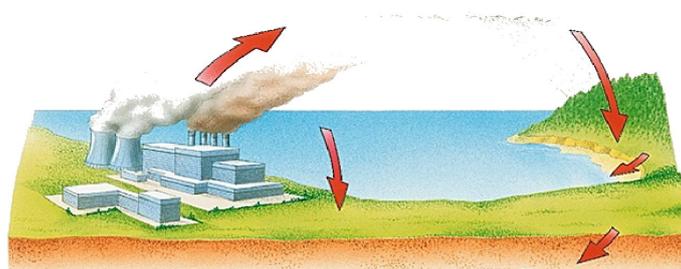


FIG. 5 – Pluies acides.

- Les pluies acides ..... le sol en minéraux.
- Les **effets** des pluies acides sont **plus importants** si le **sol** est **pauvre en agrégats** : le sol est moins poreux, l'eau y est alors moins retenue, elle s'infiltré plus rapidement dans les couches souterraines en entraînant avec elle les ions de la solution de sol. Conséquence : les plantes ne trouvent pas les ..... nécessaires !

## 2 Correction des exercices (donnés lors de la séance n° 10)

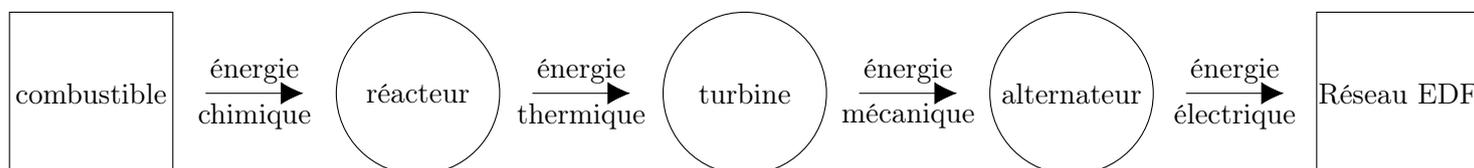


FIG. 6 – Chaîne énergétique d'une centrale CCGI (exercice 10.2).

### 10.1 Art et Science – La datation de Lascaux.

1. Les peintures retrouvées dans la grotte de Lascaux sont formées de **pigments** ocres, rouges et noirs. Ces deux derniers pigments contiennent l'**élément carbone** et peuvent donc être datés par la méthode du « carbone 14 ».
2. Le **carbone 14** est un **isotope instable** du carbone, produit de façon continue sur Terre dans la haute atmosphère. C'est l'arrivée incessante de particules en provenance du Soleil, qui provoque des réactions nucléaires avec les atomes d'azote du diazote atmosphérique, qui crée sans cesse ce noyau fils de carbone 14. Tout être vivant absorbe en permanence ce carbone 14 instable. Donc la concentration de carbone 14 est constante tout au long de la vie de l'animal ou de la plante.

À la mort de l'animal ou de la plante, **les échanges avec l'atmosphère cessent**, plus rien ne vient remplacer le **carbone 14** qui **disparaît peu à peu** par décroissance radioactive. En mesurant la concentration de carbone 14 restant, on peut donc **déterminer la date de mort** de l'animal ou de la plante !

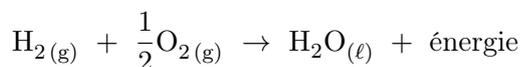
Sur la courbe proposée  $A_0$  est l'activité initiale de l'échantillon. La période ou **temps de demi-vie** correspond à la durée au bout de laquelle l'activité initiale a été divisée par deux, donc ici  $A_0/2$ .

Le tracé est déjà réalisé et permet de lire  $t_{1/2} = 5\,570$  ans.

3. La datation au carbone 14 permet de dater les grottes Cosquer et Chauvet, tel que montré par les flèches sur la courbe.

**10.2** N° 1 p. 182 – Produire de l’hydrogène.

1. Le charbon est une ressource non renouvelable. Il s’agit d’une ressource **fossile**.
2. Chaîne énergétique de cette centrale de nouvelle génération, voir figure page précédente.
3. Le combustible produit est le dihydrogène  $H_{2(g)}$ . Il permet un stockage d’énergie, car sa réaction de combustion est très exothermique :



4. Cette centrale permet de **produire du dihydrogène**, qui est un combustible intéressant. Elle permet donc d’utiliser les immenses stocks de charbon de la Chine, notamment. En enfouissant le dioxyde de carbone, on peut même limiter l’émission de ce gaz à effet de serre dans l’atmosphère.

**10.3** N° 2 p. 182 – Scénarios énergétiques.

1. Si l’on veut **convertir l’énergie de kilowattheure vers joule**, il faut utiliser le fait qu’une heure vaut 3 600 secondes, et qu’un kilowatt vaut 1 000 watts :

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

Donc ici :

$$\begin{aligned} 300 \times 10^9 \times 1\,000 \times 3\,600 &= 1\,080\,000\,000 \times 10^9 \\ &= 1,08 \times 10^{18} \text{ J} \end{aligned}$$

Aucune des réponses proposées dans l’énoncé n’est correcte !

2. Les hydrocarbures (**a**) sont une ressource fossile (**C**), produisant des gaz à effet de serre (**D**).  
Le nucléaire (**b**) est une ressource fossile (**C**), produisant des déchets radioactifs (**E**).  
L’hydraulique (**c**) est une ressource renouvelable (**B**), ne produisant pas de déchet.
3. En 2050, le scénario 1 correspond à un parc nucléaire non renouvelé : réponse (**b**).
4. Les deux scénarios permettent d’aboutir au résultat escompté : **diviser par quatre les émissions** de gaz à effet de serre (GES).

Dans le scénario 1, il faut diminuer la production d’électricité, ce qui semble **difficile puisque** justement **la consommation d’énergie** sous toutes ses formes, y inclus l’électricité, **ne cesse d’augmenter** de façon exponentielle ! Cela ne peut passer que par une rupture sociétale majeure.

Dans le scénario 2, il faut **renouveler** la totalité du **parc nucléaire**, et même quasiment en doubler la production, ce qui représente un **investissement majeur** et pose à nouveau le problème des déchets radioactifs dont les stocks vont alors croître de façon exponentielle. Sans parler bien sûr du fait que la compétence s’est perdue, puisque les personnes qui ont construit nos centrales dans les années 70 sont désormais à la retraite. L’avantage de ce scénario est de pouvoir **répondre à une augmentation de la consommation** d’électricité, dont la demande ne cesse justement d’augmenter.

### 3 Exercices pour la séance n° 12

**11.1** N° 5 p. 87 – Dépollution des sols par les plantes.

**11.2** N° 3 p. 183 – Une maison écologique.

**11.3** N° 4 p. 183 – L’impact environnemental des automobiles.

# 1 Eau de source, eau minérale, eau du robinet : quelles différences ?

## 1.1 Reconnaître les trois types d'eaux



FIG. 7 – Différents types d'eaux.

Parmi les eaux proposées ci-dessus, quelles sont celles qui sont potables ?

- l'eau du robinet ;
- l'eau de source en bouteille.

Les classer en cinq types d'eaux différentes.

- l'eau du robinet ;
- l'eau de source en bouteille ;
- l'eau minérale en bouteille ;
- les eaux de surface (rivières) ;
- les eaux souterraines (nappes phréatiques).

## 1.2 Les critères de potabilité

La composition chimique et microbiologique de l'eau de consommation est strictement réglementée au niveau national et européen. Pour une soixantaine de paramètres, la norme fixe une valeur chiffrée à ne pas dépasser. Seules **l'eau du robinet** et **l'eau de source en bouteille** doivent rigoureusement répondre aux normes de potabilité. Par ailleurs, il faut que la couleur, la saveur et l'odeur soient acceptables pour le consommateur.

Voici quelques exemples de paramètres à respecter :

Paramètre ou chimique	« Limite de qualité » (valeurs limites)
pH	entre 6,5 et 9
Nitrate $\text{NO}_3^-$ (indésirable)	$50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Nitrite $\text{NO}_2^-$ (indésirable)	$0,50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Sodium $\text{Na}^+$ (indésirable)	$200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Sulfate $\text{SO}_4^{2-}$ (indésirable)	$250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
Plomb $\text{Pb}^{2+}$ (toxique)	$10 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
Pesticides (toxiques)	$0,50 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

Quels sont les critères relatifs à la santé publique et ceux relatifs au confort du consommateur ? Lesquels d'entre eux sont soumis à une norme ?

- Les critères relatifs à la santé publique sont l'absence de germes microbiens, viraux ou fongiques, les concentrations maximales en pesticides, insecticides, herbicides et en ions divers et variés ; tous ces critères sont ainsi soumis à une norme.
- Les critères relatifs au confort sont l'odeur, la cou-

leur et la saveur.

Quels critères de potabilité ne sont pas respectés par l'eau minérale Vichy Saint-Yorre? Pourquoi est-elle pourtant commercialisée?

- L'eau de Saint-Yorre est gazeuse. Les canalisations exploseraient!
- Cette eau est très chargée en ions hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$ , forme sous laquelle le dioxyde de carbone se dissout dans l'eau autour de  $\text{pH} = 7$ . Elle apporte aussi beaucoup d'autres ions;
- Il s'agit d'une eau minérale recherchée pour ses vertus thérapeutiques.

### 1.3 Eaux minérales, eaux de source

On peut classer les eaux de consommation en trois groupes : l'eau du robinet, les eaux minérales et les eaux de source.

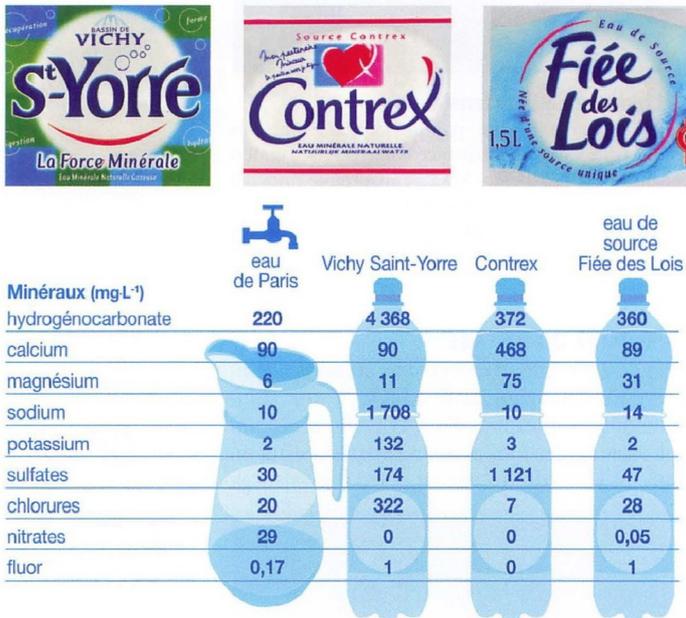


FIG. 8 – Classement des eaux minérales.

L'eau du robinet a généralement subi des **traitements** pour être propre à la consommation.

Une **eau minérale** est d'origine souterraine et ne subit **aucun traitement**. Elle chemine en profondeur durant une longue période et se charge de minéraux. Sa **composition** reste **constante**. Une eau minérale possède des **propriétés thérapeutiques**, démontrée scientifiquement par des études sur des patients, justifiant son

classement.

Une **eau de source** ne subit **aucun traitement**. Son origine est également souterraine. Elle peut provenir de différentes sources et de régions éloignées les unes des autres. Sa composition minérale peut **varier** (les concentrations indiquées sur l'étiquette sont réactualisées régulièrement).

### 1.4 Formation d'une eau minérale

L'eau de pluie s'infiltre dans le sol, emprunte des fissures et chemine très lentement et profondément sous terre. Elle traverse des matériaux (sables, cendres volcaniques...) qui jouent le rôle de filtre et libèrent des minéraux. L'eau revient vers la surface pour émerger et donner l'eau minérale.

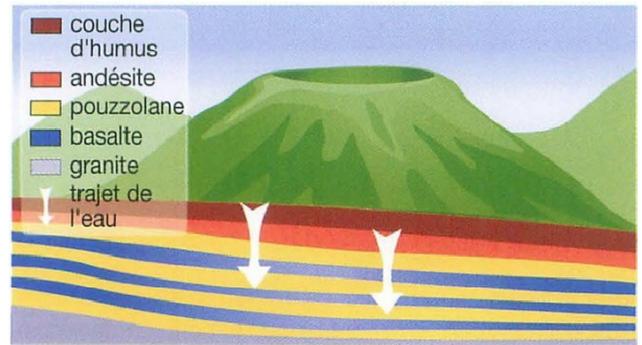


FIG. 9 – Le filtre géant de l'eau de Volvic.

L'eau de source et celle du robinet n'ont pas une **composition minérale constante** contrairement à l'eau minérale.

**Bilan** Avant d'être puisée par l'Homme, et au contact des sols, l'eau se charge naturellement en **sels minéraux** (sous forme d'.....) et en **oligoéléments**. Ils sont ..... à la santé et doivent être apportés en **quantité suffisante, mais pas excessive**. Le tableau ci-dessous indique deux ions indispensables.

Sels minéraux	Exemple de troubles en cas de carences
Magnésium $\text{Mg}^{2+}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatigue, insomnie, anxiété</li> <li>• Tétanie</li> <li>• Croissance osseuse ralentie</li> </ul>
Fluor $\text{F}^-$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caries dentaires</li> </ul>

## 1.5 Tests des ions dans une eau

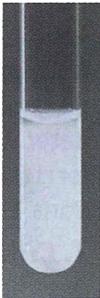
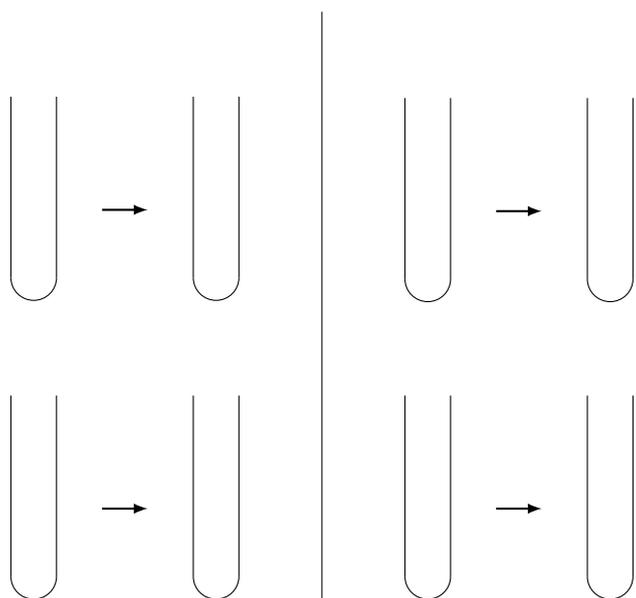
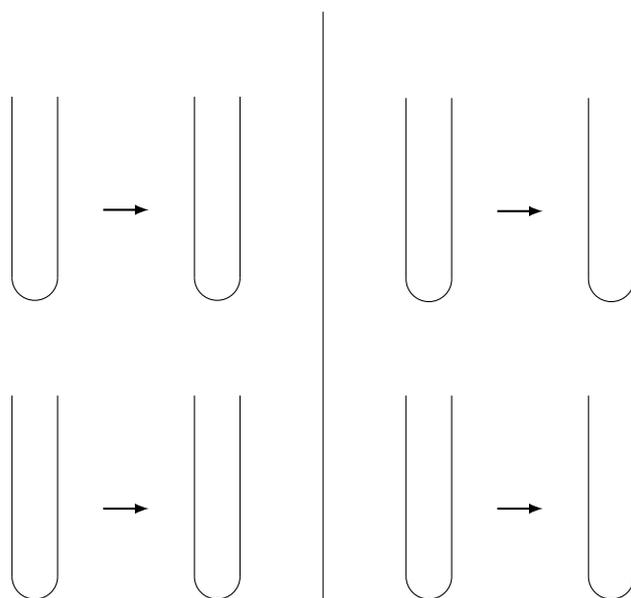
Test	1	2	3	4	5
<b>Ion testé</b>	Chlorure $\text{Cl}^-$	Calcium $\text{Ca}^{2+}$	Magnésium $\text{Mg}^{2+}$ et calcium $\text{Ca}^{2+}$	Sulfate $\text{SO}_4^{2-}$	Fer (II) $\text{Fe}^{2+}$
<b>Réactif</b>	Nitrate d'argent	Oxalate d'ammonium	Solution de N.E.T. à pH = 10 <i>La solution de N.E.T. est bleue.</i>	Chlorure de baryum	1,10-phénantroline
<b>Observation si le test est positif</b>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Avant</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Après</p>  </div> </div> <p>Précipité blanc qui noircit à la lumière.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Avant</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Après</p>  </div> </div> <p>Précipité blanc.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Test négatif</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Test positif</p>  </div> </div> <p>Solution initiale bleue qui devient rose en présence d'ions calcium <b>ou</b> magnésium.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Avant</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Après</p>  </div> </div> <p>Précipité blanc.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Avant</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Après</p>  </div> </div> <p>Solution rouge.</p>

FIG. 10 – Rappel des résultats de différents tests.

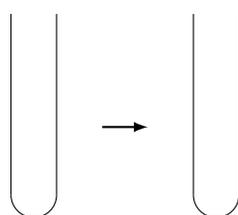
### 1.5.1 Test de l'eau de Volvic



### 1.5.2 Test de l'eau d'Hépar



### 1.5.3 Test des ions fer (II)



## 2 Quels sont les différents traitements des eaux ?

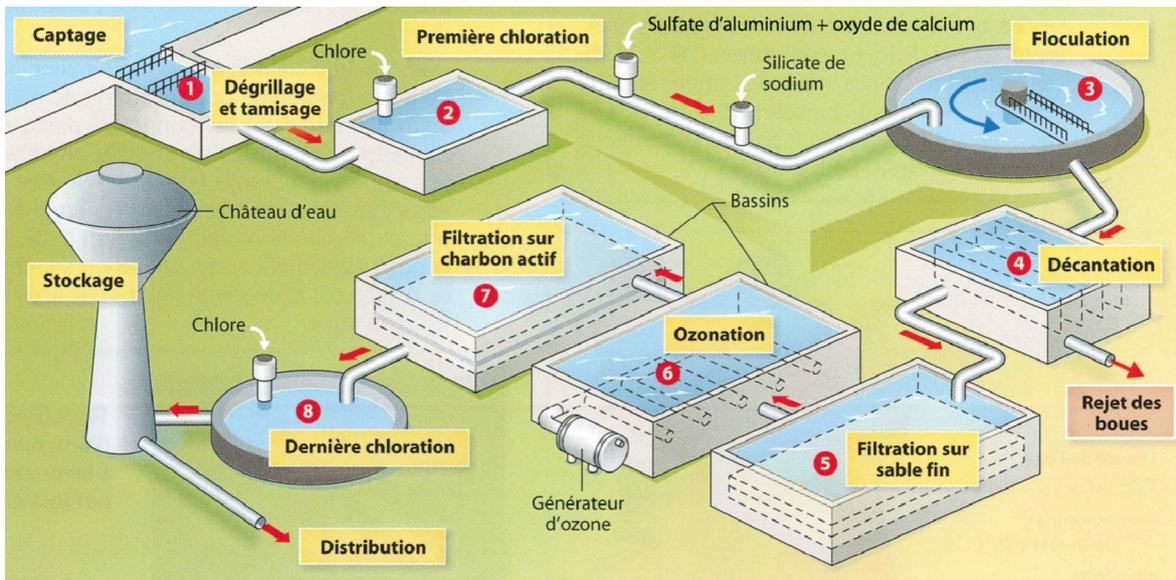


FIG. 11 – Les différents traitements de l'eau.

### 2.1 Les traitements de l'eau

Le procédé industriel classique de purification comprend les étapes principales suivantes :

- une ..... pour éliminer les corps flottants et les particules en suspension ;
- une ..... de l'eau par traitement à l'ozone ( $O_3$ ) puis au dichlore.

### 2.2 Dureté d'une eau

La **dureté** de l'eau est due à la présence de *calcium*  $Ca^{2+}$  dissous sous forme d'ions et, dans une moindre mesure, d'ions *magnésium*  $Mg^{2+}$ . Elle est directement liée à la nature géologique des terrains traversés. L'indicateur de dureté est le titre hydrotimétrique TH ou **degré hydrotimétrique français TH** (df). Les eaux souterraines, issues de roches sédimentaires (calcaires), sont ..... (TH > 25°f). Les eaux souterraines issues de terrains siliceux (granite, grès) sont ..... (TH < 15°f). Les eaux de surface, qui n'ont pas eu le temps de se charger en ions, sont douces.

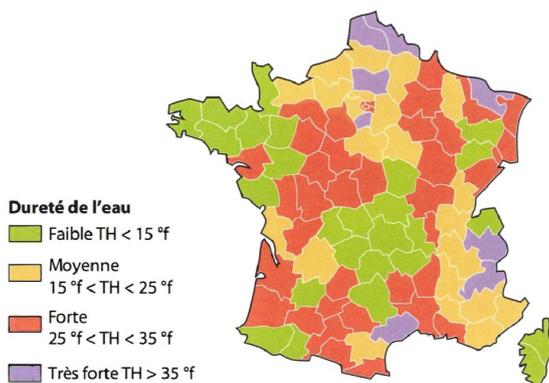


FIG. 12 – Limites de dureté en France.

Une eau alimentaire ne doit pas être trop ..... car l'Homme a **besoin de calcium** et de **magnésium** pour son métabolisme et la constitution de ses os. De plus, une eau trop douce attaque les canalisations, et certains métaux toxiques comme le plomb ou le cuivre peuvent se retrouver dans l'eau sous forme d'ions.

Une eau ..... conduit à la formation d'un **dépôt de tartre** (carbonate de calcium ou de magnésium solides) dans les conduites d'eau et la robinetterie et sur les résistances chauffantes des appareils comme le lave-linge. Ces derniers consomment alors plus d'énergie et ont une durée de vie moindre. La dureté de l'eau conduit également à une **utilisation supérieure de détergent** et de savon, moins efficace dans une eau dure : les **tensio-actifs** voient leur action contrecarrée par les ions sus-cités (le mode d'action des détergents et des savons sera vu lors de la séance n° 13).

### 2.3 Adoucissement d'une eau « dure »

Dans le cas d'eau à minéralisation excessive (eau salée, eau très dure), plusieurs procédés sont utilisables :

- la ..... qui consiste à **vaporiser** l'eau salée et à **liquéfier** la vapeur d'eau obtenue, ainsi totalement débarrassée des ions ;
- l'..... qui est une **filtration** sous pression à travers une **membrane** ne laissant passer que les molécules d'eau ;
- la ..... à l'aide de **résines échangeuses d'ions** (les ions calcium  $Ca^{2+}$  et magnésium  $Mg^{2+}$  se fixent sur la membrane et leur concentration dans l'eau diminue).

## 2.4 Les résines échangeuses d'ions

Un adoucisseur d'eau utilise une résine chargée en saumure, par solution saturée de chlorure de sodium dans les lave-vaisselle. La résine échangeuse d'ions est faite de petites billes à base de polystyrène. **Coloriez les ions pour les distinguer !**

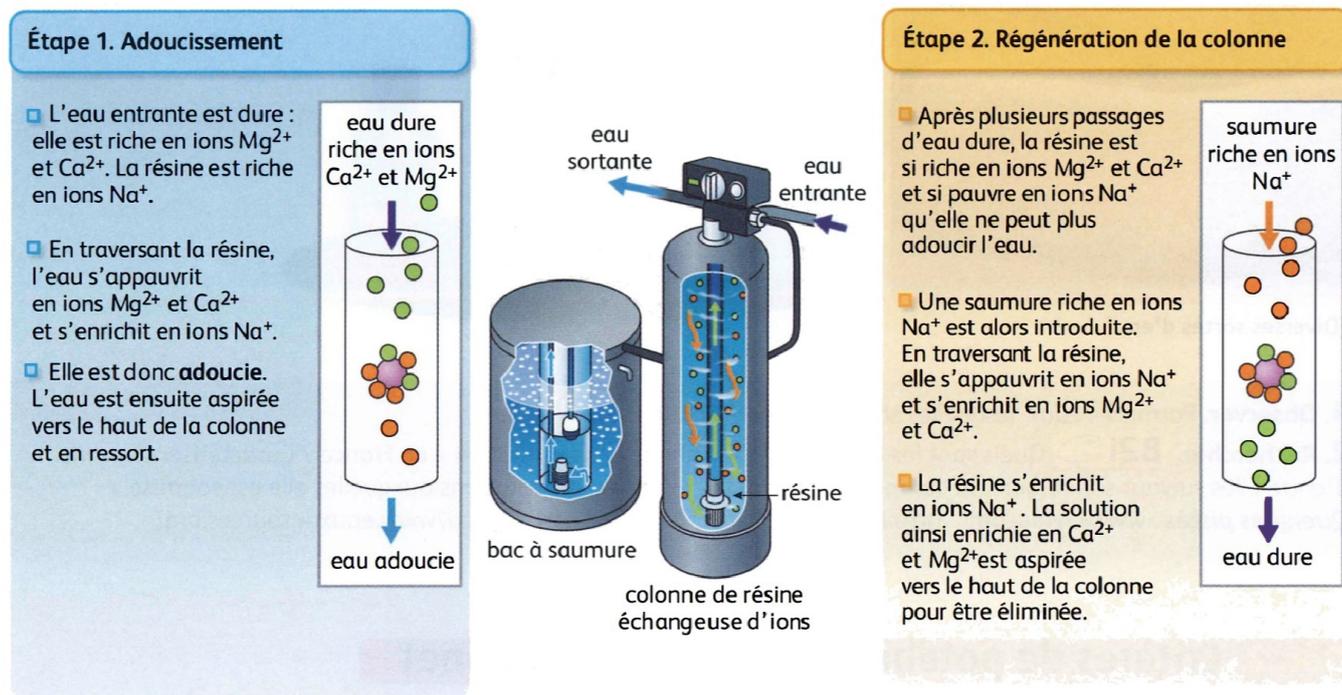


FIG. 13 – Principe d'un adoucisseur d'eau.

Dans un adoucisseur d'eau tel que présenté en figure 7, quels sont les ions capturés par la résine ?

.....

Quel est l'intérêt de capturer ces ions ?

.....

Par quels ions sont-ils remplacés ?

.....

### 2.5 TP : adoucir l'eau grâce à une résine échangeuse d'ions

**Principe de la manipulation** Adoucir une eau dure consiste à éliminer les ions calcium  $Ca^{2+}$  et magnésium  $Mg^{2+}$  par passage au travers d'une résine *cationique* échangeuse d'ions (il existe aussi des résines *anioniques*).

Cette résine possède des cations  $H^+$  (et pas  $Na^+$  comme précédemment), qu'elle est capable d'**échanger** avec les **cations** de l'eau, et donc en particulier  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$ .

### Protocole expérimental

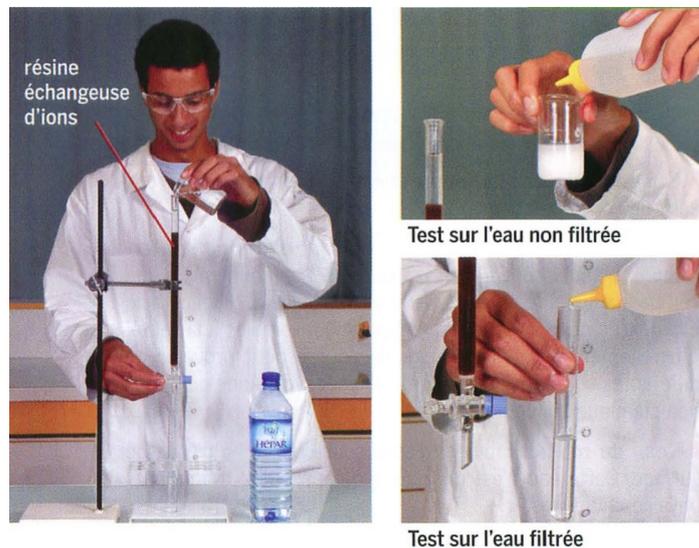


FIG. 14 – Adoucissement d'une eau à l'aide d'une résine cationique.

- À l'aide du test à l'oxalate d'ammonium, montrer la présence d'ions calcium dans l'eau dure (photo de droite en haut) : test positif ;
- Filtrer une eau dure (Hépar ou Contrex) sur la résine (photo de gauche) et faire le test des ions calcium sur le filtrat (photo de droite, en bas) : test négatif.

## 2.6 L'osmose, un phénomène naturel

L'**osmose** est un mot d'origine grecque signifiant « poussé » et désignant la force qui tend à équilibrer les concentrations entre deux milieux séparés par une membrane (ce mot est passé dans le langage courant...).

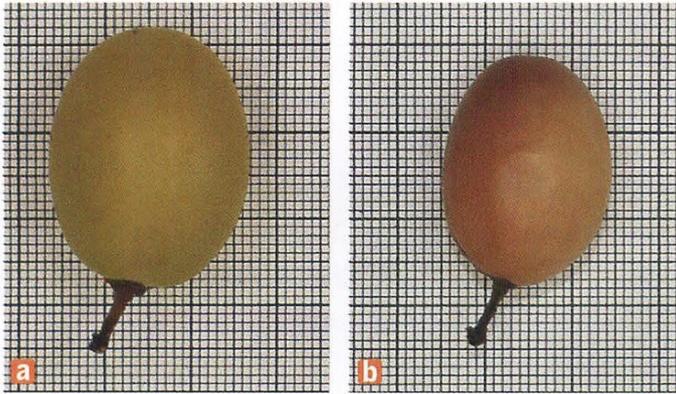


FIG. 15 – (a) Grain de raisin frais. (b) Le même grain de raisin après un séjour de 12 jours dans de l'eau salée.

Si la membrane est semi-perméable (ne laissant passer que l'eau) et si elle sépare deux milieux aqueux, le phénomène d'osmose induit une **migration de l'eau du milieu le plus dilué vers le plus concentré**. Ce phénomène est important en SVT, car les membranes des cellules vivantes sont justement semi-perméables! (manger *salé* donne soif!)

Quel est le milieu le plus concentré en ions : la pulpe du grain de raisin ou l'eau salée ?

.....

## 2.7 L'osmose inverse

Pour produire de l'eau potable à partir d'eau salée, il faut ..... le phénomène d'osmose, c'est-à-dire **faire passer l'eau**, à travers la membrane semi-perméable, **du milieu le plus concentré**, l'eau salée, **vers le milieu le plus dilué**.

## 3 Exercices pour la séance n° 13

12.1 N° 1 p. 86 – Vrai ou faux ?

12.2 N° 2 p. 86 – QCM

12.3 N° 3 p. 86 – Eaux minérales

12.4 N° 4 p. 87 – L'eau des carafes filtrantes

12.5 Enquête p. 88 – Faut-il boire l'eau ?

12.6 Esprit critique p. 89 – Une campagne-choc

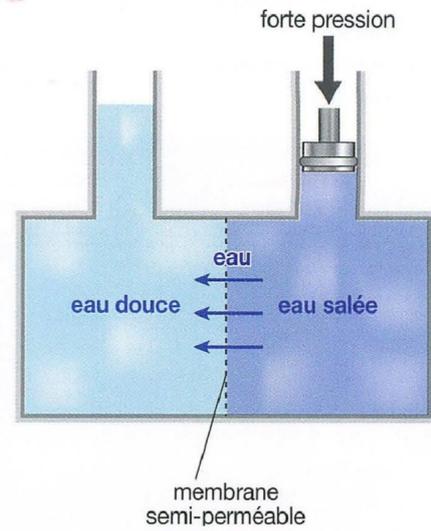


FIG. 16 – Principe de l'osmose inverse.

Pour obtenir ce résultat, on exerce une **forte pression** sur l'eau salée (avec un piston). Ce procédé appelé « **osmose inverse** » permet d'obtenir de l'eau douce.

Dessaler de l'eau de mer pour produire de l'eau potable par cette méthode est ..... , et donc seulement à la portée de pays riches, notamment ceux disposant d'importantes ressources énergétiques. Par exemple, aux Émirats arabes unis, l'usine de Jebel Ali (photographie) produit à elle seule 900 000 m<sup>3</sup>/jour.



FIG. 17 – Usine de dessalement.

Il s'agit aussi d'une méthode extrêmement ..... , en raison de la **consommation d'énergie** (= émission de gaz à effet de serre GES), mais aussi en raison du **rejet de saumures**, solutions restantes hautement concentrées en ions (voir le schéma de la figure 16 : nécessité de rejeter le contenu du compartiment de droite, une fois que l'on a poussé au maximum...).

## 4 Engrais et produits phytosanitaires

Les **produits phytosanitaires** et les **engrais** sont très utilisés pour augmenter les ..... agricoles.

### 4.1 Les besoins des cultures

**L'agriculture traditionnelle** Le sol des champs s'appauvrit en éléments nutritifs du fait de la culture.



FIG. 18 – Épandage d'engrais mécanisé en agriculture traditionnelle.

Comme la culture est récoltée, il est nécessaire de suppléer à cet appauvrissement. C'est le rôle des **engrais**.

#### Les besoins des plantes

Élément	Espèce susceptible d'être absorbée	Fonctions principales
<b>N</b> (Azote)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (majoritairement) Très rarement NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Constituant des composés principaux des protéines, de la chlorophylle...
<b>P</b> (Phosphore)	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> et HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Résistance aux maladies et développement des racines
<b>K</b> (Potassium)	K <sup>+</sup>	Importance pour le métabolisme des protéines, rôle important pour la floraison
<b>Ca</b> (Calcium)	Ca <sup>2+</sup>	Rôle majeur dans le maintien des membranes cellulaires

FIG. 19 – Les trois éléments majeurs (et le rôle du calcium) dont ont besoin les plantes

**Dix-sept éléments** sont nécessaires à la croissance et au développement des plantes. Trois sont puisés dans l'**air** et l'**eau** (C, H et O, sous forme de ..... et ..... ). Les autres sont puisés dans le sol sous forme d'**ions**. Ce sont les **éléments majeurs N, K et P**, les **éléments secondaires** (Ca, Mg et S) et les **oligoéléments** (B, Fe, Zn, Cu, Mn, Mon Cl et Ni).

**L'agriculture hors-sol** Il est possible de faire pousser les plantes à partir d'un substrat imbibé de solution nutritive contenant les éléments nécessaires à sa croissance sous forme d'ions.



FIG. 20 – Récolte des fraises hors sol.

### 4.2 Le rôle et l'utilité d'un produit phytosanitaire

#### Évolution de la chlorose sur une feuille de pêcher

La chlorose, maladie qui se traduit par un jaunissement prématuré des feuilles des arbres, est due à un apport insuffisant en élément fer.

Le fer participe à la synthèse de la chlorophylle et joue donc un rôle important dans la photosynthèse d'un végétal.

La solution consiste à traiter la plante avec une solution contenant les fameux ions fer, par exemple sous forme d'ions. C'est un exemple de **produit phytosanitaire**.

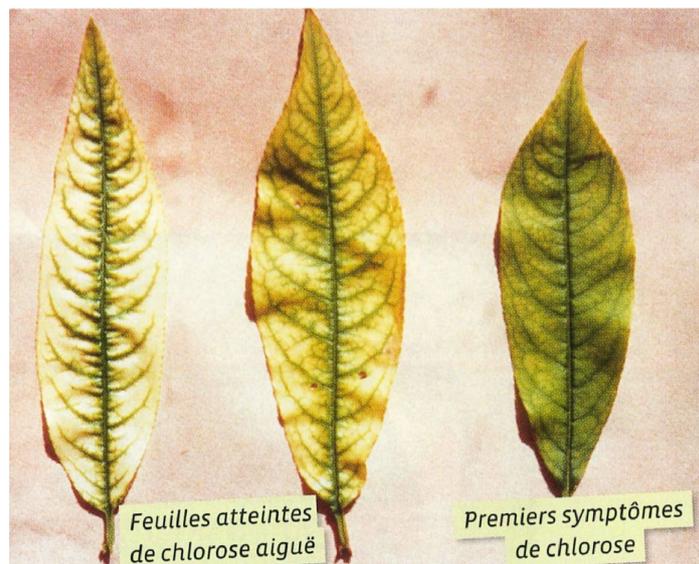


FIG. 21 – Chlorose.

**De l'utilité d'un dosage** Il convient de délivrer aux plantes **exactement** la bonne **dose** de produit phytosanitaire (pourquoi? ..... ). Effectuer un **dosage** consiste à déterminer la **quantité de produit** utilisé.

**Les produits phytosanitaires** Les produits phytosanitaires sont des espèces pures ou des mélanges, de nature chimique ou biologique, et utilisés pour :

- ..... les végétaux contre les organismes nuisibles (insectes, bactéries, etc.) : les **pesticides** et les **insecticides** ;
- ..... ou limiter la croissance de plantes indésirables (ou plantes adventices) : les **herbicides** ;
- ..... ou modifier la croissance des végétaux (l'aspect nutrition n'est pas inclus).

**Protocole expérimental d'un dosage** des ions fer d'une solution contre la chlorose.

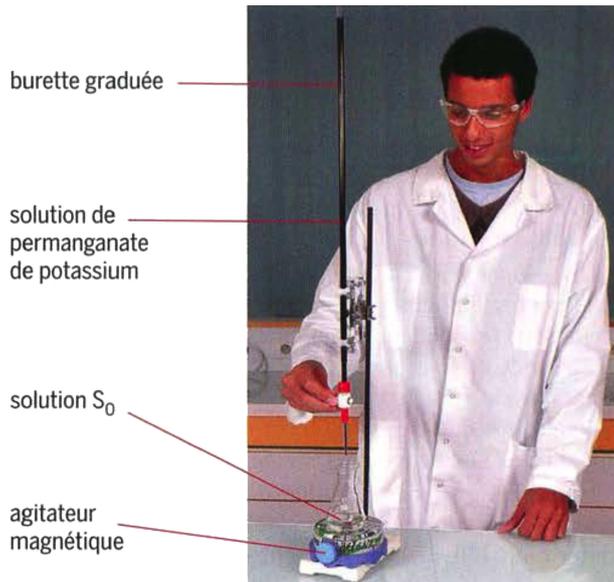


FIG. 22 – Matériel pour un dosage colorimétrique (= par changement de couleur).

- Prélever précisément (= à la pipette jaugée)  $V_1 = 10,0$  mL de solution de produit phytosanitaire de concentration inconnue  $C_1$  et les verser dans un erlenmeyer ;
- Remplir la burette d'une solution de permanganate de potassium de concentration connue  $C_2$  (solution violette) ;
- Ajouter la solution violette de permanganate de potassium : la coloration violette disparaît, car il y a réaction chimique (figure 22 à gauche).



FIG. 23 – Couleurs du mélange avant et après l'équivalence.

- Lorsque la coloration violette persiste à la goutte près (figure 22 à droite), c'est que l'on a tout juste dépassé l'équivalence, de volume  $V_{2E}$  ;
- La concentration inconnue en ions fer du produit phytosanitaire est proportionnelle au volume  $V_{2E}$  versé à l'équivalence, ce qui permet de trouver la concentration inconnue  $C_1$  :

$$C_1 V_1 = C_2 V_{2E} \Leftrightarrow C_1 = \frac{C_2 V_{2E}}{V_1}$$

### 4.3 Bilan sur les besoins des plantes

- Les engrais et les produits phytosanitaires sont utilisés en agriculture pour améliorer les **rendements** et la productivité agricole.
- Un **engrais** est un produit naturel ou de synthèse que l'on apporte au sol pour le fertiliser. Les principaux éléments chimiques fertilisants sont l'..... (N), le ..... (K) et le ..... (P). Il est destiné à améliorer la croissance des plantes, à augmenter le rendement. Le choix de l'engrais à utiliser est conditionné par le sol qui l'accueille et la plante cultivée.

- Un **produit phytosanitaire** est un produit utilisé pour ..... ou prévenir les maladies des plantes. Il contient une substance active naturelle ou de synthèse.
- Les **échanges ioniques** entre l'eau et le complexe argilo-humique dépendent de la qualité du sol. Ainsi un engrais ou un produit phytosanitaire sera moins efficace sur un sol de moindre qualité, car il risque d'être lessivé par les eaux (et en plus il va polluer la nappe phréatique...)!

## 5 Corrigé des exercices de la séance n° 11

### 11.1 N° 5 p. 87 – Dépollution des sols.

1. Dans le sol, le **complexe argilo-humique** (CAH en abrégé) est un ensemble complexe chargé négativement. Ainsi, il peut **capturer les cations**, chargés positivement, présents dans la solution de sol. Les ions zinc  $\text{Zn}^{2+}$ , plomb  $\text{Pb}^{2+}$  et cadmium  $\text{Cd}^{2+}$  peuvent ainsi s'accumuler dans le CAH, et donc dans le sol.
2. Les plants de moutarde ont la faculté de **concentrer les ions métalliques** dans leurs tiges. Les trois cations cités précédemment sont justement des ions métalliques (issus de métaux, partie gauche et partie centrale du tableau périodique). Par conséquent, ces plantes vont prélever ces ions dans la solution de sol. De plus, un **échange permanent entre le CAH et la solution de sol** provoque une libération des cations métalliques au fur et à mesure de leur utilisation par les plantes. En conclusion, les plants de moutarde peuvent potentiellement réduire les stocks de cations métalliques dans un sol.
3. Les plants contiennent des ions métalliques qui sont **dangereux pour la santé** (particulièrement l'ion cadmium  $\text{Cd}^{2+}$  et l'ion plomb  $\text{Pb}^{2+}$ ). Par conséquent, il ne faut pas consommer ces plants. Les incinérer permet de diminuer le volume de solide qu'il convient de ratisser à la fin de la saison, après la coupe.

### 11.2 N° 3 p. 183 – Une maison écologique.

1. Toutes les habitations ne sont pas chauffées (ou climatisées...) en utilisant des **énergies fossiles**. Par conséquent, la **hausse** des émissions de dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$  est **concomitante** à la hausse de la consommation d'énergie, mais pas exactement égale ni même forcément exactement proportionnelle.
- 2.a. Une maison ancienne est indiquée de classe énergétique G, supérieure à  $450 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$  pour une année. Pour  $100 \text{ m}^2$ , la consommation annuelle sera donc supérieure à  $45\,000 \text{ kWh}$ .
- 2.b. Même raisonnement, classe D, entre  $15\,100 \text{ kWh}$  et  $23\,000 \text{ kWh}$ .
- 2.c. Même raisonnement, classe A, inférieure à  $5\,000 \text{ kWh}$ .
3. Que l'énoncé demande un rapport de puissance ou d'énergie ne change rien. Utilisons les chiffres minimums de chaque catégorie :

$$\frac{450}{5} = 90$$

Ainsi, une maison ancienne peut nécessiter **quatre-vingt-dix fois plus d'énergie** qu'une maison basse consommation.

Attention néanmoins à ne pas aller trop vite dans le *green washing* (ou *fascisme vert*).

D'une part, construire une maison neuve nécessite beaucoup d'énergie et peut émettre beaucoup de dioxyde de carbone ;

D'autre part, les étiquettes d'énergie, actuellement obligatoires pour toute transaction immobilière, sont apposées selon des **critères ineptes**. La mode du tout béton, des pièces minuscules, des fenêtres ultra-hermétiques et de la ventilation mécanique forcée nous a fait oublier le génie des constructeurs du 17<sup>e</sup> siècle, qui n'utilisaient que la chaux, la brique et le bois, matériaux sains et isolants, et construisaient des pièces d'un volume considérable, ce qui permettait de se tenir éloigné des immenses portes-fenêtres assurant un chauffage solaire passif et des courants d'air assurant une ventilation naturelle.

Ainsi, contrairement à ce que l'on pourrait croire, **les progrès de la science ne sont pas linéaires**. On peut même connaître des périodes d'obscurantisme, comme c'est actuellement le cas dans le bâtiment.

4. Isoler une habitation a un intérêt certain.

En revanche, il ne faut pas négliger les répercussions d'une isolation mal posée. Il faut convenablement gérer le problème de la **condensation de la vapeur d'eau** produite par les habitants, ainsi que le problème de la ventilation, et son corollaire, la **pollution de l'air intérieur**. De plus, la couche d'isolant peut cacher des problèmes dans le bâti, comme une infiltration d'eau, la corrosion de l'armature du béton ou l'attaque des bois par les insectes ou les champignons (entre autres joyeusetés).

### 11.3 N° 4 p. 183 – L'impact environnemental.

1. Le dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ . Limiter son rejet permet de limiter le **réchauffement climatique**.
2. L'impact d'un véhicule va dépendre de sa motorisation et de sa puissance.
3. Les ressources fossiles ne provoquent pas de dégagement de dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ . En revanche, le **bilan énergétique** d'un tel véhicule est catastrophique, une très grande partie de l'énergie étant perdue dans les multiples étapes nécessaires à la production, au transport, au stockage et à l'utilisation de l'énergie électrique.
4. L'agrocultiver est vraiment une assez mauvaise idée : **monopolisation des terres** allouées à des **cultures vivrières**. Néanmoins, il permet un « bilan carbone » neutre (autant de dioxyde de carbone absorbé par les plantes qu'émis par les véhicules). Le *green washing*, encore et toujours !