

Une fausse pièce plus vraie que vraie ?

- **Niveau : première S**
- **Durée indicative : 2 h**
- **Extrait du programme : OBSERVER / Couleurs et images / Matières colorées**

Notions et contenus	Compétences exigibles
Dosage de solutions colorées par étalonnage. Loi de Beer-Lambert.	<i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce colorée à partir d'une courbe d'étalonnage en utilisant la loi de Beer-Lambert.</i>

▪ Déroulement de la séance

Cette activité expérimentale de réinvestissement intervient après l'étude expérimentale de la loi de Beer-Lambert. Les élèves ont donc déjà réalisé une échelle de teintes, se sont servis d'un spectrophotomètre et d'un tableur afin de tracer la droite d'étalonnage $A = f(c)$.

■ Le document est distribué aux élèves au début de la séance. Un accès à Internet est nécessaire afin de visualiser le document vidéo et effectuer les recherches au cours de l'activité (**5 minutes**).

■ Afin de modéliser la réaction entre la « fausse pièce de 10 cents » et l'acide nitrique, le professeur aura préalablement fait réagir, sous la hotte, un mélange de 3,7 g de cuivre avec 50 mL d'acide nitrique concentré. Une fois le dégagement gazeux achevé, le contenu du bécher est versé dans une fiole jaugée de 1,0 L complétée jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée (solution S).

■ Le matériel nécessaire peut être préalablement mis en place sur chacune des paillasses des élèves. Une solution de sulfate de cuivre ($V = 1,0 \text{ L}$; $c = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$) préalablement préparée est également disponible sur la paillasse du professeur.

■ Les élèves réfléchissent à la problématique et à la mise en œuvre de la démarche par groupes de 2 à 4. Chaque équipe désigne un rapporteur afin de rendre compte des idées qui sont notées au tableau ou vidéoprojetées à l'aide d'un logiciel de production de cartes mentales (**environ 15 minutes**).

■ Une phase d'échanges entre le professeur et les élèves permet de valider la mise en œuvre du protocole expérimental (**environ 15 minutes**).

▪ Éléments de réponse

● Fabrication de l'échelle de teintes (solution de sulfate de cuivre)

Les élèves fabriquent, à l'aide de deux burettes graduées de 25 mL et de tubes à essais, une échelle de teintes à partir de la solution mère de sulfate de cuivre à $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Chaque solution fille peut avoir, par exemple, un volume de 10 mL.



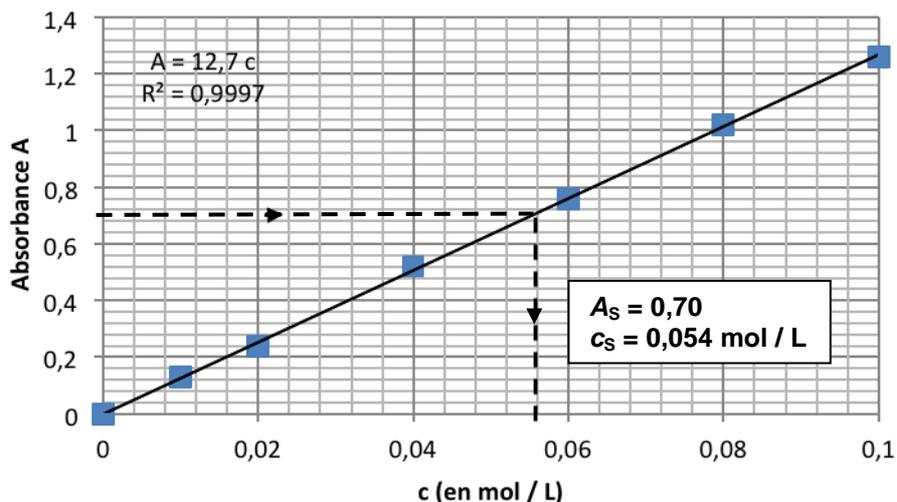
Échelle de teintes (solution de sulfate de cuivre)
($1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} < c < 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$)

Solution	S	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
Concentration $c \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$	$1,0 \times 10^{-1}$	$8,0 \times 10^{-2}$	$6,0 \times 10^{-2}$	$4,0 \times 10^{-2}$	$2,0 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-2}$
A	1,26	1,02	0,76	0,52	0,24	0,13

● **Tracé de la droite d'étalonnage $A = f(c)$**

Les élèves tracent avec un tableur-grapheur la droite d'étalonnage $A = f(c)$, pour $\lambda_{\text{max}} = 810 \text{ nm}$, en insérant une courbe de tendance. En mesurant, pour $\lambda_{\text{max}} = 810 \text{ nm}$, l'absorbance d'un échantillon de la solution S, ils déterminent par construction graphique la concentration molaire volumique de cette solution.

Solutions de sulfate de cuivre
Droite d'étalonnage $A = f(c)$ pour $\lambda_{\text{max}} = 810 \text{ nm}$



● **Détermination de la masse de cuivre et de son pourcentage massique dans la pièce**

Masse $m(\text{Cu})$ de cuivre contenue dans l'échantillon étudié :

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = C_S \cdot V_{\text{fiolle}} \cdot M(\text{Cu})$$

A.N. : $m(\text{Cu}) = 5,4 \times 10^{-2} \times 1,0 \times 63,5 = \mathbf{3,4 \text{ g}}$

Le pourcentage massique du cuivre dans l'échantillon est :

$$P(\text{Cu}) = 100 \times \frac{m(\text{Cu})}{m_{\text{pièce}}} \quad \text{A.N. : } P(\text{Cu}) = 100 \times (3,4 / 4,1) = \mathbf{83 \%}$$

Toutes les pièces d'euros contiennent du cuivre métallique dans des proportions particulières. Ainsi, les pièces de 10, 20 et 50 centimes sont formées d'un alliage appelé « or nordique » dont la composition massique est la suivante : 89 % de cuivre, 5% d'aluminium, 5% de zinc, 1 % d'étain.

$$\text{Ecart relatif : } E(\%) = \frac{|P(\text{Cu})_{\text{théo}} - P(\text{Cu})_{\text{exp}}|}{P(\text{Cu})_{\text{théo}}} \times 100$$

$$\text{A.N. : } E(\%) = \frac{89-84}{89} = \mathbf{7 \%} .$$

CONCLUSION

L'écart relatif est faible. La fausse pièce de 10 cents a un pourcentage massique en cuivre proche de celui de la vraie pièce. En revanche la validation ou l'invalidation de l'affirmation du faux monnayeur nécessiterait que l'on puisse déterminer expérimentalement les pourcentages massiques des autres métaux entrant dans la composition de l'alliage de la pièce.

■ Grille d'autoévaluation par compétences distribuée en fin de séance

Niveau A : j'y suis parvenu(e) seul(e), sans aucune aide

Niveau B : j'y suis parvenu(e) après avoir obtenu une aide (de mon binôme, d'un autre groupe, de mon professeur)

Niveau C : j'y suis parvenu(e) après plusieurs « coups de pouce »

Niveau D : je n'y suis pas parvenu(e) malgré les différents « coups de pouce »

Compétences	Critères de réussite correspondant au niveau A	A	B	C	D
ANALYSER	<ul style="list-style-type: none"> ■ Je réinvestis mes connaissances ■ Je propose un protocole pour répondre à la problématique • Réinvestissement de la loi de Beer-Lambert 				
REALISER	<ul style="list-style-type: none"> ■ Je réalise un protocole en respectant les règles de sécurité. ■ J'effectue des mesures avec précision J'utilise le matériel de laboratoire de manière adaptée • Utilisation du spectrophotomètre • Réglage du zéro (blanc) • Solution homogène • Réalisation de l'échelle de teinte (choix de la verrerie et utilisation correcte) • Choix de λ_{max} ■ J'exploite un graphique et j'effectue des calculs • Calcul des concentrations des solutions filles, • Tracé du graphe $A = f(c)$ et exploitation, 				
VALIDER	<ul style="list-style-type: none"> ■ J'exploite des observations, des mesures : • Calcul de la concentration molaire volumique de la solution S • Calcul de la masse de cuivre présente dans la solution S ■ J'analyse les résultats de façon critique : • % massique de cuivre contenu dans la pièce de 10 cents. • Conclusion sur la problématique 				
COMMUNIQUER	<ul style="list-style-type: none"> ■ Je partage mes idées à l'écrit comme à l'oral ■ Je travaille en équipe 				

▪ Grille d'évaluation par compétences du compte-rendu

Compétences	Critères de réussite correspondant au niveau A	A	B	C	D
ANALYSER	<ul style="list-style-type: none"> ■ Je propose un protocole pour répondre à la problématique • Échelle de teinte • Réinvestissement de la loi de Beer-Lambert 				
REALISER	<ul style="list-style-type: none"> ■ J'exploite un graphique et j'effectue des calculs en utilisant l'outil mathématique de manière adaptée • Calcul des concentrations des solutions filles, • Tracé du graphe $A = f(c)$ et exploitation, 				
VALIDER	<ul style="list-style-type: none"> ■ J'exploite des observations, des mesures : <ul style="list-style-type: none"> • Calcul de la concentration molaire volumique de la solution S • Calcul de la masse de cuivre présente dans la solution S ■ J'analyse les résultats de façon critique : <ul style="list-style-type: none"> • % massique de cuivre contenu dans la pièce de 10 cents. • Conclusion sur la problématique 				
COMMUNIQUER	<ul style="list-style-type: none"> ■ Je sais utiliser les notions et le vocabulaire scientifique adapté : unités, chiffres significatifs. ■ Je sais présenter une synthèse de manière cohérente, complète et compréhensible : compte rendu complet et soigné comportant une introduction et une conclusion. 				

▪ Matériel

- 1 pipette plastique
- 1 bécher de 100 mL
- 2 burettes graduées de 25 mL sur support
- 6 tubes à essais sur support
- 1 spectrophotomètre + 6 cuves transparentes
- 1 pissette d'eau distillée
- Solution aqueuse de sulfate de cuivre ($V = 1,0 \text{ L}$; $c = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$)
- 1 pièce de 10 centimes d'euro (ou échantillon de cuivre équivalent)
- Solution concentrée d'acide nitrique (50 mL)