

Activité en Sciences Physiques sur l'argumentation

Document fourni aux élèves

« La dilution en homéopathie »

L'homéopathie repose en partie sur la dilution de substances actives, répétée de nombreuses fois.

La première dilution utilisée par Samuel Hahnemann s'exprime en DH (au dixième) ou le plus souvent en CH (centésimale Hahnemannienne), au centième ; elle s'effectue en prenant 1 volume de la solution mère et en complétant avec 99 volumes de solvant on obtient ainsi une dilution à 1 CH = 1 % = 0,01 rarement prescrite. La masse de matière active initiale est donc simplement divisée par 100.

On répète l'opération en prenant 1 volume de la solution à 1 CH et en complétant avec 99 volumes de solvant pour obtenir 2 CH. La quantité de matière initiale est donc divisée par 10 000 en comparaison de celle de la dilution initiale.

On réitère comme cela jusqu'à obtention en CH de la dilution souhaitée. Il existe des dilutions pouvant atteindre 30 CH, soit une dilution par 10^{60} de la solution mère.

D'après « Dilution homéopathique », 2019, Wikipedia

Connaissances utiles

Définition de la concentration en masse : c'est la masse de soluté qui est dissoute dans un certain volume de solution. Elle se note c_m .

$$c_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$$

$m_{\text{soluté}}$ en grammes (g)
 V_{solution} en litres (L)
 c_m en $g \cdot L^{-1}$

On considère une solution **mère** trop concentrée (sirop, médicament, etc.). La concentration en masse de l'espèce chimique est $c_{\text{mère}}$.

On souhaite créer une solution **filie** moins concentrée de concentration en masse c_{filie} .

Définition : le facteur de dilution F est défini par :

$$c_{\text{filie}} = \frac{c_{\text{mère}}}{F}$$

Où $c_{\text{mère}}$ et c_{filie} sont en $g \cdot L^{-1}$.

Questions

1. Quel est le facteur de dilution correspondant à 1 CH ? A 2 CH ?
2. Justifier qu'une solution diluée à 30 CH correspond à un facteur de dilution de 10^{60} .
3. Justifier pourquoi on peut dire : « Certaines préparations homéopathiques sont si diluées, qu'elles ne contiennent probablement plus une seule molécule de la substance active. »
Indication : un litre de solution contient environ 10^{26} molécules de substance active.

Document professeur

Compétence travaillée : communiquer son argumentaire à l'écrit

Notions en lien avec le programme de sciences physiques :

- Solvant, soluté
- Concentration en masse

Scénario envisagé (P : professeur et E : élèves)

- **P** : présentation de la compétence travaillée
- **P** : contexte scientifique de l'activité (déjà travaillé en cours ou pas)
- **E** : application numérique des formules proposées
- **Temps d'activité : 30 minutes environ**
- **E** : sélection des informations utiles
- **E** : mise en relation explicite de ces informations (diagramme, carte mentale, ...)
- **P** : aide éventuelle sur les dilutions successives (matériel présent en classe par exemple)
- **P** : inciter E à verbaliser ses idées et à écrire ses hypothèses, même en cas de doute
- **P/E** : en fin d'activité, analyse de productions d'élèves pour dégager une typologie de réponses
- **E/P** : conclusion sur une réponse argumentée en sciences physiques (mise en relation d'idées notamment par un lien cause/conséquence, appui sur un calcul, démarche explicite)

Erreurs ou difficultés probables d'élèves :

- Pas de lien entre la définition du facteur de dilution et le principe de la dilution à 1 CH.
- 2 CH correspond à un facteur de dilution $100 + 100 = 200$.
- Tentative de calcul d'une concentration en masse, alors qu'aucune donnée ne permet cela.
- Pas de lien entre le nombre de molécules présentes après dilution et le facteur de dilution.

On peut imaginer 3 types de réponses d'élèves qui illustrent la pertinence de l'argumentation proposée. L'enseignant peut ainsi classer les réponses fournies en classe, pour effectuer une analyse des productions. Cette analyse peut se faire conjointement par l'enseignement et les élèves, dans le but de faire émerger les attentes en matière d'argumentation. L'essentiel du travail fourni en classe n'est donc pas centré sur la discipline, un enseignant d'une discipline connexe (mathématiques, sciences de la vie et de la terre par exemple) peut donc l'encadrer.

Réponse descriptive (absence totale d'argumentation) :

1. La masse de matière active a été divisée par 100 pour 1 CH, et par 10 000 pour 2 CH.
2. D'après le texte extrait de wikipedia, une solution à 30 CH est diluée d'un facteur 10^{60} .
3. Si on dilue trop la substance active, il finira par ne plus y avoir une seule molécule de la substance active.

Réponse conclusive (l'élève a sans doute fourni un raisonnement, mais a été incapable de le communiquer) :

1. Les facteurs de dilution sont de 100 pour 1CH et 10 000 pour 2CH.
2. D'après le texte extrait de wikipedia, une solution à 30 CH est diluée d'un facteur 10^{60} .
3. Pour une dilution à 13 CH, on a une seule molécule restante si on a utilisé 1L de solution de la substance active.

Réponse argumentée (la démarche de raisonnement est explicitée, le cas ci-dessous étant évidemment idéal) :

1. D'après le texte, 1 CH correspond à une dilution d'un facteur 100 (1 volume de solution mère et 99 volumes de solvant). Pour 2CH, on effectue l'opération 2 fois, donc le facteur de dilution est $100 \times 100 = 10\,000$.
2. Chaque dilution divise la concentration massique par 100. Donc pour 30 CH, le facteur de dilution est :

$$F = 10^2 \times 10^2 \times \dots \times 10^2 = 10^{2+2+\dots+2} = 10^{60}$$

3. Partons d'une solution d'1 L contenant 10^{26} molécules actives. Pour un même volume, chaque dilution à 1CH divise par 100 le nombre de molécules présentes.
Au bout de 13 dilutions (13 CH), il reste une molécule de substance active. A la prochaine dilution, il est probable que la molécule ne soit plus dans la solution diluée.