

Activité documentaire n° 1 – La concentration en masse

► Introduction

L'atelier artisanal « Bel'Ambre » souhaite fabriquer un sirop aromatisé aux fruits rouges. Avant de fixer sa propre recette, l'atelier compare ce qui existe déjà sur le marché : une eau aromatisée sans sucre ajouté, un soda classique et un sirop à diluer du commerce. Ces trois produits appartiennent à des familles très différentes, mais tous contiennent du sucre.

n° Comment lire et comparer la quantité de sucre présente dans une boisson à partir de son étiquette?

✓ Savoirs et savoir-faire

Savoirs	Savoir-faire / capacités
• Solution, soluté, solvant, solution aqueuse. • Concentration en masse C_m, exprimée en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$. • Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$.	• Identifier le soluté et le solvant à partir de la composition d'une boisson. • Calculer une concentration en masse par proportionnalité et à l'aide de la formule $C_m = m/V$. • Utiliser une grandeur quotient pour comparer des compositions.

Document 1 – Sucres et étiquettes de trois boissons

Le tableau ci-dessous rassemble les informations lues sur l'étiquette de trois boissons du commerce. Les teneurs en sucre sont des valeurs arrondies, données pour 100 mL de produit, comme sur une étiquette nutritionnelle. La « dose usuelle » est la portion généralement consommée, et la « masse de sucre par dose » est la masse de sucre qu'elle contient.

Boisson	Teneur en sucre (g pour 100 mL)	Dose usuelle	Masse de sucre par dose (g)
Eau aromatisée sans sucre ajouté	$\leq 0,5$	500 mL (bouteille)	$\leq 2,5$
Soda classique	10,6	330 mL (canette)	35,0
Sirop à diluer du commerce (concentré)	65	20 mL (1 dose pour un verre)	13

Le sirop à diluer est vendu concentré : il faut le diluer avec de l'eau avant de le boire. La teneur indiquée est celle du sirop concentré, avant dilution.

Document 2 – Ordre de grandeur visuel de la masse de sucre



La photographie ci-dessus représente la masse de sucre contenue dans quelques sodas, sous forme de morceaux de sucre empilés. Un morceau de sucre pèse environ 5,0 g.

Activité documentaire n° 1 – La concentration en masse

Document 3 – Du vocabulaire : solution, soluté, solvant

À retenir

- Une **solution** est un mélange **homogène** obtenu en dissolvant une espèce chimique (le soluté) dans une autre (le solvant).
- Le **soluté** est l'espèce chimique **dissoute** dans le solvant : c'est elle qui est présente en plus petite quantité.
- Le **solvant** est l'espèce chimique qui **dissout** le soluté : c'est elle qui constitue l'essentiel de la solution. Lorsque le solvant est l'eau, la solution est dite **solution aqueuse**.

Document 4 – La concentration en masse d'une solution

À retenir

La **concentration en masse** d'un soluté dans une solution, notée C_m , représente la masse de soluté dissous par litre de solution. Elle se calcule à l'aide de la relation :

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

où $m_{\text{soluté}}$ est la masse de soluté (en g) et V_{solution} le volume de solution (en L). La concentration en masse est alors exprimée en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.

1. Lire une étiquette

1. Pour chacune des trois boissons du **Document 1**, identifier le soluté majoritaire et le solvant. Justifier à l'aide du **Document 3**.

✓ Correction

Les trois boissons sont des mélanges homogènes : ce sont des solutions.

- **Eau aromatisée** : le solvant est l'**eau** (constituant majoritaire) et le soluté est la petite quantité d'**arômes** dissoute ($\leq 0,5 \text{ g}$ pour 100 mL).
- **Soda classique** : le solvant est l'**eau** et le soluté majoritaire est le **sucré** ($10,6 \text{ g}$ pour 100 mL).
- **Sirop à diluer** : le solvant est l'**eau** et le soluté majoritaire est le **sucré** (65 g pour 100 mL).

Dans les trois cas, le solvant étant l'eau, ces boissons sont des **solutions aqueuses**.

2. Calculer une concentration en masse

2. Pour le **soda classique**, déterminer la concentration en masse de sucre C_m en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ à l'aide d'un tableau de proportionnalité reliant la teneur en sucre (pour 100 mL) et la concentration en masse (pour 1 L).

✓ Correction

Volume de soda	100 mL	1000 mL = 1 L
Masse de sucre	10,6 g	106 g

Pour passer de 100 mL à 1 L , on multiplie le volume par 10 ; la masse de sucre est donc elle aussi multipliée par 10.

$$C_m = 106 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Vérification avec la formule du **Document 4** : $C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{35,0 \text{ g}}{0,330 \text{ L}} \approx 106 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Activité documentaire n° 1 – La concentration en masse

3. Pour l'**eau aromatisée** et le **sirop à diluer du commerce**, calculer la concentration en masse de sucre C_m en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ en utilisant directement la formule du **Document 4** et les données de la « dose usuelle » du **Document 1**.

Indication : pour la solution la moins sucrée, on attend une valeur encadrée par une inégalité.

✓ Correction

Eau aromatisée : pour une dose de $V = 500 \text{ mL} = 0,500 \text{ L}$, la masse de sucre est $m \leq 2,5 \text{ g}$:

$$C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} \leq \frac{2,5 \text{ g}}{0,500 \text{ L}} \quad \text{soit} \quad C_m \leq 5,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Sirop à diluer : pour une dose de $V = 20 \text{ mL} = 0,020 \text{ L}$, la masse de sucre est $m = 13 \text{ g}$:

$$C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{13 \text{ g}}{0,020 \text{ L}} = 650 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

3. Comparer et situer

4. Comparer les trois valeurs de concentration en masse obtenues. À l'aide du **Document 2**, estimer le nombre de morceaux de sucre correspondant à la masse de sucre d'une canette de soda, et vérifier que cet ordre de grandeur est cohérent avec la photographie.

✓ Correction

$$C_m(\text{eau aromatisée}) \leq 5,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} < C_m(\text{soda}) = 106 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} < C_m(\text{sirop}) = 650 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Une canette de soda contient $m = 35,0 \text{ g}$ de sucre et un morceau de sucre pèse environ $5,0 \text{ g}$:

$$\frac{35,0 \text{ g}}{5,0 \text{ g}} = 7$$

Il y a donc environ **7 morceaux de sucre** dans une canette, ce qui est cohérent avec les tas photographiés dans le **Document 2**.

5. L'étiquette du futur sirop « Bel'Ambre » annoncera une teneur en sucre de 60 g pour 100 mL de sirop concentré. Situer cette valeur par rapport aux trois boissons du **Document 1**, en comparant directement les teneurs (exprimées toutes dans la même unité). À quelle famille appartient le sirop Bel'Ambre ?

✓ Correction

En comparant les teneurs en sucre exprimées en g pour 100 mL :

$$\underbrace{\leq 0,5}_{\text{eau aromatisée}} < \underbrace{10,6}_{\text{soda}} < \underbrace{60}_{\text{Bel'Ambre}} < \underbrace{65}_{\text{sirop du commerce}}$$

Le sirop Bel'Ambre est nettement plus sucré que le soda, mais légèrement moins que le sirop concentré du commerce : il appartient à la famille des **sirops à diluer concentrés**.



Remarque

Il existe toutefois une limite : on ne peut pas dissoudre une quantité arbitraire de sucre dans un volume donné d'eau. Au-delà d'une certaine masse, le sucre ne se dissout plus et s'accumule au fond du récipient. Cette **concentration maximale** sera étudiée plus loin dans la séquence.

Activité documentaire n° 1 – La concentration en masse

6. Les trois boissons sont toutes majoritairement composées d'eau. Leur masse volumique ρ reste donc proche de celle de l'eau ($\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$), alors que leur concentration en masse en sucre varie énormément. Sans effectuer aucun calcul de ρ , expliquer qualitativement pourquoi la concentration en masse C_m (en sucre) et la masse volumique ρ (de la boisson) sont deux grandeurs différentes.

✓ Correction

Ces deux grandeurs ne portent pas sur la même masse :

- la **concentration en masse** C_m ne concerne que la masse de **soluté** (le sucre) dissoute dans un litre de solution ;
- la **masse volumique** ρ concerne la masse de **toute la solution** (eau + sucre + autres constituants) dans un litre de solution.

Les boissons étant composées à plus de 90 % d'eau, leur masse est dominée par celle de l'eau : ρ reste donc proche de $1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$. En revanche, la masse de sucre dissous peut varier d'un facteur supérieur à 100 (de $\leq 5,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ à $650 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) : C_m varie énormément alors que ρ change très peu.

Document 5 – Dose journalière recommandée pour le sucre

La DJA représente une estimation de la quantité d'une substance présente dans les aliments ou l'eau de boisson, exprimée en fonction du poids corporel, qui peut être ingérée quotidiennement pendant toute la vie sans risque appréciable pour la santé. L'organisation mondiale de la santé (OMS) recommande une consommation maximale de 50 g/jour de sucre.

7. Calculer le volume maximal de Sprite à ne pas dépasser pour suivre les recommandations de l'OMS. À combien de canettes ce volume correspond-il ?

✓ Correction

D'après la photographie du **Document 2**, une canette de Sprite de $V = 33 \text{ cL} = 0,33 \text{ L}$ contient $m = 22 \text{ g}$ de sucre, soit une concentration en masse :

$$C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{22 \text{ g}}{0,33 \text{ L}} \approx 67 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

La masse de sucre maximale par jour est $m_{\text{max}} = 50 \text{ g}$, donc :

$$V_{\text{max}} = \frac{m_{\text{max}}}{C_m} = \frac{50 \text{ g}}{67 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 0,75 \text{ L} = 750 \text{ mL}$$

Ce volume correspond à $\frac{750 \text{ mL}}{330 \text{ mL}} \approx 2,3$ canettes : au maximum **2 canettes par jour** (2 canettes apportent 44 g de sucre, ce qui reste en dessous des 50 g recommandés, alors que 3 canettes dépasseraient avec 66 g).

♥ À retenir

Masse volumique ou concentration en masse : ne pas confondre

- La **masse volumique** $\rho = \frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}}$: au numérateur, la masse de **toute la solution** (soluté + solvant). Elle caractérise la solution elle-même et reste proche de $1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ pour une solution aqueuse diluée.
- La **concentration en masse** $C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$: au numérateur, la masse du **seul soluté dissous**. Elle caractérise la composition de la solution en soluté.
- Même dénominateur, mais numérateurs différents : $m_{\text{solution}} = m_{\text{soluté}} + m_{\text{solvant}}$, donc $m_{\text{solution}} > m_{\text{soluté}}$ et $\rho > C_m$ (à volume égal, exprimées dans la même unité).
- **Exemple (canette de soda de 330 mL)** : $m_{\text{solution}} \approx 330 \text{ g}$ (car $\rho \approx 1,0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$) mais $m_{\text{sucre}} = 35,0 \text{ g}$; d'où $C_m = 106 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ alors que $\rho \approx 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Pour aller plus loin :

Activité documentaire n° 1 – La concentration en masse

8. La dose journalière admissible (DJA) de caféine pour un adolescent est de $3,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{jour}^{-1}$. Une canette de Red Bull contient 25 cL de boisson. Sa concentration en masse de caféine est $c_m = 320 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Combien de canettes de Red Bull de 25 cL pouvez vous boire au maximum par jour sans dépasser la DJA ?

✓ Correction

La masse de l'adolescent n'est pas donnée : on prend l'exemple d'un adolescent de masse $m = 55 \text{ kg}$. La masse de caféine maximale par jour est :

$$m_{\text{max}} = 3,0 \times m = 3,0 \times 55 \text{ kg} = 165 \text{ mg}$$

Chaque canette de $V = 25 \text{ cL} = 0,25 \text{ L}$ contient :

$$m_{\text{caféine}} = c_m \times V = 320 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,25 \text{ L} = 80 \text{ mg}$$

Le nombre maximal de canettes est donc :

$$\frac{165 \text{ mg}}{80 \text{ mg}} \approx 2,1 \quad \text{soit} \quad \mathbf{2 \text{ canettes par jour au maximum.}}$$

(Plus généralement : nombre maximal = $\frac{3,0 \times m}{80}$, avec m en kg.)