Activité documentaire n° 2 – Dilution et dosage par étalonnage

▶ Introduction

À l'atelier artisanal *Bel'Ambre*, le sirop est coloré par un colorant alimentaire (E124). Avant de contrôler le sirop lui-même, l'équipe explique à un nouvel apprenti la *méthode* qu'elle utilise pour déterminer une concentration en colorant sans la mesurer directement :

« On ne mesure pas une concentration, on la détermine par comparaison à des solutions dont on connaît déjà la concentration. »

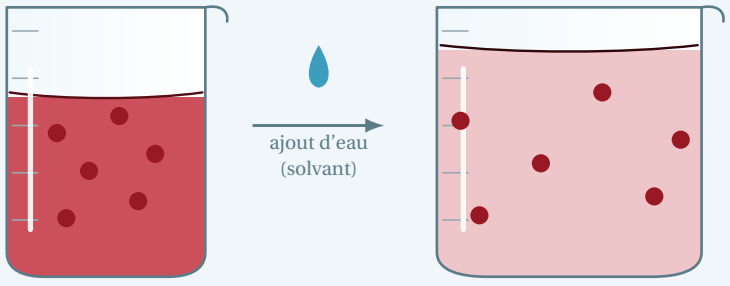
La même idée permet aussi de repérer la quantité maximale de colorant que l'eau peut dissoudre : c'est ce que l'on appelle la **concentration maximale**. Sur un exemple simple d'« eau colorée test », ce document présente le principe de la dilution, celui du **dosage par étalonnage** (échelle de teinte, puis courbe d'étalonnage), et la détermination d'une concentration maximale à partir de résultats expérimentaux.

✓ Savoirs et savoir-faire

Savoirs	Savoir-faire / capacités
• Conservation de la masse de soluté lors d'une dilution. • Relation de dilution : $C_{\text{mère}}\,V_{\text{mère}} = C_{\text{fille}}\,V_{\text{fille}}$. • Principe du dosage par étalonnage (échelle de teinte, absorbance). • Concentration maximale : définition et détermination à partir de résultats.	• Lire un schéma de dilution et identifier ce qui est conservé et ce qui change. • Calculer un volume de solution mère à prélever (grandeur quotient). • Exploiter une échelle de teinte fournie pour encadrer une concentration. • Exploiter une courbe d'étalonnage (absorbance) pour déterminer une concentration. • Déterminer une concentration maximale à partir d'un tableau de résultats.

♡ À retenir

Définition. Une **dilution** consiste à ajouter du solvant (ici l'eau) à une solution pour obtenir une solution moins concentrée, appelée **solution fille** ; la solution de départ est la **solution mère**. Le schéma ci-dessous représente la même masse de colorant (les pastilles rouges) répartie dans deux volumes différents : la quantité de soluté est **conservée**, seul le volume de solvant augmente.



Solution mère
$V_{\text{mère}}$; $C_{\text{mère}}$

Solution fille
V_{fille} ; C_{fille}

Démonstration. Lors d'une dilution, on prélève un volume $V_{\text{mère}}$ de solution mère, puis on **ajoute uniquement du solvant** (de l'eau) 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**.
En pratique. $V_{\text{mère}}$ est le volume **prélevé à la pipette** et V_{fille} le volume final de la **fiole jaugée** (jusqu'au trait de jauge).

Activité documentaire n° 2 – Dilution et dosage par étalonnage

1. Comprendre la dilution

1. À l'aide du bloc **À retenir** et de ses schémas, indiquer :
   a. ce qui est **conservé** au cours d'une dilution ;
   b. ce qui **change** (deux grandeurs à citer).

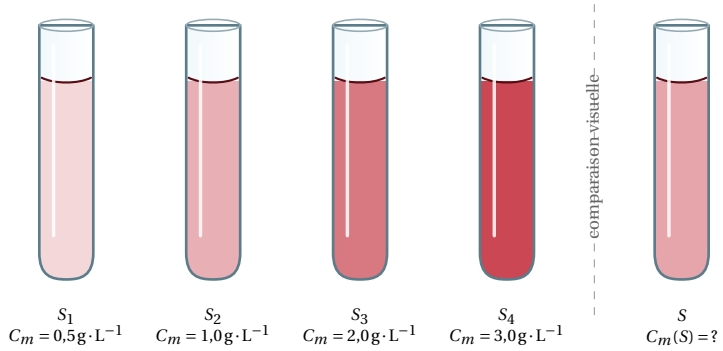
2. Préparer une solution fille

L'apprenti dispose d'une solution mère de « eau colorée test » de concentration $C_{\text{mère}} = 4{,}0\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. Il souhaite préparer, dans une fiole jaugée de $V_{\text{fille}} = 50{,}0\,\text{mL}$, une solution fille de concentration $C_{\text{fille}} = 1{,}0\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

2. Déterminer le volume $V_{\text{mère}}$ de solution mère que l'apprenti doit prélever.

Document 1 – Une échelle de teinte déjà préparée

Plutôt que de mesurer directement la concentration d'une solution inconnue, on la compare à une **gamme d'étalons** : une série de solutions de concentrations connues et de teintes de plus en plus intenses. L'ensemble forme une **échelle de teinte**. Observée dans un tube identique, au même éclairage et sur fond blanc, la solution inconnue est comparée visuellement aux solutions de la gamme.



3. Comparer à une échelle de teinte

3. À l'aide du **Document 1**, la teinte de la solution inconnue S se situe entre celles de deux solutions de la gamme. Donner un **encadrement** de sa concentration en masse $C_m(S)$.

Document 2 – Jusqu'où peut-on dissoudre le colorant ?

On ajoute une masse croissante de colorant E124 dans cinq flacons identiques contenant chacun $V = 50{,}0\,\text{mL}$ d'eau. Après agitation et repos, on observe si tout le colorant s'est dissous.

Flacon	Masse de colorant ajoutée	Volume d'eau	Observation après repos
F_1	$m = 0{,}5\,\text{g}$	50,0 mL	Totalement dissous, solution limpide
F_2	$m = 1{,}0\,\text{g}$	50,0 mL	Totalement dissous, solution limpide
F_3	$m = 1{,}5\,\text{g}$	50,0 mL	Totalement dissous, solution limpide
F_4	$m = 2{,}0\,\text{g}$	50,0 mL	Totalement dissous, solution limpide
F_5	$m = 2{,}5\,\text{g}$	50,0 mL	**Dépôt visible** au fond du flacon

4. Déterminer une concentration maximale

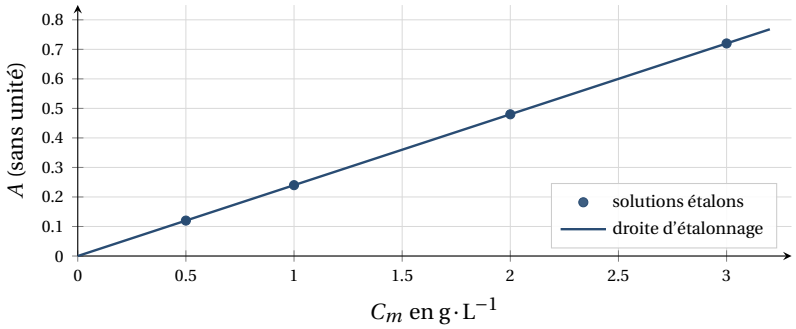
La **concentration maximale** est la concentration la plus élevée possible : au-delà, un dépôt apparaît.

4. À l'aide du **Document 2**, déterminer un **encadrement** de la concentration maximale $C_{m,\text{max}}$ du colorant E124 dans l'eau. Justifier par le calcul.

5. Méthode plus précise : À l'aide d'un graphique

Document 3 – Courbe d'étalonnage du colorant E124

On mesure l'**absorbance** A de chaque solution étalon à l'aide d'un spectrophotomètre. L'absorbance traduit l'« intensité » de la couleur de la solution : plus la solution est colorée, plus A est grande. Le graphique ci-contre représente A en fonction de la concentration en masse C_m. Pour la solution inconnue S, on a mesuré une absorbance $A = 0{,}29$.



5. À l'aide du **Document 3**, déterminer par **lecture graphique** la concentration en masse $C_m(S)$ de la solution inconnue S (faire apparaître la construction). Comparer à l'encadrement de la question 3 et préciser si cette méthode est **plus précise** ou **moins précise** que la comparaison visuelle.

6. L'atelier conditionne la solution S en flacons de 200 mL. À l'aide de la concentration $C_m(S)$ déterminée à la question 5, calculer la masse de colorant E124 contenue dans un flacon. Exprimer le résultat en milligrammes.

7. L'atelier souhaite préparer 250,0 mL d'une solution de concentration en masse $0{,}30\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ à partir de la solution S (de concentration $C_m(S)$ trouvée à la question 5).
   a. Calculer le volume de solution S à prélever.
   b. Citer la verrerie nécessaire à la préparation de cette solution.