

Chapitre 8

Analyses par spectroscopie

Fiche liée à cette activité :

► Fiche de synthèse chapitre 8

ACTIVITÉ 4 : Y-a-t-il du cuivre dans cette pièce ?



La pièce de 5 centimes d'euro est composée d'un centre en acier (constitué essentiellement de fer et de carbone) entouré de cuivre. Elle a une masse de 3,93 g.

On cherche par une méthode spectrophotométrique à déterminer la teneur en cuivre d'une telle pièce.

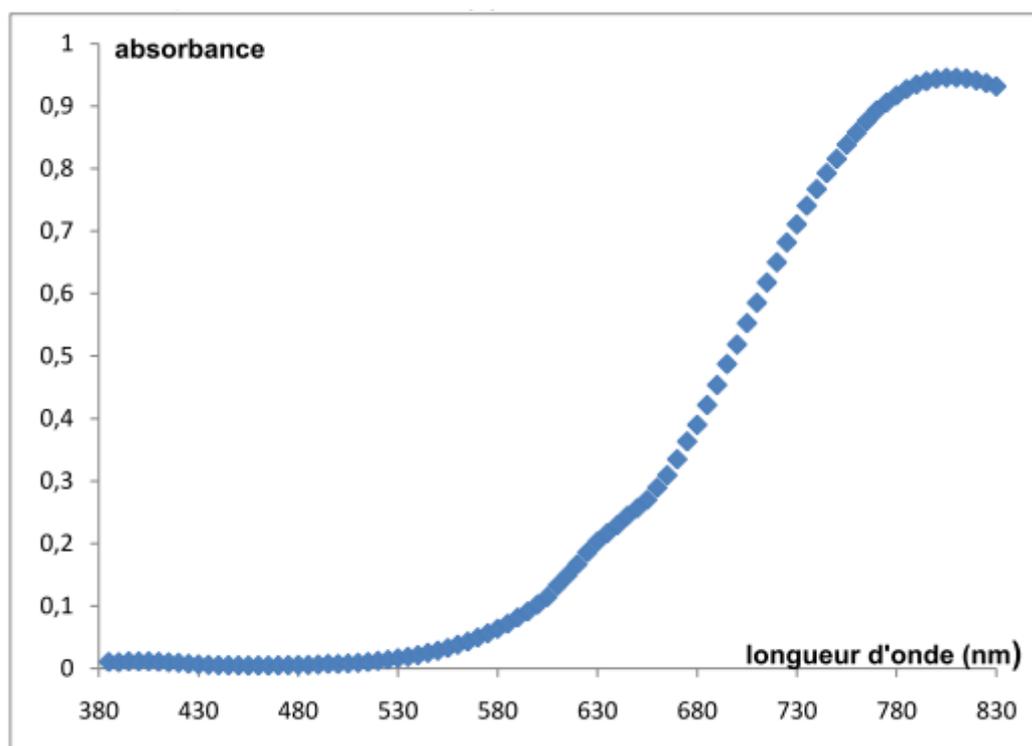
Pour ce faire, on fabrique une solution aqueuse S à partir de la pièce de 5 centimes d'euro en oxydant celle-ci avec de l'acide nitrique. La solution aqueuse S obtenue contient des ions fer (III) et des ions cuivre (II).

(D'après sujet bac Antilles 2014)

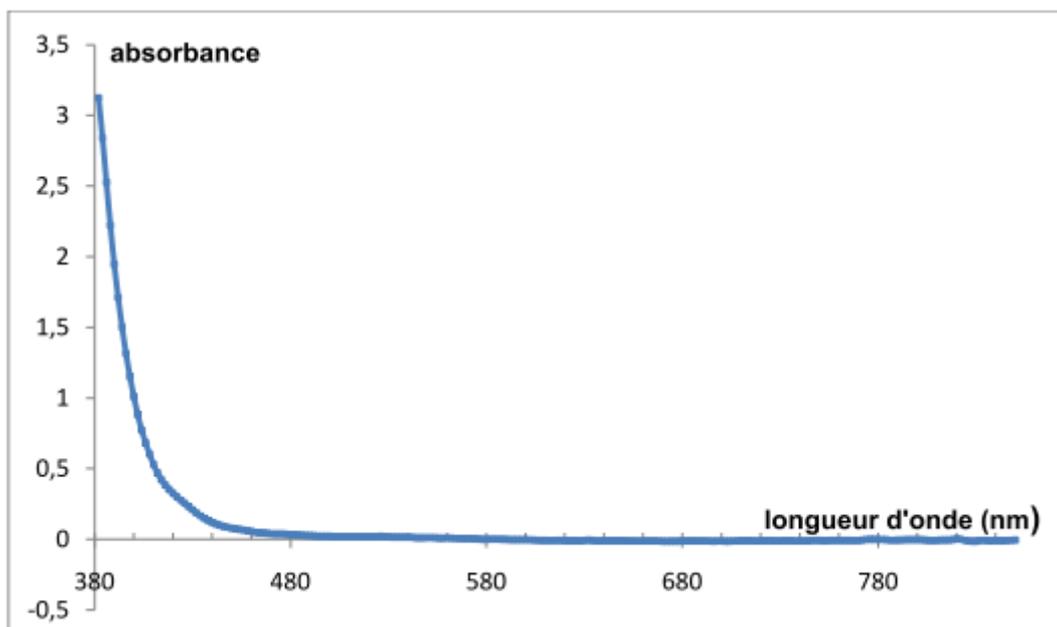
Document 1 : Spectres d'absorption des ions cuivre (II) et fer (III) dans l'eau.

On donne ci-dessous les spectres d'absorption d'une solution d'ions cuivre (II) et d'une solution d'ions fer (III), ainsi qu'un tableau reliant longueur d'onde d'absorption et couleur complémentaire. Le « blanc » a été fait avec de l'eau pure.

Solution aqueuse d'ions cuivre (II) Cu^{2+} de concentration $7,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$



Solution aqueuse d'ions fer (III) Fe^{3+} de concentration $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



couleur absorbée	violet	bleu	vert	jaune	orange	Rouge
longueur d'onde d'absorption (nm)	400-424	424-491	491-575	575-585	585-647	647-850
couleur complémentaire	jaune-vert	jaune	pourpre	bleu	vert-bleu	bleu-vert

Document 2 : Courbe d'étalonnage.

Tableau donnant l'absorbance A à 800 nm de solutions aqueuses contenant des ions cuivre (II), obtenues à partir de divers échantillons de métal cuivre pur :

Masse de l'échantillon de cuivre (mg)	0	25,1	50,6	103,8	206,2	300,6
Concentration (mol.L^{-1})	0	$3,95 \times 10^{-3}$	$7,97 \times 10^{-3}$	$1,63 \times 10^{-2}$	$3,25 \times 10^{-2}$	$4,74 \times 10^{-2}$
Absorbance	0	0,055	0,121	0,231	0,452	0,649

Document 3 : Incertitude sur un mesurage.

On rappelle les différentes formules intervenant dans la détermination de l'incertitude sur le résultat du mesurage d'un ensemble de n valeurs $\{x_1, x_2 \dots x_n\}$:

$$\text{Écart-type : } \sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\text{Incertitude-type sur la moyenne : } u(\bar{x}) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Incertitude élargie sur la moyenne : } U(\bar{x}) = k.u(\bar{x}),$$

avec : $k = 1$ pour un niveau de confiance de 68% ;

$k = 2$ pour un niveau de confiance de 95% ;

$k = 3$ pour un niveau de confiance de 98% ;

1. Étalonnage

1.1. Déterminer, en argumentant votre réponse, les couleurs attendues pour une solution d'ions cuivre (II) et pour une solution d'ions fer (III). Pour quelle raison choisit-on de travailler à une longueur d'onde de 800 nm ?

1.2. On fait subir à différents échantillons de métal cuivre pur le même traitement que celui pour la pièce. On obtient alors des solutions d'ions cuivre (II) dont on mesure l'absorbance à 800 nm. Montrer, en traçant la courbe $A=f(c)$ à l'aide du document 2, que la loi de Beer-Lambert est vérifiée pour ces solutions aqueuses d'ions cuivre (II).

2. Détermination de la teneur en cuivre dans la pièce

2.1. Déterminer graphiquement la concentration en cuivre de la solution S sachant que l'absorbance de la solution S à 800 nm vaut 0,575.

2.2. Déterminer la masse de cuivre contenue dans la pièce de 5 centimes d'euro. (on pourra calculer, en particulier, le coefficient moyen de proportionnalité entre la masse de l'échantillon de cuivre et la concentration des solutions aqueuses préparées pour établir le document 2.

2.3. En déduire la teneur (ou « pourcentage massique ») en cuivre dans la pièce.

3. Incertitude

10 groupes d'élèves ont déterminé expérimentalement la masse de cuivre présente dans 10 pièces de 5 centimes de même masse. Leurs résultats sont les suivants :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Masse de cuivre (mg)	260	270	265	263	264	265	262	261	269	267

3.1. En vous aidant du document 3 et des valeurs trouvées par les élèves, déterminer l'intervalle dans lequel devrait se situer le résultat du mesurage de la masse de cuivre avec un niveau de confiance de 95 %.

3.2. Le résultat trouvé à la question 2.2 est-il cohérent avec l'intervalle déterminé précédemment ?