



Etude d'un indicateur coloré

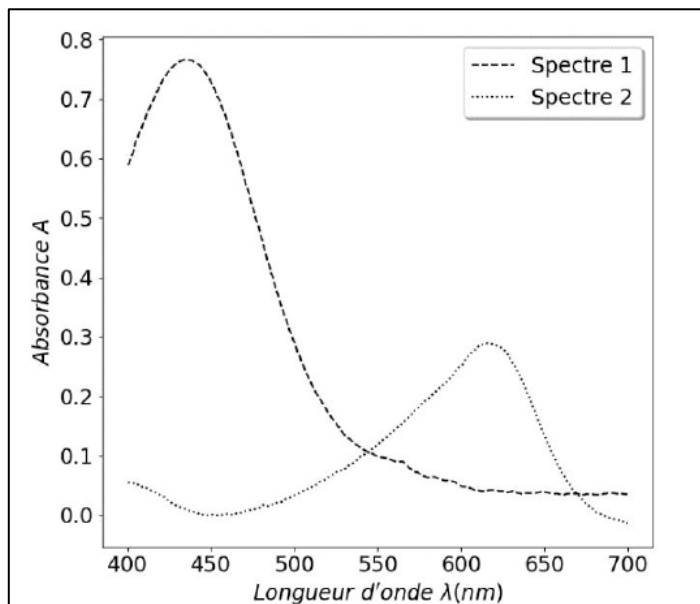
Parties du programme : Acide et base ; spectre d'absorption ; pK_a

Le bleu de bromothymol est un indicateur coloré souvent utilisé lors de dosages acidobasiques.

Ses formes acide et basique constituent un couple acide base qui sera noté $BBTH^+/BBT$. Elles présentent des teintes différentes en solution aqueuse : jaune pour $BBTH^+$ et bleue pour BBT .

Les spectres d'absorption 1 et 2 présentés sur la **figure ci-contre** ont été obtenus par spectrophotométrie UV-visible. On désire déterminer le spectre (1 ou 2) correspondant à chaque espèce chimique : $BBTH^+$ et BBT .

Figure 1 : spectres d'absorption des formes acide et basique du bleu de bromothymol



1. Déterminer, pour chacun des spectres 1 et 2, la longueur d'onde λ_{\max} correspondant au maximum d'absorption.

2. La figure ci-contre présente le cercle chromatique.

Exemple d'utilisation : une solution ayant un maximum d'absorption à la longueur d'onde $\lambda_{\max} = 530 \text{ nm}$ apparaîtra de couleur magenta.

- À l'aide de la **figure 2**, déterminer la couleur de chacune des solutions utilisées pour tracer les spectres 1 et 2.

3. Associer, en justifiant la réponse, les spectres 1 et 2 aux espèces chimiques $BBTH^+$ et BBT .

4. On souhaite maintenant déterminer le pK_a du couple $BBTH^+/BBT$. Des solutions aqueuses de bleu de bromothymol (voir figure ci-contre) sont préparées à des pH différents, en vue d'une étude spectrophotométrique.

Les couleurs vont du jaune (pH les plus faibles) au bleu (pH les plus élevés) en passant par la couleur verte.

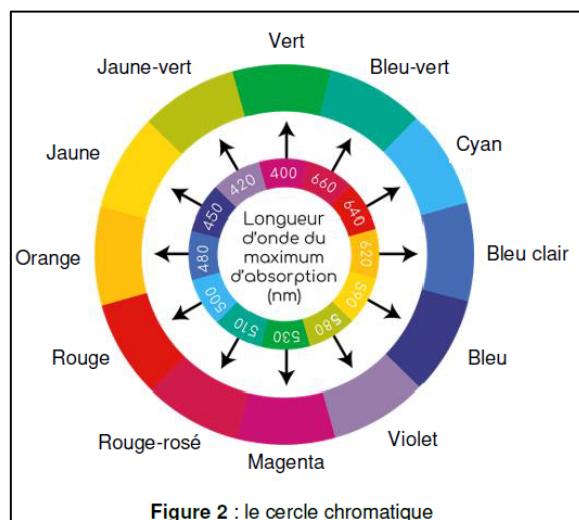


Figure 2 : le cercle chromatique

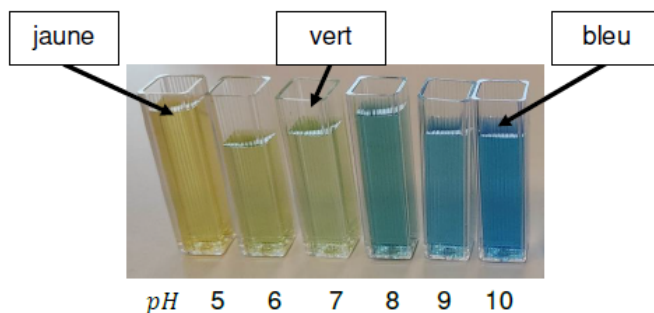
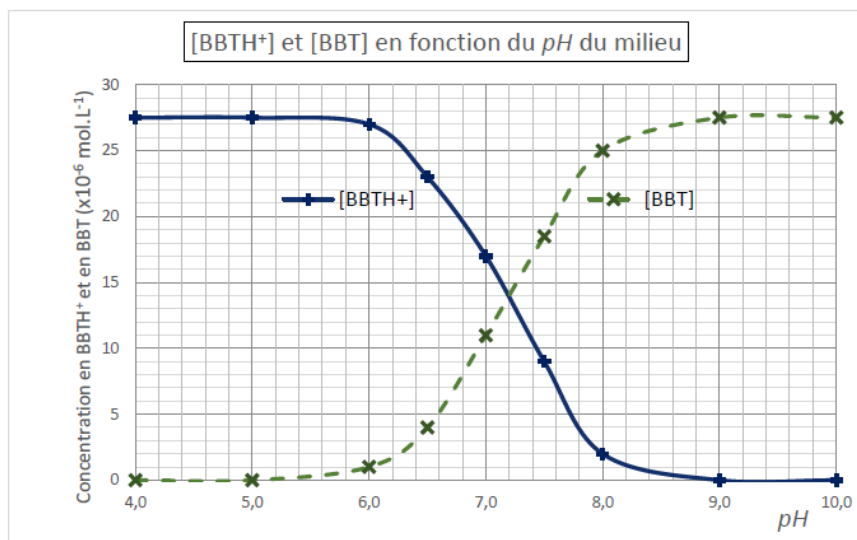


Figure 3 : variation de la couleur d'une solution aqueuse de bleu de bromothymol en fonction du pH

On mesure l'absorbance, à une longueur d'onde judicieuse, des différentes solutions présentées sur la figure 3. Ces valeurs d'absorbance permettent de calculer les concentrations en quantité de matière des espèces chimiques BBT et BBTH⁺, notées respectivement [BBT] et [BBTH⁺], puis d'établir le diagramme de distribution représentant l'évolution des concentrations [BBT] et [BBTH⁺] en fonction du *pH* de la solution.



4.1. Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique ayant lieu entre l'espèce chimique BBTH⁺ et l'eau.

4.2. Exprimer la constante d'acidité K_a du couple BBTH⁺/BBT en fonction des concentrations en quantité de matière des espèces chimiques présentes en solution.

4.3. Écrire la relation entre la constante d'acidité K_a et le pK_a d'un couple acide-base.

4.4. On admet que le pK_a du couple BBTH⁺/BBT s'exprime de la façon suivante :

$$pka = pH - \log \frac{[BBT]}{[BBTH^+]} \quad \text{relation (1)}$$

À l'aide de la **relation (1)**, montrer que la valeur du *pH* d'un mélange équimolaire des espèces BBTH⁺ et BBT est égale au pK_a du couple BBTH⁺/BBT.

4.5. En s'appuyant sur la réponse à la question précédente et sur le diagramme de distribution, déterminer la valeur du pK_a du couple BBTH⁺/BBT. Le raisonnement sera clairement explicité et les traits de construction devront apparaître sur le diagramme.

5. Tracer le diagramme de prédominance du couple BBTH⁺/BBT.

6. Un technicien prépare une solution tampon à partir des espèces chimiques BBTH⁺ et BBT.

- Donner la définition d'une solution tampon.

7. Déterminer, en justifiant la réponse, la couleur de la solution tampon préparée par le technicien.