

FICHE 1

Fiche à destination des enseignants

Seconde

L'homéopathie

(d'après document Griesp)

<i>Type d'activité</i>	<i>Résolution de problème</i>	
<i>Thème</i>	La santé	Travail sur la quantité de matière, la concentration molaire et la dilution

FICHE 2

Texte à distribuer aux élèves

L'homéopathie (d'après document GRIESP)

Document 1 : les médicaments homéopathiques

Les médicaments homéopathiques sont fabriqués par des dilutions successives. Les dilutions s'expriment en CH, centésimale hahnemannienne. Une dilution 1 CH correspond à un produit dilué 100 fois. Une dilution 2 CH correspond, elle, à un produit dilué 100 fois puis à nouveau 100 fois, soit $100 \times 100 = 10000$ fois, etc...

On sait que la constante d'Avogadro ($N_A = 6,02 \times 10^{23}$) représente le nombre d'atomes ou de molécules dans une mole d'une substance pure [...]. A partir d'une dilution 12 CH, il est très peu probable que les médicaments homéopathiques contiennent même une seule molécule de la substance souche dont le nom apparaît sur l'étiquette. Ces dilutions sont appelées ultramoléculaires.

D'après « L'homéopathie une pratique à histoires - Un concept plutôt qu'une technique », La recherche, 31/05/1998, n°310

Document 2 : tubes granules

D'une façon générale, les médicaments homéopathiques sont fabriqués en incorporant un principe actif (une dilution homéopathique) à un support neutre (ou excipient). Dans le cas particulier des médicaments homéopathiques en tube-granule ou dose-globule, la fabrication des granules et globules neutres est intégrée au procédé industriel BOIRON. Les granules et les globules neutres sont fabriqués à partir de cristaux de lactose et de saccharose. Leur teneur respective est de 15 % de lactose et 85 % de saccharose. Le principe actif (la dilution homéopathique) est incorporé au granule neutre selon une technique de triple imprégnation (ultime étape de la fabrication du médicament). Cette méthode, développée par Jean BOIRON, brevetée en 1984, assure homogénéité et régularité de l'imprégnation sur l'ensemble des granules. Pour simplifier on peut considérer qu'une granule contient 3 gouttes de la solution homéopathique.

Document 3 : données sur un médicament homéopathique

CALCAREA CARBONICA OSTREARUM 12CH

- Tube granule de 4 g (environ 80 granules).
- **Indications**
Calcarea Carbonica Ostrearum 12CH Tube Granules est un médicament homéopathique qui possède un grand nombre de vertus. Il est administré notamment dans les cas de troubles métaboliques et organiques.
<https://www.parapharmacie-chezmoi.fr/produit-boiron-calcarea-carbonica-ostrearum-granules-12ch-p1454.htm>
- Ce remède correspond à du calcaire d'huître, qui a été prélevé dans la couche moyenne de la coquille de l'huître après y avoir ôté le nacre. C'est une poudre blanche, à odeur caractéristique, composée essentiellement de carbonate de calcium dont la formule est $\text{CaCO}_3(\text{s})$.
<http://www.pharmaciengiphar.com/medecines-naturelles/fiche-pratique-homeopathie/calcarea-carbonica-ostrearum>



Document 4 : composition de l'eau minérale « Evian »

		evian® (mg/L)
Sodium	Na ⁺	6,5
Potassium	K ⁺	1
Calcium	Ca ²⁺	80
Magnésium	Mg ²⁺	26
Chlorures	Cl ⁻	6,8
Nitrates	NO ₃ ⁻	3,7
Bicarbonates	HCO ₃ ⁻	360
Sulfates	SO ₄ ²⁻	12,6
pH	pH	7,2
Silices	SiO ₂	15
Fluorures		

L'eau minérale « Evian » fait partie des eaux minérales naturelles faiblement minéralisées. A ce titre, elle est particulièrement adaptée à l'alimentation des nourrissons et des femmes enceintes.

Données

- Masse molaire du calcium : $M_{Ca} = 40,1 \text{ g.mol}^{-1}$
- Volume moyen d'une goutte : $V_{goutte} = 0,050 \text{ mL}$

Question

Une solution de calcaire d'huître initialement à la concentration $c_0 = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ subit une dilution 12 CH. Comparer la quantité d'ions calcium apportés par un tube de granules et celle présente dans un volume équivalent d'eau minérale « Evian ». Commenter le résultat obtenu.

FICHE 3

Correction. Fiche à destination des enseignants

Solution ultramoléculaire

Une solution ultramoléculaire contient moins d'une molécule par litre.

Il faut donc tout d'abord déterminer la concentration de la solution diluée, en mol/L puis en molécule/L

- Une dilution 12 CH correspond à diluer 100^{12} fois
Soit $C_{\text{solution}} = \frac{C_0}{100^{12}} = \frac{1,0}{100^{12}} = 1,0 \times 10^{-24} \text{ mol. L}^{-1}$
- Or, on sait que 1 mol correspond à N_A molécules.
Soit $C_{\text{solution}} = N_A \times 1,0 \times 10^{-24} = 6,02 \times 10^{23} \times 1,0 \times 10^{-24} = 0,60 \text{ molécules. L}^{-1}$

La solution obtenue contient bien moins d'une molécule (en moyenne) par litre de solution, c'est une solution ultramoléculaire.

Nombre moyen d'atomes de calcium par tube

- Il y a 80 granules par tube, chaque granule contenant 3 gouttes de volume $V = 0,050 \text{ mL}$
Il a donc dans un tube : $V = 80 \times 3 \times 0,050 \times 10^{-3} = 1,2 \times 10^{-2} \text{ L}$ de solution.

Volume	Molécules
1,0 L	0,60
$1,2 \times 10^{-2} \text{ L}$	N

- Dans un tube, on a $N = \frac{1,2 \times 10^{-2} \times 0,60}{1,0} = 7,2 \times 10^{-3} \text{ molécules}$
- Or d'après la formule de la molécule (CaCO_3) il y a un atome de calcium par molécule.
Il y a donc en moyenne $7,2 \times 10^{-3}$ atomes de calcium par tube.

Remarque : on parle de nombre moyen car dans un tube, soit il y a un atome, soit il n'y en a pas.
Cela revient à dire que statistiquement, il y a une chance sur 139 qu'un atome se trouve dans le tube...

Comparaison avec l'évian :

- $N = n \times N_A$ or $n = C \times V$
Soit $N = C \times V \times N_A$ or $C = \frac{t}{M}$
Soit $N = \frac{t \times V \times N_A}{M}$

- On applique cette formule au calcium (on assimilera l'atome de calcium aux ions calcium) :

$$N(\text{Ca}) = \frac{t(\text{Ca}) \times V(\text{évian}) \times N_A}{M(\text{Ca})}$$

- On prend le même volume d'évian que le volume de solution dans un tube, le titre massique en ions calcium est lui donné sur l'étiquette.

$$N(\text{Ca}) = \frac{80 \times 10^{-3} \times 1,2 \times 10^{-2} \times 6,02 \times 10^{23}}{40,1} = 1,4 \times 10^{19} \text{ atomes}$$

On remarque donc que le nombre d'atomes de calcium présent dans un des tubes homéopathiques présentés est négligeable devant le nombre d'atomes présents dans le même volume d'eau minérale évian.

On peut dès lors se demander si les quantités présentes dans le tube homéopathique ne sont pas négligeables devant les impuretés forcément présentes de l'eau utilisée...

Proposition de répartition des compétences

COMPETENCE		A	B	C	D
S'APPROPRIER	<ul style="list-style-type: none">• Définition d'une solution ultramoléculaire• Volume de solution dans un tube• Nombre d'atomes de calcium par molécule• Titre massique en ions calcium de l'évian				
REALISER	<ul style="list-style-type: none">• Calcul de la concentration de la solution diluée en mol/L puis en molécules/L• Calcul du nombre moyen de molécules par tube• Calcul du nombre d'atomes de calcium dans le même volume d'évian				
VALIDER	<ul style="list-style-type: none">• La solution est-elle ultramoléculaire• Comparaison avec l'évian <p>Les conclusions doivent être cohérentes avec les résultats</p>				
COMMUNIQUER	<ul style="list-style-type: none">• Rédaction• Démarche claire et bien expliquée				