Évaluation séquences 2 et 3 – corrigé

Le barème associé à chaque exercice est donné à titre indicatif et pourra être modifié par la suite.

Exercice 1 - Le dichlorométhane (/5 points)

Le dichlorométhane est un solvant non miscible à l'eau. Pour déterminer sa masse volumique, on verse 50 mL de dichlorométhane dans une éprouvette graduée, que l'on pèse sur une balance de précision ; la masse mesurée est de 126,85 g. La masse de l'éprouvette graduée vide est de 60,35 g.

1. Quelle est la masse de dichlorométhane contenue dans l'éprouvette graduée ?

✓ Correction

La balance mesure la masse de l'ensemble {éprouvette + dichlorométhane} : on retranche la masse de l'éprouvette vide.

$$m = 126{,}85\,\text{g} - 60{,}35\,\text{g} = 66{,}50\,\text{g}$$

2. Que représente la masse volumique d'une espèce chimique ?

✓ Correction

La masse volumique ρ d'une espèce chimique est la masse de cette espèce par unité de volume : $\rho = \dfrac{m}{V}$. Elle s'exprime ici en $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (ou en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). C'est une grandeur **caractéristique** de l'espèce.

3. Montrer que la masse volumique du dichlorométhane est de $\rho_d = 1{,}33\,\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

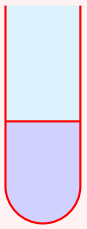
✓ Correction

$$\rho_d = \frac{m}{V} = \frac{66{,}50\,\text{g}}{50\,\text{mL}} = 1{,}33\,\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$$

4. Dans un tube à essai se trouve un mélange de dichlorométhane et d'eau. Indiquer la nature du mélange et représenter le tube à essai en indiquant où se trouve chaque liquide. Justifier.

✓ Correction

Le dichlorométhane et l'eau ne sont pas miscibles : le mélange est donc **hétérogène** et forme deux phases séparées par une surface de séparation.
Le liquide le plus dense occupe la phase inférieure. Or $\rho_d = 1{,}33\,\text{g}\cdot\text{mL}^{-1} > \rho_{\text{eau}} = 1{,}00\,\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$: le dichlorométhane se trouve donc **en bas** et l'eau **en haut**.



eau
$\rho = 1{,}00\,\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$

dichlorométhane
$\rho = 1{,}33\,\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$

5. On souhaite maintenant prélever un volume de 250 mL de dichlorométhane. Calculer la masse qui correspond à ce prélèvement.

✓ Correction

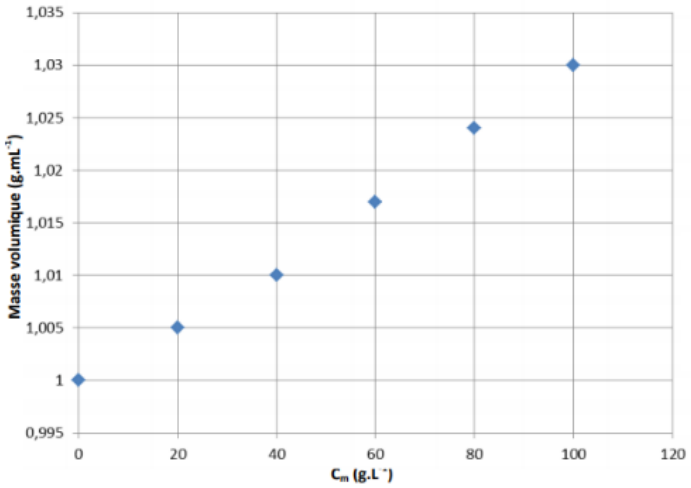
$$m = \rho_d \times V = 1{,}33\,\text{g}\cdot\text{mL}^{-1} \times 250\,\text{mL} = 332{,}5\,\text{g} \approx 3{,}3 \times 10^2\,\text{g}$$

Exercice 2 - Dosage par étalonnage du sucre dans une boisson énergétique (/11 points)

On qualifie de « boisson énergisante » (comme le Red Bull) une boisson destinée à stimuler son consommateur à l'aide de beaucoup de sucre mais aussi d'ingrédients excitants comme la caféine ou la taurine. Une boisson énergétique est, pour sa part, une boisson créée pour les sportifs afin de leur apporter de l'énergie pendant l'effort sous forme de glucides, sels minéraux et vitamines (comme le Powerade). Le glucide essentiellement présent dans le Powerade est le glucose : c'est un sucre rapide, c'est-à-dire qu'il peut être assimilé rapidement par l'organisme, de formule $C_6H_{12}O_6$.

Document 1 – Mesure de la masse volumique de solutions aqueuses de glucose

On a déterminé la masse volumique ρ de solutions aqueuses de glucose de concentrations massiques en glucose C_m différentes. Les résultats ont été reportés sur le graphique suivant :



Document 2 – La boisson énergétique

Une boisson sportive ou boisson énergétique est une boisson dont le but affiché est d'aider les sportifs à remplacer l'eau, les électrolytes et l'énergie perdus lors de la pratique sportive. Lorsqu'on mesure la masse volumique du Powerade, on trouve une valeur de $\rho_{Powerade} = 1{,}005\,\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Une bouteille de Powerade possède un volume de $V = 25\,\text{cL}$.

Document 3 – Étiquettes de la boisson énergétique

Nutrition Facts
Valeur nutritive
Per 710 mL / par 710 mL

Amount / Teneur	% Daily Value / % valeur quotidienne
Calories / Calories 60	
Fat / Lipides 0 g	0 %
Sodium / Sodium 330 mg	14 %
Potassium / Potassium 90 mg	3 %
Carbohydrate / Glucides 16 g	5 %
Sugars / Sucres 14 g	
Protein / Protéines 0 g	

INGRÉDIENTS : Eau ; glucose ; acidifiant : acide citrique ; correcteurs d'acidité : citrate de sodium, citrate de potassium ; fructose ; stabilisants : gomme arabique, esters glycériques de résine de bois ; édulcorants : aspartame, acésulfame-K ; arômes ; colorant : bleu brillant ; vitamine B6.

Évaluation séquences 2 et 3 – corrigé

1. Définir les termes « solution aqueuse », « solvant » et « soluté ».

✓ Correction

- **Solvant** : espèce chimique majoritaire de la solution, qui dissout les autres espèces.
- **Soluté** : espèce chimique dissoute dans le solvant, présente en plus faible quantité.
- **Solution aqueuse** : solution dont le solvant est l'eau.

2. Donner la formule permettant de calculer la concentration massique en précisant ce que représente chaque terme.

✓ Correction

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

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

3. En quoi consiste le dosage d'une solution ?

✓ Correction

Doser une solution, c'est déterminer la **concentration** d'une espèce dissoute qu'elle contient. On mesure pour cela une grandeur physique qui dépend de cette concentration (ici la masse volumique) et on la compare à celles de solutions de concentrations connues : c'est un dosage par étalonnage.

4. Dans une solution de Powerade, donner des exemples de solvant·s et de soluté·s.

✓ Correction

Le **solvant** est l'**eau**. Les **solutés** sont le glucose (soluté principal), le fructose, l'aspartame, l'acésulfame-K, l'acide citrique, les citrates de sodium et de potassium, les arômes, le colorant bleu brillant et la vitamine B6.

5. Comment se nomme l'étape où l'on « mélange » du glucose solide dans l'eau afin de former une solution ?

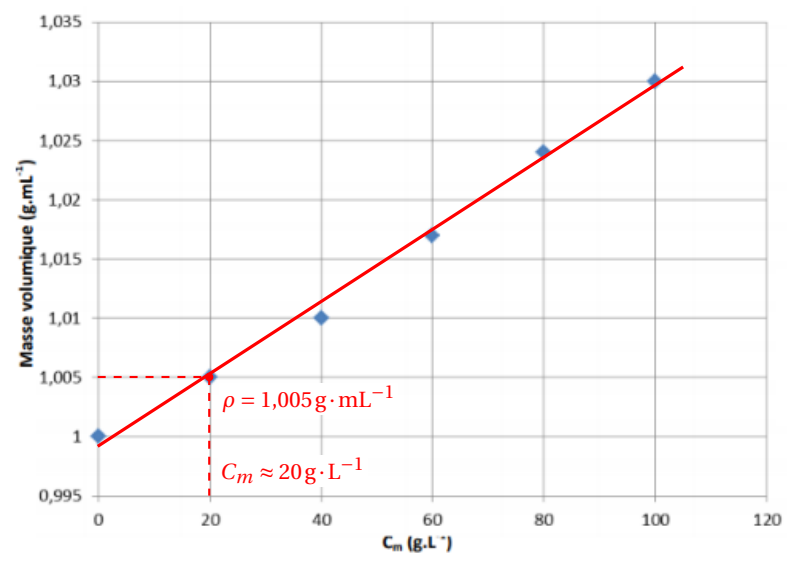
✓ Correction

Cette étape est une **dissolution**.

6. Quel titre peut-on donner à ce graphique ? Tracer la droite directement sur le graphique.

✓ Correction

Titre : « Masse volumique d'une solution aqueuse de glucose en fonction de sa concentration en masse en glucose ».
Les six points sont presque alignés : on trace la **droite d'étalonnage** passant au plus près de ces points (en rouge ci-dessous).



7. **Par lecture graphique**, déterminer la concentration en sucre de la boisson énergétique.

✓ Correction

La masse volumique du Powerade est $\rho_{Powerade} = 1{,}005\,\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Sur le graphique de la question 6 (construction en rouge), l'horizontale $\rho = 1{,}005\,\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ coupe la droite d'étalonnage pour :

$$C_m \approx 20\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$$

La boisson énergétique contient donc environ 20 g de sucre par litre.

8. Calculer la concentration en glucose du Powerade, en grammes par litre, selon les valeurs indiquées **sur l'étiquette**. Les résultats sont-ils cohérents ?

✓ Correction

L'étiquette indique 14 g de sucres pour un volume de 710 mL :

$$C_m = \frac{m}{V} = \frac{14\,\text{g}}{0{,}710\,\text{L}} = 19{,}7\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$$

Cette valeur est **cohérente** avec la lecture graphique ($\approx 20\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) : les deux méthodes donnent le même résultat à environ 2 % près.

La dose journalière maximale recommandée par l'Organisation mondiale de la Santé est de 50 grammes de sucre par jour.

9. Quel est le volume maximal de Powerade que l'on peut ingérer sans dépasser cette limite ? Exprimer le résultat en litre.

✓ Correction

$$V = \frac{m}{C_m} = \frac{50\,\text{g}}{19{,}7\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1}} = 2{,}54\,\text{L}$$

10. À partir de combien de bouteilles dépasse-t-on cette limite ?

✓ Correction

Une bouteille a un volume de 25 cL = 0,25 L.
10 bouteilles représentent 2,5 L, soit $m = 19{,}7\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1} \times 2{,}5\,\text{L} = 49\,\text{g} < 50\,\text{g}$: la limite n'est pas encore dépassée. 11 bouteilles représentent 2,75 L, soit $m = 54\,\text{g} > 50\,\text{g}$: la limite est dépassée.
On dépasse donc la dose journalière recommandée **à partir de la 11e bouteille**.

Exercice 3 - Obtention d'une solution fille à partir d'une solution mère (/4 points)

On souhaite obtenir une solution S_1 de concentration en soluté égale à $C_{m1} = 5{,}0 \times 10^{-3}\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. Pour cela, on dispose :

- d'une solution mère S_0 de concentration égale à $C_{m0} = 2{,}0 \times 10^{-2}\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.
- d'un bécher de 100 mL.
- d'une fiole jaugée de 25 mL.
- d'une pipette graduée.

La formule qui relie les concentrations et volumes des solutions mère et fille est :

$$C_{\text{mère}} \times V_{\text{mère}} = C_{\text{fille}} \times V_{\text{fille}}$$

1. Comment se nomme l'opération qui consiste à obtenir une solution fille (moins concentrée) à partir d'une solution mère ? Dans quelle pièce de verrerie effectue-t-on cette opération ?

✓ Correction

Cette opération est une **dilution**. On l'effectue dans la **fiole jaugée de** 25 mL : son trait de jauge permet d'ajuster précisément le volume final de la solution fille.

2. Calculer le volume de solution mère S_0 à prélever afin de réaliser la solution S_1.

✓ Correction

$$V_{\text{mère}} = \frac{C_{\text{fille}} \times V_{\text{fille}}}{C_{\text{mère}}} = \frac{5{,}0 \times 10^{-3}\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1} \times 25\,\text{mL}}{2{,}0 \times 10^{-2}\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1}} = 6{,}25\,\text{mL}$$

soit environ 6,3 mL, volume que l'on prélève à la pipette graduée.

3. Quelle est la masse de soluté présente dans la solution fille S_1 ? En déduire, sans calcul mais en justifiant, la masse de soluté présente dans la pipette lors du prélèvement.

✓ Correction

$$m_1 = C_{m1} \times V_1 = 5{,}0 \times 10^{-3}\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1} \times 25 \times 10^{-3}\,\text{L} = 1{,}25 \times 10^{-4}\,\text{g}$$

Lors d'une dilution, on n'ajoute **que du solvant** (de l'eau) : tout le soluté prélevé dans la pipette se retrouve donc intégralement dans la solution fille. La masse de soluté contenue dans le prélèvement est donc la même, soit $1{,}25 \times 10^{-4}$ g.
On le vérifie avec la solution mère : $m = C_{m0} \times V_{\text{mère}} = 2{,}0 \times 10^{-2}\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1} \times 6{,}25 \times 10^{-3}\,\text{L} = 1{,}25 \times 10^{-4}\,\text{g}$.