

## TP 2.1 – Dosage du sucre par étalonnage

### Objectifs :

- ▶ Apprendre le vocabulaire sur les solutions.
- ▶ Comprendre la notion de concentration massique
- ▶ Comprendre le principe de la dilution et de la dissolution

**Contexte :** Le sucre couramment présent dans notre alimentation est le saccharose. Cette espèce chimique peut entraîner des risques pour la santé si on en consomme trop. Il est donc important de pouvoir déterminer la quantité de sucre consommée par jour.

→ **Comment déterminer la masse de saccharose présent dans un sirop ?**

### Document 1 – Solution, solvant et soluté

➤ Une **solution** est un mélange homogène.

Le **solvant** est le composant majoritaire du mélange. Les **solutés** sont les espèces qui sont dispersées dans le solvant.

$$\text{Solvant} + \text{Soluté(s)} = \text{Solution}$$

On parle de **solution aqueuse** si le solvant est l'eau H<sub>2</sub>O.

### Document 2 – Composition d'un sirop

Le constructeur annonce que le sirop est composé d'*eau*, de *sucre* de *jus de citron* et d'*acide citrique* principalement.

**1 –** Donner le solvant et les solutés présents dans le sirop.

Le solvant du sirop est l'eau, les solutés sont le sucre, le jus de citron et l'acide citriques.

### Document 3 – Concentration en soluté

La **concentration massique c** mesure la quantité de soluté présent dans une solution. C'est le rapport de la masse *m* de **soluté** dissous dans le volume *V* de la **solution**

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

### Document 4 – Dissolution du sucre dans l'eau

- ▶ Peser une masse donnée de sucre avec une balance de précision.
- ▶ Mettre le sucre dans une fiole jaugée de 50 mL.
- ▶ Compléter la fiole jaugée jusqu'à mi-hauteur avec de l'eau distillée, agiter.
- ▶ Compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.
- ▶ Verser le mélange dans un bêcher de 100 mL.

**¶** En utilisant le Document 4, préparer un mélange de 50 mL d'eau et de sucre.

**¶** Mesurer et noter la masse volumique du mélange préparé  $\rho = 0,15 \text{ g/mL}$

**2 –** Calculer la concentration massique de sucre dans la solution aqueuse préparé.

Avec une masse de sucre de 10 g, on a une concentration massique

$$c = \frac{10 \text{ g}}{50 \text{ mL}} = 0,2 \text{ g/mL}$$

### Document 5 – Mesure de concentration

On parle de **dosage** quand on mesure la concentration d'une espèce chimique présente dans une solution.

Un **dosage par étalonnage** consiste à déterminer la concentration d'une espèce chimique en comparant une grandeur physique caractéristique de la solution, à la même grandeur physique mesurée pour des solutions étalon.

**¶** En utilisant le papier millimétré, tracer la masse volumique en fonction de la concentration massique de sucre dans l'eau.

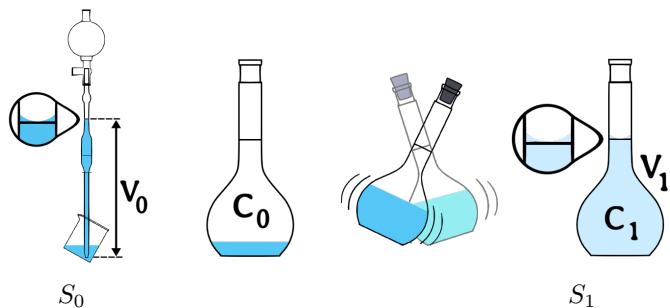
**3 –** En déduire la concentration massique de sucre dans le sirop  $c_{\text{sirop}} = 0,6 \text{ g/mL}$

### Document 6 – Principe d'une dilution

Le principe de la **dilution** est de **diminuer la concentration** en soluté dans une solution en rajoutant du **solvant**.

La solution de départ est appelée **solution mère**, notée  $S_0$ . La solution obtenue après dilution est appelée **solution fille**, notée  $S_1$ .

Pour diluer une solution, il faut



- ▶ Prélever un volume  $V_0$  de la solution à l'aide de la pipette graduée. Le bas du ménisque doit atteindre la graduation supérieure.
- ▶ Introduire la solution prélevée dans la fiole jaugée de volume  $V_1$ .
- ▶ Ajouter de l'eau distillée dans la fiole jaugée jusqu'aux 2/3 et agiter doucement. Compléter jusqu'à ce que le bas du ménisque atteigne le trait de jauge.
- ▶ Fermer la fiole et l'agiter en la retournant plusieurs fois.
- ▶ Verser la solution fille obtenue dans un bêcher.

### Document 7 – Facteur de dilution

Le **facteur de dilution** est le rapport du volume de la solution fille sur le volume de la solution mère, on dit qu'on a dilué  $F$  fois une solution

$$F = \frac{V_1}{V_0}$$

**¶** Diluer **2 fois** le sirop et mesurer sa masse volumique.

**4 –** En déduire la concentration massique en sucre. Que constatez-vous ?

Pour diluer 2 fois, il faut que  $F = 2 = \frac{V_1}{V_0}$ , on aura donc un volume final  $V_1 = 2 \times V_0$  deux fois plus grand que le volume initial, avec donc une concentration massique 2 fois plus faible.

On constate que la concentration massique a été divisée par le facteur de dilution.

## Activité 2.1 – Mal de tête et dissolution

### Objectifs :

- ▶ Calculer une concentration massique.

**Contexte :** Inès, 8 ans, a mal à la tête et son père décide de lui donner du paracétamol pour la soulager, sauf qu'il ne possède que des comprimés pour adulte !

→ **Comment le père va-t-il calculer la bonne dose à administrer à sa fille ?**

### Document 1 – Solution, solvant et soluté

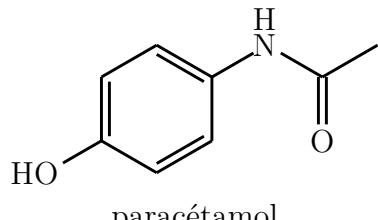
Une **solution** est un mélange homogène. Le **solvant** est le composant majoritaire du mélange. Les **solutés** sont les espèces qui sont dispersées par le solvant.

$$\text{solvant} + \text{solutés} = \text{solution}$$

### Document 2 – Le paracétamol

Le paracétamol est un antidiouleur qui peut être dangereux pour le foie s'il est consommé en trop grande quantité. Un comprimé pour adulte a une masse  $m_1 = 500 \text{ mg}$ , alors qu'un comprimé pour enfant a une masse  $m_2 = 300 \text{ mg}$ .

Pour calmer le mal de tête d'Inès, le père décide qu'il va **dissoudre** un comprimé de paracétamol pour adulte dans un verre d'eau de volume  $V_1 = 25 \text{ cL}$ .



- 1 –** Donner le solvant et les solutés de la solution préparée par le père.

Le solvant de la solution est l'eau, le soluté est le paracétamol.

### Document 3 – Concentration massique

La **concentration massique**  $c$  mesure la quantité de soluté présent dans une solution. C'est le rapport de la masse de **soluté** dissous sur le volume total de la **solution**

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

- 2 –** Convertir le volume  $V_1$  de la solution en millilitre, noté mL.

$$V_1 = 25 \text{ cL} = 250 \text{ mL}$$

- 3 –** Calculer la concentration  $c$  en mg/mL de paracétamol dans le verre d'eau.

$$c = \frac{m_1}{V_1} = \frac{500 \text{ mg}}{250 \text{ mL}} = 2,0 \text{ mg/mL}$$

**4 —** Quel volume  $V_2$  de la solution (du verre d'eau) Inès doit-elle boire pour avaler  $m_2 = 300 \text{ mg}$  de paracétamol ?

$$V_2 = \frac{m_2}{c} = \frac{300 \text{ mg}}{2,0 \text{ mg/mL}} = 150 \text{ mL} = 15,0 \text{ cL}$$

## TP 2.2 – Dosage d'un antiseptique

### Objectifs :

- ▶ Comprendre la notion de concentration massique.
- ▶ Doser la quantité de permanganate de potassium présente dans du Dakin.

**Contexte :** Le Dakin est une solution antiseptique qui sert à nettoyer des plaies. Le principe actif du Dakin est stabilisé par l'ajout de permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$ . Le permanganate de potassium donne une teinte violette au Dakin.

→ **Comment mesurer la concentration en  $\text{KMnO}_4$  dans le Dakin ?**

### Document 1 – Concentration en soluté

La **concentration massique  $c$**  mesure la quantité de soluté présent dans une solution. C'est le rapport de la masse  $m$  de **soluté** dissous dans le volume  $V$  de la **solution**

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

### Document 2 – Dakin

Le Dakin est une solution aqueuse d'hypochlorite de sodium  $\text{NaClO}$ . Du permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$  est ajouté à la solution, pour qu'elle ne soit pas dégradée par l'exposition au rayonnement UV du Soleil.

- ▶ Sur une bouteille de Dakin il est indiqué que la concentration de  $\text{KMnO}_4$  vaut  $\approx 0,01 \text{ g/L}$ .

1 – Donner le solvant et les solutés de la solution de Dakin.

Le solvant est l'eau, les solutés sont le permanganate de potassium et l'hypochlorite de sodium.

### Document 3 – Mesure de concentration d'une solution colorée

Une **échelle de teinte** permet de mesurer la concentration d'un soluté coloré.

La teinte d'une solution est proportionnelle à la concentration en soluté. On prépare une série de solutions **étalons** dont on connaît la concentration et on compare leur teinte avec la solution dont on veut mesurer la concentration.

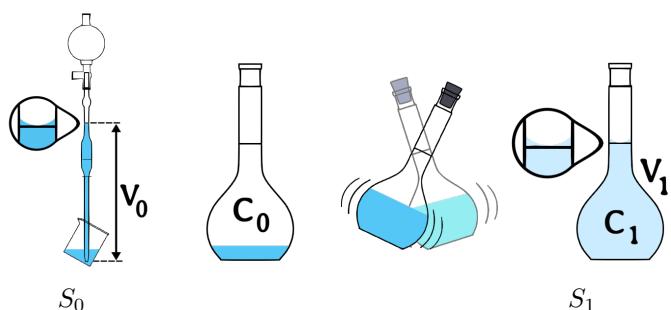
⚠ Il faut comparer les teintes avec des verreries identiques, la teinte s'assombrit avec l'épaisseur.

### Document 4 – Protocole d'une dilution

La **dilution** est la **diminution de la concentration** en soluté d'une solution en rajoutant du **solvant**.

La solution de départ est appelée **solution mère**, notée  $S_0$ . La solution obtenue après dilution est appelée **solution fille**, notée  $S_1$ .

Pour diluer une solution, il faut



- ▶ Prélever un volume  $V_0$  de la solution à l'aide d'une pipette graduée. **Le bas du ménisque** doit atteindre la graduation supérieure.
- ▶ Introduire la solution prélevée dans la fiole jaugée de volume  $V_1$ .
- ▶ Ajouter de l'eau distillée dans la fiole jaugée jusqu'aux 2/3 et agiter doucement. Compléter jusqu'à ce que **le bas du ménisque** atteigne le trait de jauge.
- ▶ Fermer la fiole et l'agiter en la retournant plusieurs fois.
- ▶ Verser la solution fille obtenue dans un bêcher.

### Document 5 – Facteur de dilution

Le **facteur de dilution** est le rapport du volume de la solution fille sur le volume de la solution mère et il est égal au rapport des concentrations des solutions mère et fille.

$$F = \frac{V_1}{V_0} = \frac{c_0}{c_1}$$

**2 —** On souhaite réaliser une échelle de teinte composée de 4 solutions étalon pour mesurer la concentration de permanganate de potassium dans le Dakin.

Solution étalon	1	2	3	4
Concentration (g/L)	0,05	0,025	0,0125	0,0063

Calculer le facteur de dilution entre les différentes solutions.

On divise par deux la concentration pour passer de la solution 1 à la solution 2, de la 2 à la 3 et de la solution 3 à la solution 4. Donc le facteur de dilution est  $F = 2$ .

**3 —** Justifier l'intervalle des concentrations proposées pour l'échelle de teinte, à partir de la valeur attendue de la concentration en permanganate de potassium.

La valeur attendue de la concentration ( $c = 0,01 \text{ g/L}$ ) se trouve bien dans l'intervalle proposé.

**4 —** Sachant que le volume de la fiole jaugée est  $V_1 = 50 \text{ mL}$ , donner le volume de la solution mère  $V_0$  à prélever pour avoir un facteur de dilution  $F = 2$ .

On doit avoir un volume deux fois plus faible, soit  $V_0 = 25 \text{ mL}$ .

  Réaliser l'échelle de teinte en effectuant trois dilutions successives. Verser quelques millilitres de chaque solutions dans des tubes à essais.

  Utiliser l'échelle de teinte pour encadrer la valeur de la concentration en permanganate de potassium dans le Dakin. Est-elle cohérente avec celle du constructeur ? Oui, on trouve une concentration  $0,0125 \text{ g/L} < c < 0,0063 \text{ g/L}$ .

**5 —** Proposer une autre échelle de teinte pour améliorer la précision de la mesure (donner une liste de concentration).

On pourrait utiliser une échelle de teinte avec les concentrations suivantes : 0.015, 0.012, 0.0094, 0.0075, 0.006 g/L ( $F = 1.25$ ).

## Activité 2.2 – Hémoglobine et anémie

### Objectifs :

- ▶ Mesurer une concentration massique à l'aide d'une échelle de teinte.

**Contexte :** Pour assurer son bon fonctionnement, l'organisme d'un être humain a besoin de fer Fe. On dit qu'une personne souffre d'anémie si la concentration massique en fer dans le sang est trop faible. Le fer est transporté par une molécule dans le sang : l'hémoglobine.

→ **Comment vérifier qu'une personne ne souffre pas d'anémie ?**

### Document 1 – Concentration en hémoglobine

Mesurer la concentration massique en hémoglobine dans le sang permet de détecter les cas d'anémies. On parle d'anémie si cette concentration massique est inférieure à  $1,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  pour une femme et  $1,3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  pour un homme. Pour mesurer cette concentration, on peut réaliser une échelle de teinte, car c'est l'hémoglobine qui donne sa teinte rouge au sang.

Solution					
Concentration g/L	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0



↑ Échantillon de sang à doser.

↑ Schéma de l'échelle de teinte réalisée, avec les solutions étalons et leurs concentrations.

**1 –** Rappelez avec vos mots le principe général d'un dosage par étalonnage (que veut-on mesurer et comment fait-on).

On cherche à mesurer une concentration en comparant les teintes de différentes solutions. C'est possible, car la teinte est proportionnelle à la concentration.

**2 –** Pour préparer des solutions, on peut effectuer une dilution ou une dissolution. Indiquer en justifiant laquelle des deux méthodes on utilise pour passer de la solution 2 à la solution 3.

On réalise une dilution, car on diminue la concentration.

**3 –** En utilisant la figure du document 1, indiquer en justifiant la concentration en hémoglobine de l'échantillon de sang.

La teinte de l'échantillon se trouve entre celle de la solution 2 et 3, donc sa concentration se trouve entre  $1,3$  et  $1,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  d'hémoglobine.

**4 –** L'échantillon vient d'une femme. Indiquer en justifiant si elle souffre d'anémie ou non.

Elle ne souffre pas d'anémie, car sa concentration en hémoglobine est supérieure à  $1,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

## TP 7.3 – Dissolution et transfert d'énergie

### Objectifs :

- ▶ Comprendre la notion de réaction endothermique et exothermique.
- ▶ Réaliser des dissolutions en respectant les consignes de sécurité.

**Contexte :** Quand on ajoute de l'acide chlorhydrique dans de la soude, une réaction chimique a lieu et la température de la solution augmente. On dit que la réaction est **exothermique** : de l'énergie a été libérée.

→ **Peut-on contrôler la température à la fin de la réaction en changeant les conditions initiales ?**

### Document 1 – Réaction endothermique et exothermique

Une transformation endothermique nécessite d'absorber de l'énergie pour avoir lieu. Cette perte d'énergie sous forme de transfert thermique implique un abaissement de la température du milieu extérieur.

Pour une réaction chimique en solution, la solution va donc voir sa **température diminuer** si la réaction est **endothermique**.

Il est ainsi possible de faire baisser la température chimiquement, par exemple si on dissout dans de l'eau une espèce chimique dont la dissolution est endothermique.

⚠ Toutes les transformations de dissolution ne sont pas endothermique !

Inversement, la solution va voir sa **température augmenter** si la réaction chimique est **exothermique**.

### Document 2 – Le chlorure d'ammonium

Le chlorure d'ammonium  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , est un solide blanc à température ambiante. Il est irritant pour les yeux et nocif en cas d'ingestion. **On portera donc des lunettes de protection pendant toute les manipulations.**

Le chlorure d'ammonium est soluble dans l'eau jusqu'à une certaine limite : on ne pourra dissoudre que 37,2 g dans 100 mL d'eau à 20 °C.

Lors de la dissolution du chlorure d'ammonium dans l'eau, il se dissocie en ses ions constitutifs : les ions ammonium  $\text{NH}_4^+$ , et les ions chlorure  $\text{Cl}^-$ .

⚠ Danger du  $\text{NH}_4\text{Cl}$  : H302 (toxicité aiguë) ; H319 (irritation des yeux).

### Document 3 – Dissolution à réaliser

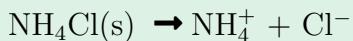
Pour réaliser la réaction de dissolution décrite dans le document 2, prendre 2 bêchers et verser dans chacun 50 mL d'eau distillée.

Mesurer la masse d'eau distillée versée  $m_{\text{eau}} = 50,0 \text{ g}$

Ajouter les masses suivantes de chlorure d'ammonium  $\text{NH}_4\text{Cl}$  :

- bêcher 1 :  $m_1 = 4,0 \text{ g}$
- bêcher 2 :  $m_2 = 10,0 \text{ g}$

1 — Écrire la réaction de dissolution du chlorure d'ammonium dans l'eau.



 Réaliser les dissolutions demandées dans le document 3. Mesurer la température initiale  $T_i$  avant l'ajout du solide, puis la température finale  $T_f$  lorsque celle-ci ne varie plus. Noter les résultats dans le tableau suivant :

	Température initiale $T_i$	Température finale $T_f$	Variation de température $\Delta T = T_f - T_i$
Bécher 1	20,0 °C	15,8 °C	-4,2 °C
Bécher 2	20,0 °C	7,4 °C	-12,6 °C

**2 –** La réaction de dissolution est-elle endothermique ou exothermique ? Justifier.

La réaction est endothermique, car la température de la solution baisse pendant la dissolution.

**3 –** Quel est l'impact de la masse de NH<sub>4</sub>Cl sur la variation de la température ?

La variation de température augmente avec la masse : plus la masse est élevée et plus la température diminue.

**4 –** Calculer l'énergie absorbée par la réaction de dissolution  $E = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times \Delta T$ . **Donnée :** La capacité thermique de l'eau vaut  $c_{\text{eau}} = 4,180 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot {}^\circ\text{C}^{-1}$

On calcule l'énergie à l'aide de la relation littérale donnée

$$\begin{aligned} E_1 &= m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times \Delta T_1 \\ &= 50,0 \text{ g} \times 4,180 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot {}^\circ\text{C}^{-1} \times (-4,2 - 15,8) {}^\circ\text{C} \\ &= 878 \text{ J}. \end{aligned}$$

On calcule de la même façon  $E_2$ , donc  $E_1 = 878 \text{ J}$  et  $E_2 = 2633 \text{ J}$ .

**5 –** Calculer l'énergie de dissolution massique  $E_m = -E/m$ , avec  $m$  la masse de chlorure d'ammonium dissoute. Comparer avec la valeur de référence  $E_m = 276,3 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ .

Dans le premier cas, on a

$$E_m = \frac{E_1}{m_1} = \frac{878 \text{ J}}{5,0 \text{ g}} = 219,5 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$$

Dans le second cas on trouve  $E_m = E_2/m_2 = 263,3 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ .

Dans les deux cas on trouve une valeur plus faible que celle attendue, ce qui peut s'expliquer par le contact entre le bécher et l'air extérieur, qui entraîne des transferts de températures et augmente la température de l'eau.