

Activité expérimentale n° 4 – Dilution et dosage à l'aide d'une échelle de teinte

► Introduction

L'atelier artisanal « Bel'Ambre » fabrique un sirop aromatisé coloré à l'aide d'un colorant alimentaire bleu, le **E132** (carmin d'indigo, ou indigotine), qui colore intensément les solutions aqueuses. Avant la mise en bouteille, le sirop **concentré** est un liquide homogène : c'est sur un prélèvement de ce sirop concentré que porte le contrôle qualité.

Pour ses contrôles, l'atelier utilise le même colorant E132 que la solution étalon préparée à l'activité précédente (**AE3**) : on la réutilise ici comme *solution mère* notée S_0 .

Mission. Vérifier que la concentration en masse de colorant du sirop concentré est bien conforme au cahier des charges de l'atelier, en réalisant un dosage par étalonnage à l'aide d'une échelle de teinte.

✓ Savoirs et savoir-faire

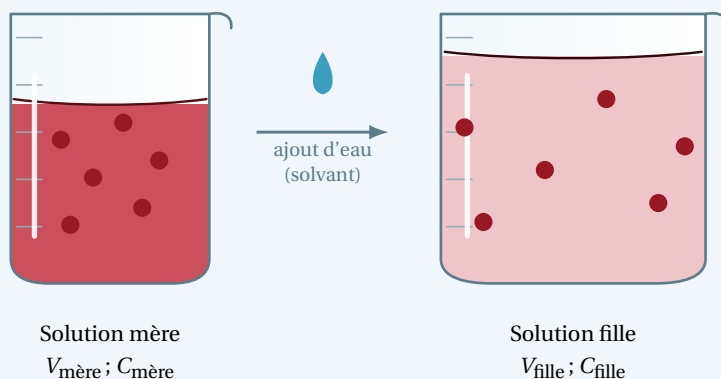
Savoirs	Savoir-faire / capacités
• Dilution : conservation de la masse de soluté ; relation $C_m(\text{mère}) V_{\text{mère}} = C_m(\text{fille}) V_{\text{fille}}$. • Dosage par étalonnage : encadrer une concentration à partir d'une gamme de teinte. • Choix de la verrerie adaptée (pipette graduée pour prélever, fiole jaugée pour ajuster).	• Concevoir une gamme de quatre dilutions directes et calculer les volumes de solution mère à prélever. • Mettre en œuvre les dilutions et construire une échelle de teinte. • Déterminer un encadrement d'une concentration par comparaison visuelle et conclure sur la conformité à un cahier des charges.

Explication d'une dilution

♥ À retenir

Lors d'une dilution, on prélève un volume $V_{\text{mère}}$ de solution mère, puis on **ajoute uniquement du solvant** (de l'eau distillée) jusqu'au volume final V_{fille} : la masse de soluté prélevée n'est ni augmentée, ni perdue, elle est **entièrement conservée** dans la solution fille.

Or, dans chaque solution, la masse de soluté s'écrit $m = C_m \times V$. Les deux masses étant égales, $C_m(\text{mère}) \times V_{\text{mère}} = C_m(\text{fille}) \times V_{\text{fille}}$: c'est la **relation de dilution**.



💡 Formule à savoir utiliser

Lors d'une dilution, la masse de soluté prélevée dans la solution mère se retrouve intégralement dans la solution fille (la masse de soluté est conservée) :

$$C_m(\text{mère}) \times V_{\text{mère}} = C_m(\text{fille}) \times V_{\text{fille}}$$

avec C_m les concentrations en masse (en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) et V les volumes (en mL), exprimés dans des unités cohérentes.

Activité expérimentale n° 4 – Dilution et dosage à l'aide d'une échelle de teinte

Document 1 – Le cahier des charges de l'atelier

Le cahier des charges impose une teinte cible pour le sirop concentré, à laquelle correspond une valeur visée de la concentration en masse de colorant :

Grandeur	Cahier des charges de l'atelier Bel'Ambre
Concentration en masse de colorant E132 dans le sirop concentré	Valeur visée : $C_m = 0,10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Le sirop est conforme si C_m est égale à la valeur visée, soit $C_m = 0,10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Document 2 – La solution mère et le matériel disponible

La solution mère S_0 est la solution étalon préparée en AE3 : c'est une solution aqueuse de colorant E132 de concentration en masse $C_m(S_0) = 0,750 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Matériel disponible sur la paillasse :

- solution mère S_0 dans un bécher ;
- une **unique pipette graduée de 10 mL** (avec propipette), utilisée pour tous les prélèvements ;
- fioles jaugées de 100,0 mL ;
- eau distillée (solvant) ;
- tubes à essai *identiques* à ceux utilisés pour la gamme.

Document 3 – La gamme de solutions filles à préparer

On souhaite préparer quatre solutions filles S_1 , S_2 , S_3 et S_4 par **dilutions directes** de S_0 , dans des fioles jaugées de 100,0 mL. Le tableau ci-dessous donne les concentrations cibles.

Solution	C_m cible ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	$V_{\text{mère}}$ à prélever (mL)	V_{fille} (mL)
S_1	0,150	20,0	100,0
S_2	0,075	10,0	100,0
S_3	0,0375	5,00	100,0
S_4	0,0075	1,00	100,0

1. Préparer la gamme d'étalonnage

1. À l'aide de la relation de dilution et du **Document 3**, calculer le volume $V_{\text{mère}}$ de solution S_0 à prélever pour préparer la **première** solution fille S_1 . **Rédiger le calcul détaillé** et exprimer le résultat avec un nombre de chiffres significatifs adapté.

✓ Correction

D'après la relation de dilution, $V_{\text{mère}} = \frac{C_m(\text{fille}) \times V_{\text{fille}}}{C_m(\text{mère})}$, avec $C_m(\text{mère}) = 0,750 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ et $V_{\text{fille}} = 100,0 \text{ mL}$. Pour la solution S_1 ($C_m = 0,150 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) :

$$V_{\text{mère}} = \frac{0,150 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 100,0 \text{ mL}}{0,750 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} = 20,0 \text{ mL}$$

Les données du Document 3 sont fournies avec trois chiffres significatifs : le résultat s'écrit donc 20,0 mL.

Activité expérimentale n° 4 – Dilution et dosage à l'aide d'une échelle de teinte

2. Quelle verrerie faut-il utiliser pour réaliser cette première solution fille S_1 ?

✓ Correction

- **Prélèvement** des 20,0 mL de S_0 : la **pipette graduée de 10 mL** (avec propipette). C'est la seule verrerie de prélèvement disponible et elle permet de prélever des volumes *variables*, contrairement à une pipette jaugée qui ne délivre qu'un seul volume. Comme 20,0 mL dépasse sa capacité, on effectue **deux prélèvements successifs de 10,0 mL** ($10,0 + 10,0 = 20,0$ mL), versés l'un après l'autre dans la fiole.
- **Ajustement** du volume final $V_{\text{fille}} = 100,0$ mL : la **fiole jaugée de 100,0 mL**. C'est une verrerie **jaugée** : son trait de jauge fixe le volume final avec précision, ce qui est indispensable pour obtenir exactement la concentration visée.

2. Réaliser la gamme de teinte

3. (compétence **Réaliser**)

Mettre en œuvre les quatre dilutions. Verser chaque solution fille dans un tube à essai **identique**, en classant les tubes de la **moins concentrée** à la **plus concentrée** : on obtient ainsi l'**échelle de teinte**.

Rédiger de la même façon les calculs des volumes $V_{\text{mère}}$ à prélever pour les **trois autres solutions filles** S_2 , S_3 et S_4 , puis **compléter la colonne $V_{\text{mère}}$ du tableau du Document 3**.

✓ Correction

Calculs. La relation de dilution donne, pour chaque solution fille, $V_{\text{mère}} = \frac{C_m(\text{fille}) \times V_{\text{fille}}}{C_m(\text{mère})}$ avec $C_m(\text{mère}) = 0,750 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ et $V_{\text{fille}} = 100,0 \text{ mL}$:

$$V_{\text{mère},2} = \frac{0,075 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 100,0 \text{ mL}}{0,750 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} = 10,0 \text{ mL} \quad V_{\text{mère},3} = \frac{0,0375 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 100,0 \text{ mL}}{0,750 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} = 5,00 \text{ mL}$$

$$V_{\text{mère},4} = \frac{0,0075 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 100,0 \text{ mL}}{0,750 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}} = 1,00 \text{ mL}$$

Ces volumes sont reportés en rouge dans la colonne $V_{\text{mère}}$ du Document 3.

Mise en œuvre. Pour chaque solution fille : rincer la pipette graduée avec la solution mère S_0 , prélever le volume $V_{\text{mère}}$ (deux prélèvements de 10,0 mL pour S_1), laisser s'écouler le prélèvement dans la fiole jaugée de 100,0 mL, puis compléter avec de l'eau distillée **jusqu'au trait de jauge** (bas du ménisque tangent au trait, œil à hauteur du trait). Boucher et homogénéiser en retournant la fiole trois fois.

Classement des tubes, de la **moins concentrée** à la **plus concentrée** :

Tube (du plus clair au plus foncé)	$V_{\text{mère}}$ (mL)	C_m ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)
S_4	1,00	0,0075
S_3	5,00	0,0375
S_2	10,0	0,075
S_1	20,0	0,150

Activité expérimentale n° 4 – Dilution et dosage à l'aide d'une échelle de teinte

3. Doser le sirop concentré Bel'Ambre

4. (compétence **Valider**)

Prélever un peu de sirop concentré Bel'Ambre et le verser dans un tube à essai **identique** à ceux de la gamme. Placer ce tube à côté des tubes S_1 à S_4 , puis comparer la teinte du sirop à celle de l'échelle de teinte pour déterminer un **encadrement** de la concentration en masse $C_m(\text{sirop})$ du colorant dans le sirop concentré.

✓ Correction

Le tube de sirop est placé à côté des quatre tubes de la gamme, tous de **même volume** et dans des tubes **identiques** : la comparaison visuelle des teintes est alors possible.

La teinte du sirop concentré est **plus claire** que celle du tube S_3 (obtenu avec 5,00 mL de S_0 , $C_m = 0,0375 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) et **plus foncée** que celle du tube S_4 (obtenu avec 1,00 mL de S_0 , $C_m = 0,0075 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$). Sa concentration en masse est donc encadrée par ces deux valeurs :

$$0,0075 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} < C_m(\text{sirop}) < 0,0375 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

soit $7,5 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} < C_m(\text{sirop}) < 3,75 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

5. (compétence **Valider**)

À l'aide du **Document 1**, le sirop concentré est-il **conforme** au cahier des charges? Rédiger une phrase de conclusion.

✓ Correction

Le cahier des charges impose une concentration en masse **égale à la valeur visée** $C_m = 0,10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Or l'encadrement obtenu donne $C_m(\text{sirop}) < 0,0375 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, valeur **très inférieure** à $0,10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$: le sirop est **trop peu chargé en colorant**.

Conclusion. La concentration en masse de colorant du sirop concentré Bel'Ambre est comprise entre $0,0075 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ et $0,0375 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, donc inférieure à la valeur visée de $0,10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$: **le sirop n'est pas conforme au cahier des charges de l'atelier**.

Évaluation par compétences

Deux compétences sont évaluées dans cette activité; aucune note chiffrée n'est portée sur cette copie.

Compétence	Maîtrise			
	 Maîtrise insuffisante	 Fragile	 Satisfaisante	 Très bonne maîtrise
Réaliser Mettre en œuvre les dilutions et construire l'échelle de teinte; rédiger les calculs avec un nombre de chiffres significatifs adapté.				
Valider Déterminer un encadrement de la concentration par comparaison visuelle, et conclure sur la conformité au cahier des charges.				

La dilution

Préparer une solution fille à partir d'une solution mère : les 6 étapes de la manipulation.

Matériel : pipette jaugée • propipette • bécher • fiole jaugée • pissette • compte-gouttes • bouchon



blouse, gants, lunettes



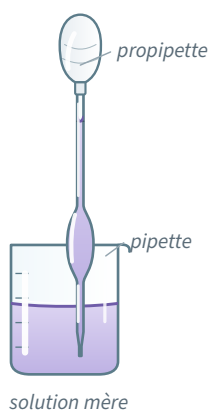
PRINCIPE

Au cours d'une dilution, la **quantité de soluté** prélevée dans la solution mère est conservée :

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

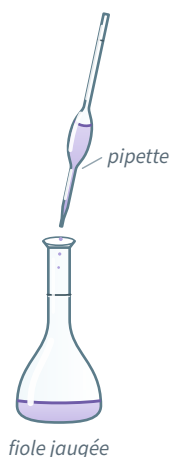
$V_{\text{mère}}$: volume prélevé à la pipette • V_{fille} : volume de la fiole jaugée

1 Prélever la solution mère



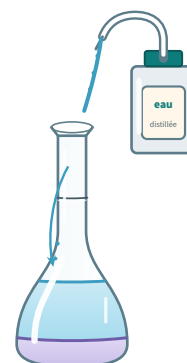
Rincer la pipette jaugée avec la solution mère, puis aspirer à la propipette jusqu'au trait de jauge gravé sur la pipette.

2 Verser dans la fiole



Placer la fiole jaugée sous la pipette, puis laisser s'écouler la solution mère dans la fiole.

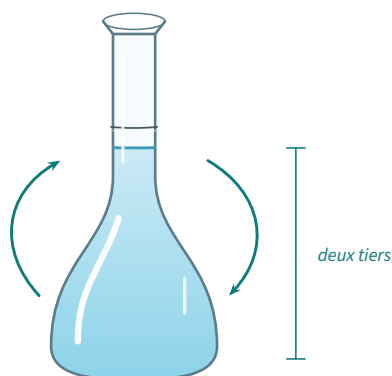
3 Rincer les parois



Rincer les parois de la fiole à la pissette : les gouttes de solution mère restées sur le verre tombent au fond de la fiole.

⚠ Ne rien perdre, sinon la solution fille est trop diluée.

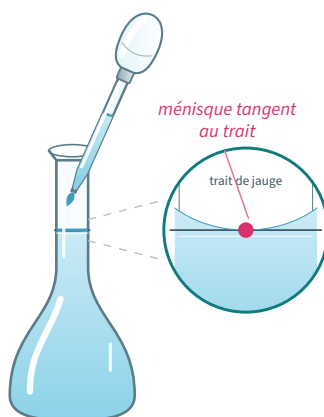
4 Ajouter le solvant et agiter



Ajouter de l'eau distillée jusqu'à environ deux tiers de la fiole, puis boucher et agiter doucement par mouvements circulaires.

💡 Homogénéiser avant de compléter évite de dépasser le trait.

5 Compléter au trait de jauge



Terminer au compte-gouttes, goutte à goutte : le **bas du ménisque** doit être **tangent** au trait de jauge.

💡 Placer l'œil à hauteur du trait, pour éviter la parallaxe.

6 Boucher et homogénéiser



Fermer la fiole avec son bouchon, **en gardant le pouce dessus**, puis la retourner plusieurs fois : la solution devient homogène.

💡 Le pouce sur le bouchon assure l'étanchéité pendant l'agitation.