



Évolution d'un système

Quelle est la teneur en cuivre dans une pièce de 5 centimes ?

Document 1 : Loi de Beer-Lambert^(*)

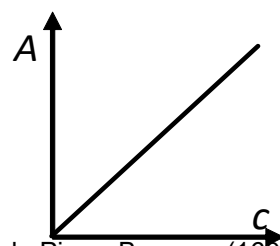
Le spectrophotomètre mesure l'absorbance d'une solution pour une lumière monochromatique de longueur d'onde choisie.

La loi de Beer-Lambert indique que l'absorbance A est proportionnelle à la concentration de l'espèce colorée :

$$A = k \cdot c$$

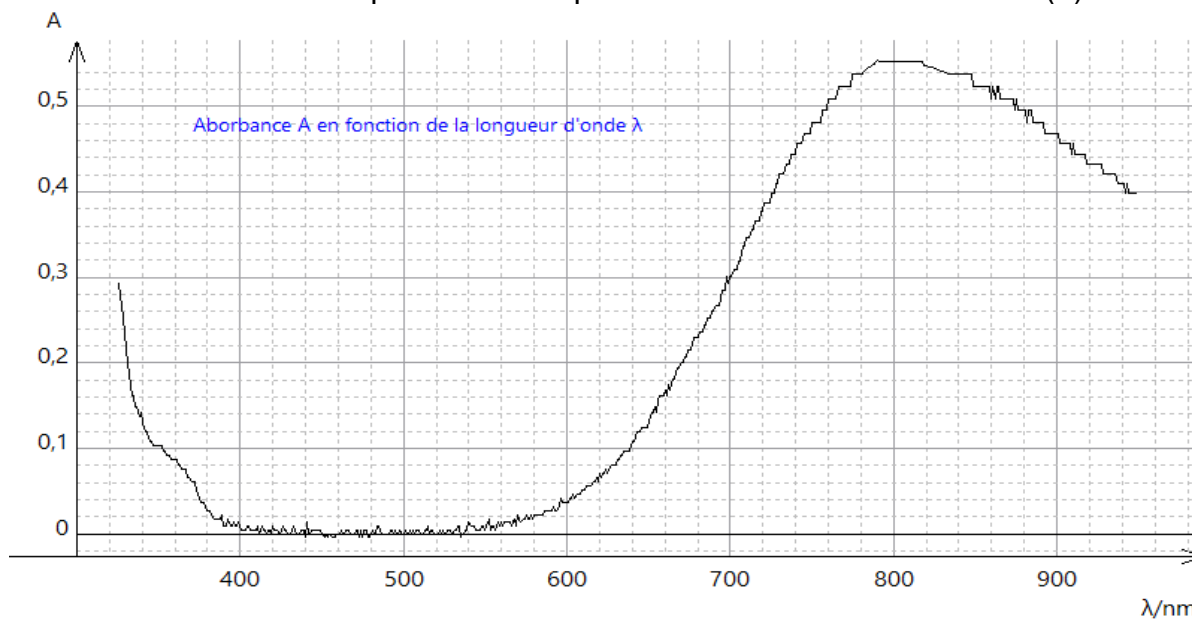
Cette loi est valable pour des solutions peu concentrées.

(*) Loi en partie découverte par Jean-Henri Lambert (1728-1777), d'après les travaux de Pierre Bouguer (1698-1758) puis complétée par August Beer (1825-1863)



Document 2 : Spectre d'absorption des ions cuivre (II) dans l'eau.

On donne ci-dessous le spectre d'absorption d'une solution d'ions cuivre (II).



Q1. Proposer une série d'expériences permettant de mesurer la concentration en ion cuivre (II) d'une solution de concentration inconnue.

Q2. Réaliser une série de mesures (voir document 3) afin d'obtenir la courbe d'étalonnage en justifiant les réglages effectués.

Q3. Modéliser. La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée ?

Document 3 : Réalisation expérimentale de la courbe d'étalonnage $A = f(c)$

Au laboratoire on dispose de solutions d'ions cuivre de concentrations étalonnées, les concentrations disponibles sont données dans le tableau suivant :

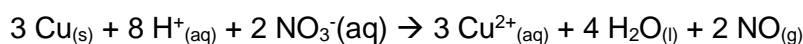
Concentration (mol.L⁻¹)	0	$3,87 \times 10^{-3}$	$7,74 \times 10^{-3}$	$1,63 \times 10^{-2}$	$3,27 \times 10^{-2}$	$4,73 \times 10^{-2}$
Absorbance	0					

Le spectrophotomètre photocolor dispose de plusieurs réglages : entre autres 470 nm, 585 nm, 700 nm.

Consulter le fichier « TPC2-1Spé-Absorbance.xlsx » qui permet de calculer l'absorbance à partir de la valeur de la tension aux bornes du photodétecteur.

Document 5 : Attaque du cuivre par l'acide nitrique

Le cuivre, de masse molaire $63,5 \text{ g.mol}^{-1}$, est un métal qui peut être totalement oxydé en ions cuivre (II) par un oxydant puissant tel que l'acide nitrique selon la réaction d'équation :



Les ions cuivre (II) formés se retrouvent intégralement dissous en solution ; le monoxyde d'azote NO est un gaz peu soluble.

En pratique, on dépose une pièce de 5 centimes dans un ballon de 100 mL placé sous la hotte et on met en fonctionnement la ventilation.

Équipé de gants et de lunettes de protection, on verse dans le ballon une solution d'acide nitrique concentrée.

La pièce est finalement totalement dissoute.

On transfère ce mélange, de couleur brune, dans une fiole jaugée de 100 mL et on complète cette dernière avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On obtient une solution S_0 qui contient également des ions fer (III) provenant de la réaction entre l'acide nitrique et le fer contenu dans le centre d'acier de la pièce.

Cette expérience étant très dangereuse, elle est visible sur l'ordinateur : « TPC2-1Spé-Piece.mp4 ».

Le fer est ensuite éliminé de la solution par un procédé chimique. On obtient alors une solution de coloration bleue, de volume 100,0 mL et de concentration inconnue en ions cuivre (II) notée c_0 .

Document 4 : La pièce de 5 centimes



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 un diamètre de 21,25 mm, une épaisseur de 1,67 mm et une masse de 3,93 g.

Sa teneur en cuivre (masse de cuivre divisée par masse de la pièce) est égale à 6,6%.

Q4. Comment vérifier la teneur en cuivre dans une pièce de 5 centimes ?

Le compte-rendu devra contenir les éléments suivants :

Introduction

Présentation des protocoles expérimentaux

Tous les calculs doivent être clairement présentés

Conclusion (avec un regard critique sur le travail effectué et des pistes pour l'améliorer)

La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée, même si elle n'a pas abouti.

Q5. On dispose d'une solution de nitrate de cuivre de concentration molaire $c = 1,00 \text{ mol.L}^{-1}$.

À l'aide du modèle de la question Q3, calculer l'absorbance de cette solution. Puis procéder à la mesure. Conclure quant aux conditions de validités de la loi de Beer-Lambert.