EXERCICE 3 Coloration de la laine (5 points)



Les premières traces d'utilisation de la laine à usage vestimentaire remontent à plus de 12 000 ans et les premières teintures de la laine apparaissent il y a plus de 5 000 ans.

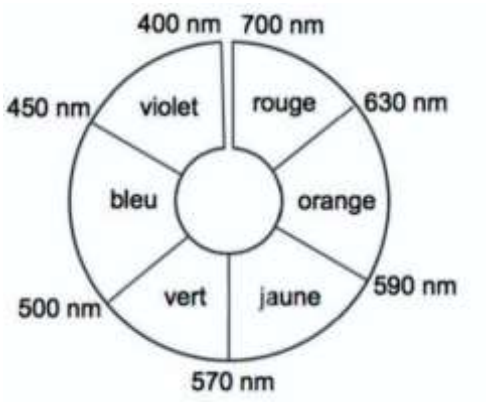
Les objectifs de cet exercice sont d'étudier la synthèse d'un colorant ainsi que les conditions nécessaires à sa fixation dans la structure de la laine.

1. Synthèse d'un « colorant acide »

Certains colorants utilisés pour teindre la laine sont appelés « colorants acides » car leur fixation est optimisée par un bain de teinture acide. On s'intéresse ici à la synthèse de l'un d'entre eux, largement utilisé dans l'industrie textile.

Données :

- masse molaire de l'acide sulfanilique : M(acide sulfanilique) = 173,2 g·mol^{-1} ;
- masse molaire β-naphtol : M(β-naphtol) = 144,2 g·mol^{-1} ;
- masse molaire du colorant : M(colorant) = 328,3 g·mol^{-1} ;
- cercle chromatique :



Le mécanisme de la synthèse du colorant débute par les étapes présentées dans le mécanisme réactionnel fourni en **ANNEXE A2 À RENDRE AVEC LA COPIE**, mettant en jeu l'acide nitreux de formule HNO_2.

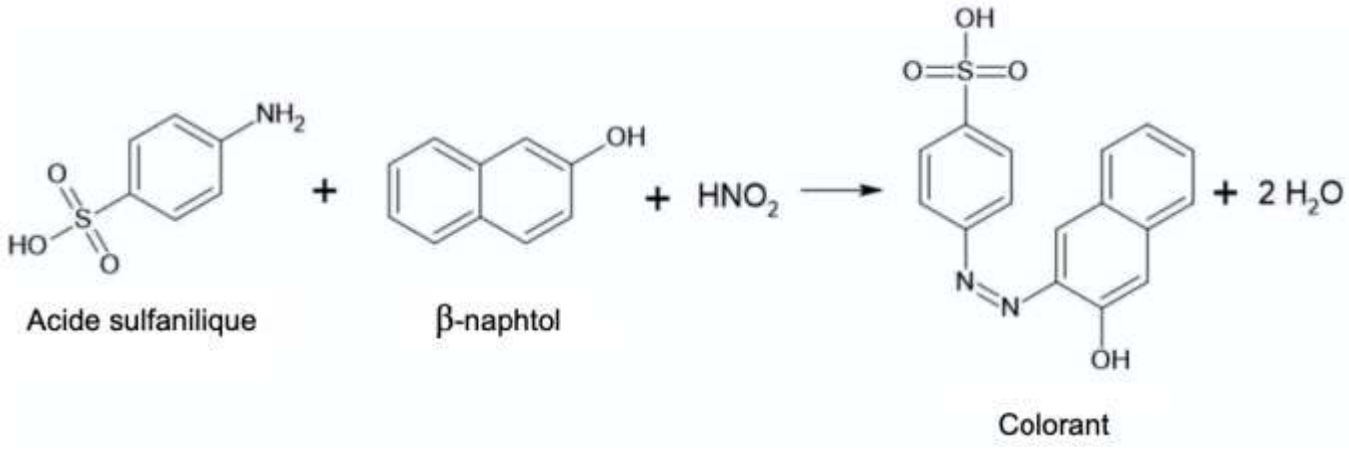
Q1. Définir un intermédiaire réactionnel.

Q2. Souligner les deux intermédiaires réactionnels présents dans les étapes du mécanisme réactionnel de la synthèse, fournies en **ANNEXE A2 À RENDRE AVEC LA COPIE.**

Q3. Identifier les sites donneur et accepteur d'électrons dans l'étape 1 en justifiant votre réponse sur la copie.

Q4. Dessiner les flèches courbes schématisant les transferts électroniques pour chacune des étapes du mécanisme sur l'**ANNEXE A2 À RENDRE AVEC LA COPIE**.

On réalise la synthèse du colorant en faisant réagir 0,87 g d'acide sulfanilique et 0,72 g de β–naphtol avec un excès d'acide nitreux. La transformation est modélisée par l'équation de réaction :



Expérimentalement, on obtient une masse m = 1,53 g de colorant.

Q5. Déterminer, en justifiant, la masse maximale de colorant qui aurait pu être obtenue.

Q6. Déterminer le rendement de cette synthèse.

Après la synthèse, on réalise le spectre d'absorption du produit obtenu à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible. Ce spectre est présenté ci-dessous :

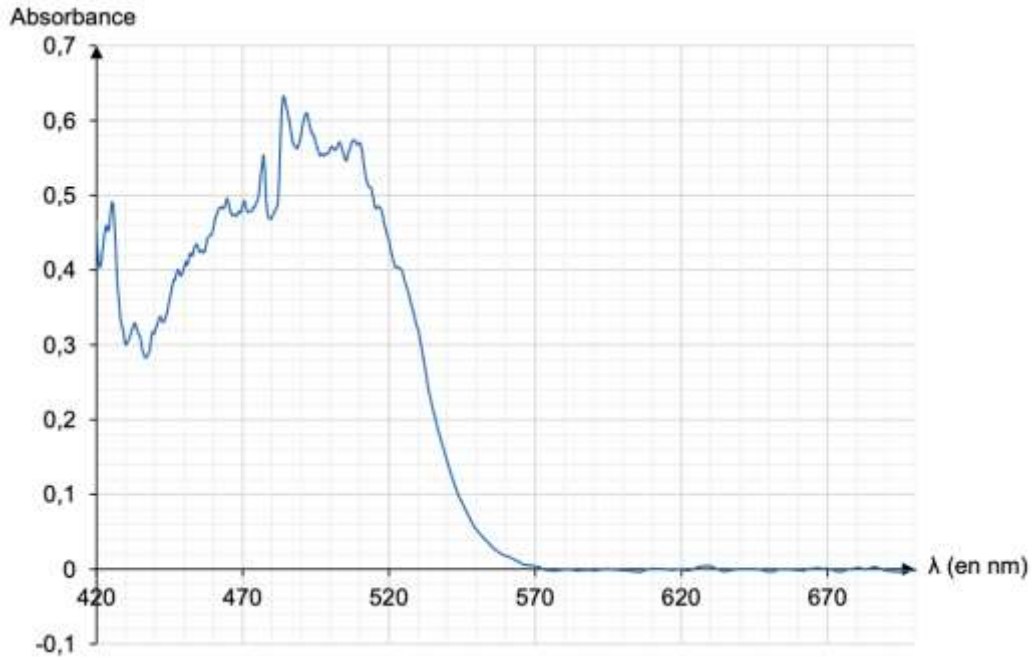


Figure 2. Spectre d'absorption d'une solution du colorant synthétisé

Q7. En utilisant le spectre ci-dessus, déterminer la couleur de ce colorant.

2. Étude du bain de teinture

Pour une fixation optimale du colorant, on abaisse le pH du bain de teinture en utilisant de l'acide citrique ou du vinaigre.

Les vinaigres sont des solutions aqueuses contenant de l'acide éthanoïque (ou acide acétique), de formule CH_3COOH. On se propose, dans cette partie, de doser du vinaigre commercial étiqueté à 8°, ce qui correspond à une concentration attendue en acide éthanoïque $C_0 = 1{,}360\ \text{mol·L}^{-1}$.

On dose un volume $V_A = 10{,}0$ mL de vinaigre dilué dix fois par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0{,}10\ \text{mol·L}^{-1}$. Le volume à l'équivalence V_E est déterminé grâce au virage du bleu de thymol.
On réalise le titrage douze fois, les mesures des volumes V_E obtenus à l'équivalence sont fournies dans le tableau ci-dessous, ainsi que la concentration C en acide éthanoïque du vinaigre commercial qui en est déduite :

N°	**1**	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V_E (mL)	**13 50**	13,70	13,70	13,65	13,70	13,60	13,65	13,60	13,75	13,50	13,60	13,50
C (mol·L^{-1})	**1,350**	1,370	1,370	1,365	1,370	1,360	1,365	1,360	1,375	1,350	1,360	1,350

Q8. Démontrer comment obtenir la valeur de la concentration C en acide éthanoïque pour le titrage **N°1** à partir de la mesure de V_{E1}.

Q9. Parmi les valeurs suivantes, choisir et recopier sur la copie la valeur moyenne C_{moy} et l'écart-type σ de la série de mesures :

Moyenne C_{moy} (mol·L^{-1})	1,9155	1,3750	1,3621

Écart-type σ (mol·L^{-1})	0,009	0,237	1,370

On rappelle que, si un opérateur calcule la valeur moyenne de n mesures effectuées dans les mêmes conditions, l'incertitude-type $u(C_{moy})$ associée à cette valeur moyenne est donnée par l'expression suivante :

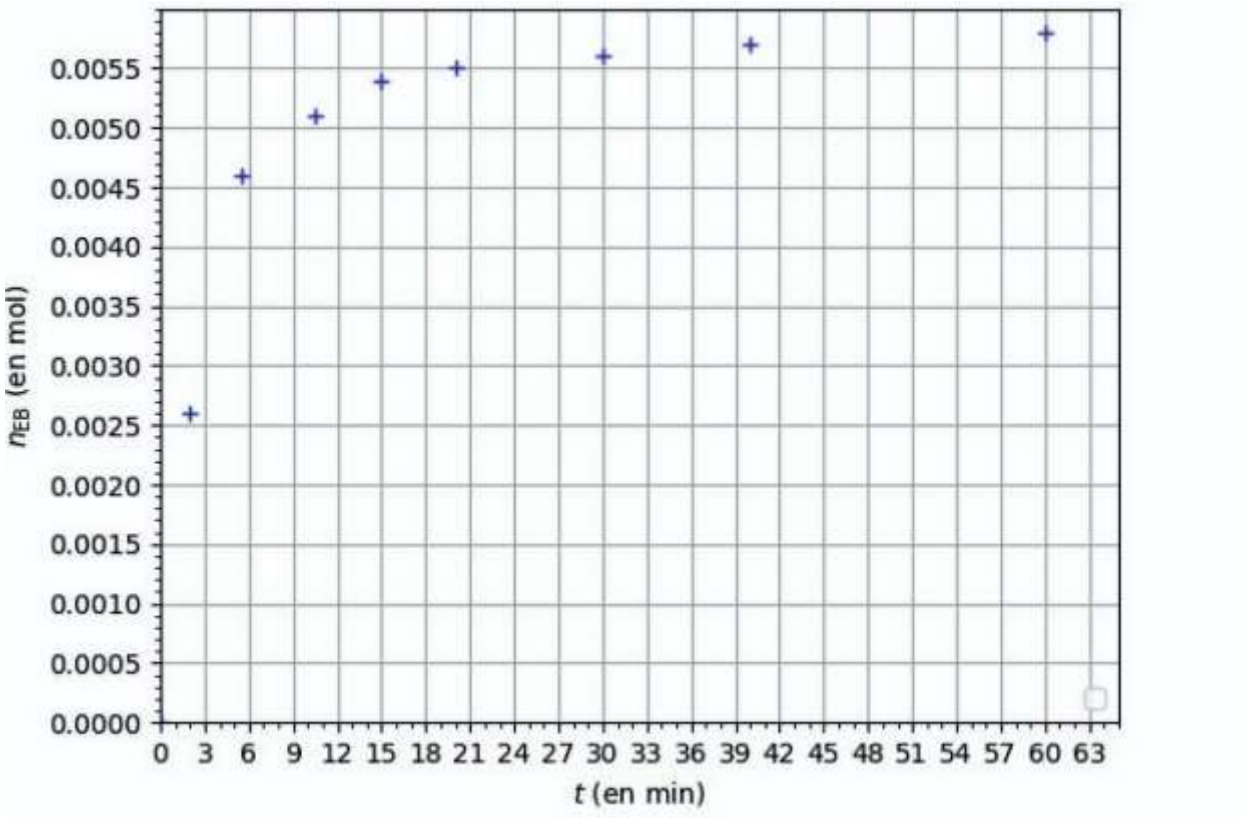
$$u\left(C_{moy}\right) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Q10. Montrer que l'incertitude-type associée à C_{moy}, exprimée avec un chiffre significatif, vaut $u(C_{moy}) = 0{,}003$ mol/L. Écrire la valeur expérimentale de la concentration avec le nombre de chiffres significatifs adapté.

Pour discuter de l'accord du résultat d'une mesure avec une valeur de référence, on peut utiliser le quotient $\frac{|x - x_{réf}|}{u(x)}$ avec x la valeur mesurée, x_{ref} la valeur de référence et $u(x)$ l'incertitude-type associée à la valeur mesurée x.

Q11. Conclure sur l'accord entre la concentration en acide éthanoïque figurant sur l'étiquette et celle trouvée expérimentalement.

ANNEXE A1 À RENDRE AVEC LA COPIE



Évolution de la quantité de matière d'éthanoate de benzyle produit au cours du temps

ANNEXE A2 À RENDRE AVEC LA COPIE

