

Objectifs :

- A. Choisir la bonne longueur d'onde de la radiation lumineuse du spectrophotomètre.
- B. Déterminer le pourcentage des formes acide et basique en fonction de l'absorbance.
- C. Tracer le diagramme de distribution des espèces acide et basique d'un indicateur coloré. Déterminer la zone de virage de l'indicateur coloré et la valeur de son pK_A .

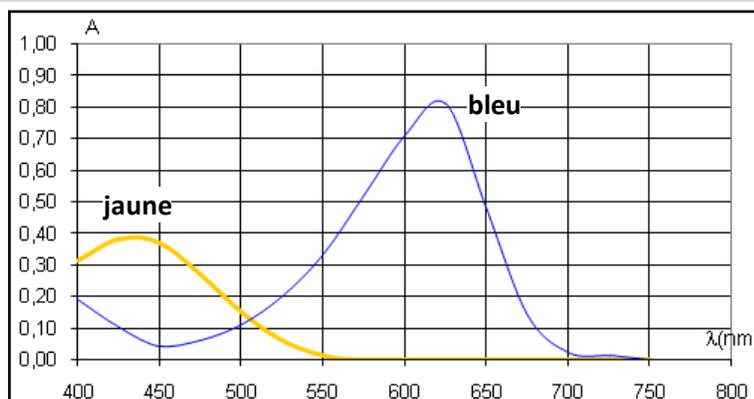
Principe de l'étude

Un indicateur coloré possède des formes acide et basique de son couple acido-basique de colorations différentes. On tracera le diagramme de distribution des formes acide (HInd) et basique (Ind⁻) du BBT en fonction du pH de la solution afin de déterminer la valeur du pH pour laquelle [HInd] = [Ind⁻], valeur déterminant le pK_A du couple ($pK_A = -\log K_A$). La variation du pH dans la solution sera obtenue par addition d'un volume V variable de solution d'hydroxyde de sodium dans une solution d'acides. Les valeurs des concentrations de [HInd] et [Ind⁻] seront déterminées à partir de la connaissance de l'absorbance A de la solution, obtenue au moyen du spectrophotomètre.

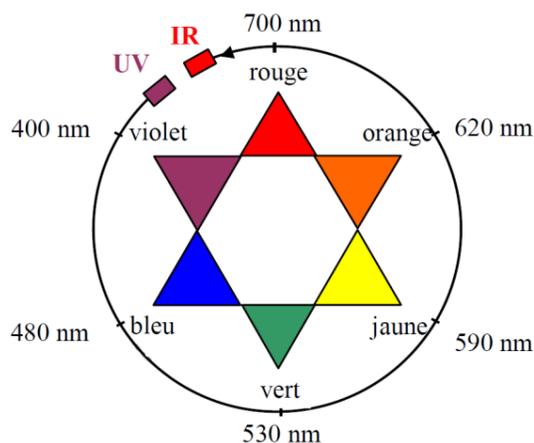
I. Objectif A : Le spectre d'absorption du BBT

- Spectre d'absorption en fonction de la longueur d'onde de la radiation incidente pour la solution de BBT **jaune** (en milieu acide : HInd).
- Spectre d'absorption en fonction de la longueur d'onde de la radiation incidente pour la solution de BBT **bleue** (en milieu basique : Ind⁻).

On obtient les spectres suivants :



1. Quelle est la couleur d'une solution contenant la forme acide de l'indicateur coloré ?
2. Pour quelle longueur d'onde λ_a l'absorbance de la forme acide **HInd** est-elle maximale ?
3. Quelle est la couleur de la radiation correspondante ?
4. Quelle est la couleur d'une solution contenant la forme basique de l'indicateur coloré ?
5. Pour quelle longueur d'onde λ_b l'absorbance de la forme basique **Ind⁻** est-elle maximale ?
6. Quelle est la couleur de la radiation correspondante ?
7. Pour $\lambda = \lambda_b$ que peut-on dire de l'absorbance de la forme acide ?
8. Quelle longueur d'onde λ va-t-on utiliser pour suivre l'absorbance de la forme basique du BBT ?



II. Objectif B : Pourcentages en espèces HInd et Ind⁻ du BBT

a. Principe

On dispose d'une solution S constituée d'un mélange de plusieurs acides. Par ajout de différents volumes de solution de soude, dans un volume donné de solution S, on obtient des solutions de pH différents.

Dans ces solutions, on ajoute une solution de BBT : on obtient alors plusieurs solutions S_i colorées. La mesure du pH et de l'absorbance A de chaque solution S_i , permet de tracer le diagramme de distribution des espèces HInd et Ind⁻, c'est à dire les graphes $\%HInd = f(pH)$ et $\%Ind^- = f(pH)$.

b. Pourcentages en espèce HInd et Ind⁻

Une solution de BBT contient les formes acide **HInd** et basique **Ind⁻** de l'indicateur coloré. La quantité de BBT contenue dans la solution à tout instant est donc : $n(\text{BBT}) = n(\text{Ind}^-) + n(\text{HInd})$.

Soit C la concentration de la solution de BBT, alors on peut écrire à tout instant : $C = [\text{Ind}^-] + [\text{HInd}]$

On se place à $\lambda = \lambda_b$: l'absorbance de la forme acide HInd est alors nulle. Par conséquent, l'absorbance dépend uniquement de la forme basique. **Attention !! La forme HInd du BBT est bien présente dans la solution, mais son absorbance $A(\text{HInd})$ est nulle.**

Pour une solution de pH très basique, on peut considérer que le BBT se trouve entièrement sous sa forme basique, donc à ce moment là, $C = [\text{Ind}^-]_{\text{max}}$. On en déduit que, pour ce pH : $A(\text{Ind}^-) = A_{\text{max}}$

Pour $\lambda = \lambda_b$, si le BBT, contient les formes acide HInd et basique Ind⁻ de l'indicateur, l'absorbance étant due uniquement à la forme basique Ind⁻, il vient : $A = k \cdot [\text{Ind}^-]$ avec $[\text{Ind}^-] < C$ donc $A < A_{\text{max}}$.

c. Démonstrations préliminaires

9. Montrer que $\frac{A}{A_{\text{max}}} = \frac{[\text{Ind}^-]}{C}$

On donne l'expression du pourcentage en Ind⁻, noté % Ind⁻ : $\% \text{Ind}^- = \frac{[\text{Ind}^-]}{[\text{Ind}^-] + [\text{HInd}]} \times 100$

10. Exprimer ce pourcentage en fonction de $[\text{Ind}^-]$ et C , puis en fonction de A et A_{max} .

11. En déduire l'expression du pourcentage en HInd, noté % HInd en fonction de A et A_{max} .

III. Objectif C : Tracer du diagramme de distribution et détermination du pK_A du BBT



Protocole expérimental

a. Préparation d'une échelle de teinte en fonction du pH

On dispose de 1 L d'une solution de Britton – Robinson (solution S), mélanges de plusieurs acides, contenant :

- 12,5 mL d'acide phosphorique à 1,0 mol.L⁻¹
- 12,5 mL d'acide éthanóique à 1,0 mol.L⁻¹
- 125 mL d'acide borique à 0,10 mol. L⁻¹
- 850 mL d'eau

Par ajout de différents volumes de solution de soude, dans un volume donné de solution S, on obtient des solutions de pH différents. **Pour gagner du temps, chaque groupe travaillera sur 2 béchers.**

On dispose de 20 béchers numérotés :

- Dans chaque bécher, introduire 25 mL de solution S versés à l'aide d'une pipette jaugée.
- À l'aide d'une burette graduée, on ajoute à chaque bécher un volume V (en mL, voir tableau page suivante) de solution d'hydroxyde de sodium à 0,10 mol.L⁻¹, et on agite.

On dispose de 20 autres béchers numérotés :

- Dans chaque bécher, on verse, à l'aide d'une pipette jaugée, 25 mL du mélange contenu dans le bécher correspondant précédent.
- On ajoute avec une pipette graduée 1,0 mL de BBT dans chaque nouveau bécher, avant d'agiter à nouveau.

b. Mesure du pH des solutions préparées

- Mesurer la valeur du pH de chacune des solutions contenues dans les béchers numérotés à l'aide d'un pH-mètre déjà étalonné.

12. Noter les résultats dans le tableau de la page suivante ligne pH.

c. Mesure de l'absorbance des solutions préparées

- Remplir une cuve de solution S pour faire le « blanc ».
- Régler le spectrophotomètre sur $\lambda_b = \dots\dots\dots$ nm, puis mesurer l'absorbance de chacune des solutions.

13. Noter les résultats dans le tableau ci-dessous ligne A.

d. Résultats expérimentaux

Solution n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V _{soude} (mL)	12,5	12,0	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0
Couleur										
pH										
A										
Solution n°	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
V _{soude} (mL)	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Couleur										
pH										
A										

e. Exploitation des résultats

14. Calculer les pourcentages en espèce HInd et Ind⁻.

Solution n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% (Ind ⁻)										
%(HInd)										
Solution n°	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
% (Ind ⁻)										
%(HInd)										

f. Diagramme de distribution

15. Tracer dans le même système d'axe, les graphes : % Ind⁻ = f(pH) et % HInd = f(pH)

Échelles : sur % : 1 cm \Leftrightarrow 10 % et sur pH : 1 cm \Leftrightarrow 1 unité pH.

g. Zone de virage

La couleur d'une solution contenant un indicateur coloré ne passe pas instantanément, lorsque le pH augmente progressivement, de la couleur de la forme acide à la couleur de la forme basique. Sur un certain intervalle de pH, les couleurs dues aux deux formes se superposent et la solution prend une couleur appelée "teinte sensible" : **c'est la zone de virage de l'indicateur coloré.**

16. En admettant que la zone de virage du BBT a pour limite 90 % de la forme Ind⁻ et 90 % de la forme HInd, préciser les bornes de cette zone.

h. pK_A du BBT

17. Pour % (Ind⁻) = % (HInd) = 50 % : pH = pK_A, en déduire la valeur du pK_A du BBT, c'est une caractéristique du BBT.