

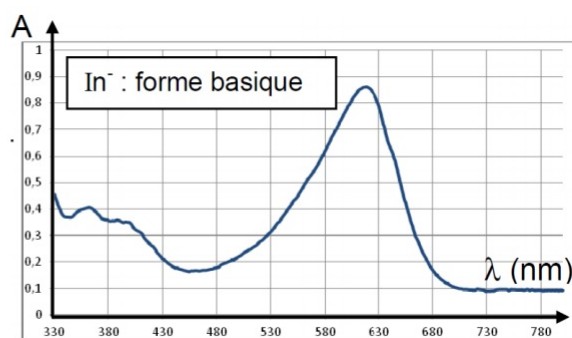
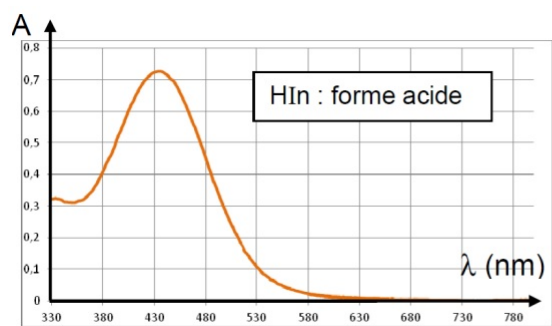
1 Objectifs

Etudier les formes acide et basique d'un indicateur coloré : le bleu de bromothymol (BBT). Déterminer par spectrophotométrie le spectre d'absorbance des formes acide et basique du BBT en fonction du pH. Déterminer la valeur du pKa du couple acide base du BBT.

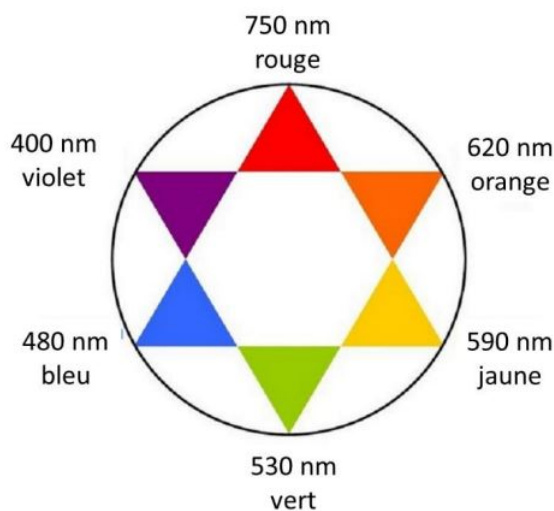
2 Etude des formes acide et base du BBT

Le bleu de bromothymol (BBT) est un indicateur coloré acido-basique : sa couleur dépend du pH de la solution dans laquelle il se trouve. Un indicateur coloré acido-basique est formé d'espèces acide et basique de couleurs différentes. On les trouve en proportions différentes dans la solution selon le pH. Pour simplifier, on écrira HIn pour la forme acide du BBT et In^- pour la forme basique du BBT.

Document 1 : Spectres d'absorbance des formes acide et basique du BBT



Document 2 : Cercle chromatique



La couleur perçue est complémentaire de la couleur absorbée. Ces couleurs sont diamétralement opposées sur le cercle.

Exemple : Une solution qui absorbe le vert ($\lambda_{\text{max}} = 530 \text{ nm}$) paraît rouge.

- ① Donner la valeur de la longueur d'onde λ_{max} pour laquelle la valeur de l'absorbance est maximale pour la forme acide du BBT.
- ② En utilisant le cercle chromatique, donner la couleur de la forme acide du BBT. Expliquer.
- ③ Donner la valeur de la longueur d'onde λ_{max} pour laquelle la valeur de l'absorbance est maximale pour la forme basique du BBT.
- ④ En utilisant le cercle chromatique, donner la couleur de la forme basique du BBT. Expliquer.

3 Détermination de la valeur du pKa du BBT

Chaque couple acide-base est caractérisé par une constante appelée pKa.

- Si l'espèce chimique est présente dans une solution de $\text{pH} < \text{pKa}$, c'est la forme acide de l'espèce chimique qui est prédominante.
- Si l'espèce chimique est présente dans une solution de $\text{pH} > \text{pKa}$, c'est la forme basique de l'espèce chimique qui est prédominante.
- Si l'espèce chimique est présente dans une solution de $\text{pH} = \text{pKa}$, les formes acides et basiques auront la même concentration dans la solution.

Pour déterminer la valeur approximative du pKa, on prépare 8 solutions contenant 20 mL de solution de Britton Robinson, un volume V_i de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium à $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ et 2 mL de solution de BBT de concentration $3 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$. Les solutions sont les suivantes :

Solution n°	1	2	3	4	5	6	7	8
Volume de soude (mL)	3	4	5	6	7	8	9	10

On mesurera le pH puis l'absorbance des différentes solutions à une longueur d'onde pour laquelle la forme basique absorbe beaucoup et la forme acide n'absorbe pas du tout. Cette longueur d'onde λ sera fixée à 620 nm. De plus, l'absorbance mesurée sera proportionnelle à la concentration de la forme basique.

3.1 Résultats expérimentaux

- ① Préparer la solution n°i. Pour cela, dans un bêcher de 100 mL introduire 20 mL de solution de Britton Robinson. Ajouter un volume V_i de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium à $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ avec une burette graduée. Ajouter 2 mL de solution de BBT de concentration $3 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ et agiter.
- ② Mesurer le pH et l'absorbance de la solution et observer la couleur de la solution. Puis regrouper les valeurs du pH, de l'absorbance et de la couleur de la solution dans un tableau pour les différentes solutions. **Après avoir relevé la valeur de l'absorbance, penser à remettre le contenu de la cuve dans le bêcher pour ne pas fausser le volume de solution et donc la concentration.**

3.2 Détermination approximative du pKa du BBT

- ① Donner l'intervalle de pH correspondant à la zone de virage du BBT.
- ② Le pKa du BBT correspond à la valeur moyenne du pH pour laquelle on obtient une solution de teinte intermédiaire. Dans ce cas, il s'agit de la forme pour laquelle la concentration en espèce acide est égale à la concentration en espèce basique Donner la valeur approximative du pKa du BBT.
- ③ Tracer un diagramme de prédominance des espèces en fonction du pH. (Indiquer sur ce diagramme, la couleur et l'espèce prédominante).

3.3 Détermination du pKa du BBT par spectrophotométrie

- ① On sait que : $A = k \times [In^-]$. Dans la solution 8, on peut considérer que tout le BBT est sous forme basique. Déterminer la valeur de k .
- ② Donner l'expression de la concentration de la forme basique $[In^-]$ dans les autres solutions. Compléter le tableau précédent en ajoutant une ligne permettant de calculer la concentration de la forme basique $[In^-]$.
- ③ En déduire l'expression du pourcentage de la forme basique $[In^-]\%$ dans la solution. Compléter le tableau précédent en ajoutant une ligne permettant de calculer la valeur du pourcentage de la forme basique $[In^-]\%$.
- ④ En déduire l'expression du pourcentage de la forme acide $[HIn]\%$ dans la solution. Compléter le tableau précédent en ajoutant une ligne permettant de calculer la valeur du pourcentage de la forme acide $[HIn]\%$.
- ⑤ Tracer sur un même graphe les courbes $[HIn]\% = f(\text{pH})$ et $[In^-]\% = f(\text{pH})$.
- ⑥ Sachant que $\text{pH} = \text{pKa}$ quand $[HIn]\% = [In^-]\%$, en déduire le pKa du BBT.
- ⑦ A 25°C , le pKa du couple HIn/In^- du BBT est égal à 7,3. Calculer l'écart relatif $E.R.$. Conclure.
- ⑧ Calculer l'incertitude-type $U(\text{pKa})$ élargie sur la valeur du pKa pour un intervalle de confiance de 68 %.
- ⑨ En déduire la valeur du pKa du BBT en faisant apparaître la valeur de l'incertitude-type $U(\text{pKa})$.