

# ETUDE D'UN INDICATEUR COLORE: LE BBT

## Correction

### I SPECTRE D'ABSORPTION DU BLEU DE BROMOTHYMOL (BBT)

• Le graphe ci-contre montre les spectres d'absorption des formes acide **HInd** et basique **Ind<sup>-</sup>** du bleu de bromothymol en solution.

1a) L'absorbance de la forme acide **HInd** est maximale pour la longueur d'onde  $\lambda_a = 430 \text{ nm}$ .

b) La couleur de la radiation correspondante à  $\lambda_a = 430 \text{ nm}$  est le violet.

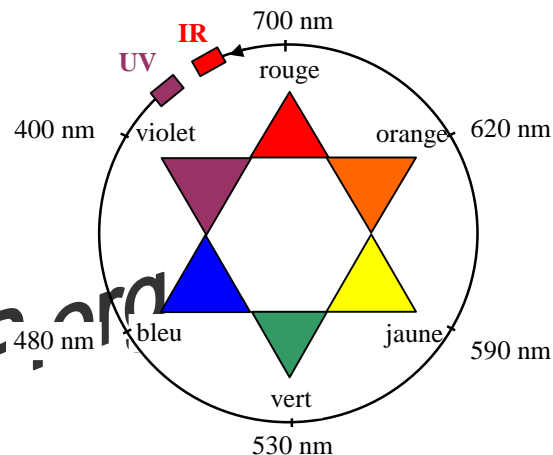
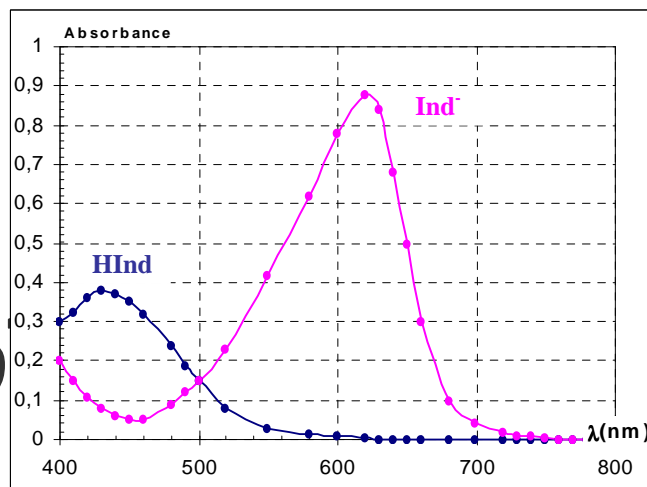
c) Une solution contenant la forme acide **HInd** de l'indicateur coloré absorbe dans le violet: **la couleur de la solution** est donc la couleur complémentaire au violet soit **le jaune**.

2a) L'absorbance de la forme basique **Ind<sup>-</sup>** est maximale pour la longueur d'onde  $\lambda_b = 620 \text{ nm}$ .

b) La couleur de la radiation correspondante à  $\lambda_b = 620 \text{ nm}$  est l'orange.

c) Une solution contenant la forme basique **Ind<sup>-</sup>** de l'indicateur coloré absorbe dans l'orange: **la couleur de la solution** est donc la couleur complémentaire à l'orange soit **le bleu**.

3) Pour  $\lambda_b = 620 \text{ nm}$  l'absorbance de la forme acide est nulle.



### II POURCENTAGES EN ESPECES HInd ET Ind<sup>-</sup> DU BBT

#### 1) 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<sup>-</sup>**, c'est à dire les graphes  $\%HInd = f(\text{pH})$  et  $\%Ind^- = f(\text{pH})$ .

#### 2) Pourcentages en espèce **HInd** et **Ind<sup>-</sup>**

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

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

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

On peut donc écrire que pour  $\lambda = \lambda_b$ :  $A(\text{BBT}) = A(\text{HInd}) + A(\text{Ind}^-) = A(\text{Ind}^-) = A$

• Pour  $\lambda = \lambda_b$ , si le BBT, contient les formes acide **HInd** et basique **Ind<sup>-</sup>** de l'indicateur, l'absorbance étant due uniquement à la forme basique **Ind<sup>-</sup>**, il vient:  $A = \epsilon(\lambda_b) \cdot \ell \cdot [\text{Ind}^-]$

avec  $[\text{Ind}^-] < C$  donc  $A < A_{\text{max}}$ .

Pour  $\lambda = \lambda_b$ , si le BBT se trouvait entièrement sous sa forme basique **Ind<sup>-</sup>** alors  $C = [\text{Ind}^-]$ , et l'absorbance serait maximale:

$$A_{\text{max}} = \epsilon(\lambda_b) \cdot \ell \cdot C$$

a) On a:  $A / A_{\max} = [\text{Ind}^-] / C$

b) Expression du pourcentage en Ind<sup>-</sup> :  $\% \text{ Ind}^- = 100 \times n(\text{Ind}^-) / n(\text{BBT}) = 100 \times [\text{Ind}^-] / C = 100 \times A / A_{\max}$

c) Expression du pourcentage en HInd :  $\% \text{ HInd} = 100 \times n(\text{HInd}) / n(\text{BBT}) = 100 \times [\text{HInd}] / C = 100 \times (C - [\text{Ind}^-]) / C = 100 \times (1 - [\text{Ind}^-] / C) = 100 \times (1 - A / A_{\max})$

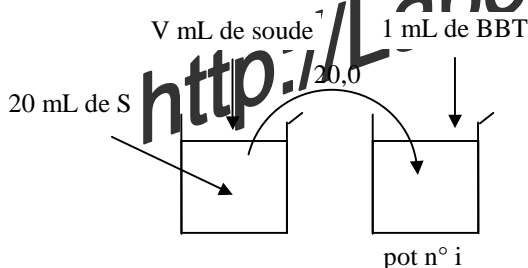
expression que l'on trouve plus facilement avec:  $\% \text{ HInd} = 100 - \% \text{ Ind}^- = 100 - 100 \times A / A_{\max} = 100 \times (1 - A / A_{\max})$

**III PROTOCOLE EXPERIMENTAL**

**1) Préparation d'une solution S<sub>i</sub>**

Dans un pot, verser:

- 20,0 mL de solution S mesurés avec une pipette jaugée.
- le volume V de soude correspondant (cf. tableau) avec la burette graduée.



BBT dans éthanol

n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
V	10	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5

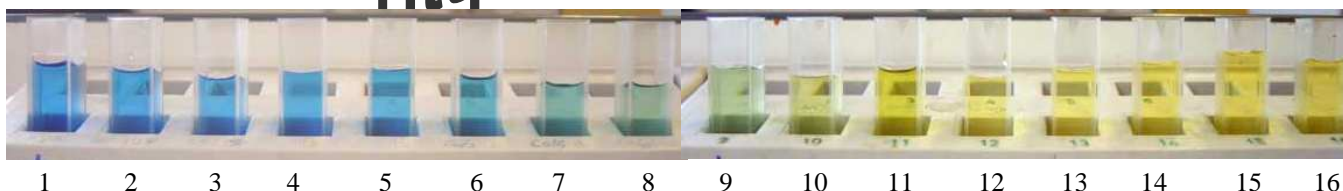
- Verser 20,0 mL du mélange précédent, mesurés avec une pipette jaugée de 20,0 mL dans le pot numéroté.
- Ajouter 1,0 mL de la solution de BBT mesuré avec une pipette graduée de 1,0 mL.

**TS13: groupe 1**



**TS13: groupe 2**

Cuves spectrophotomètre



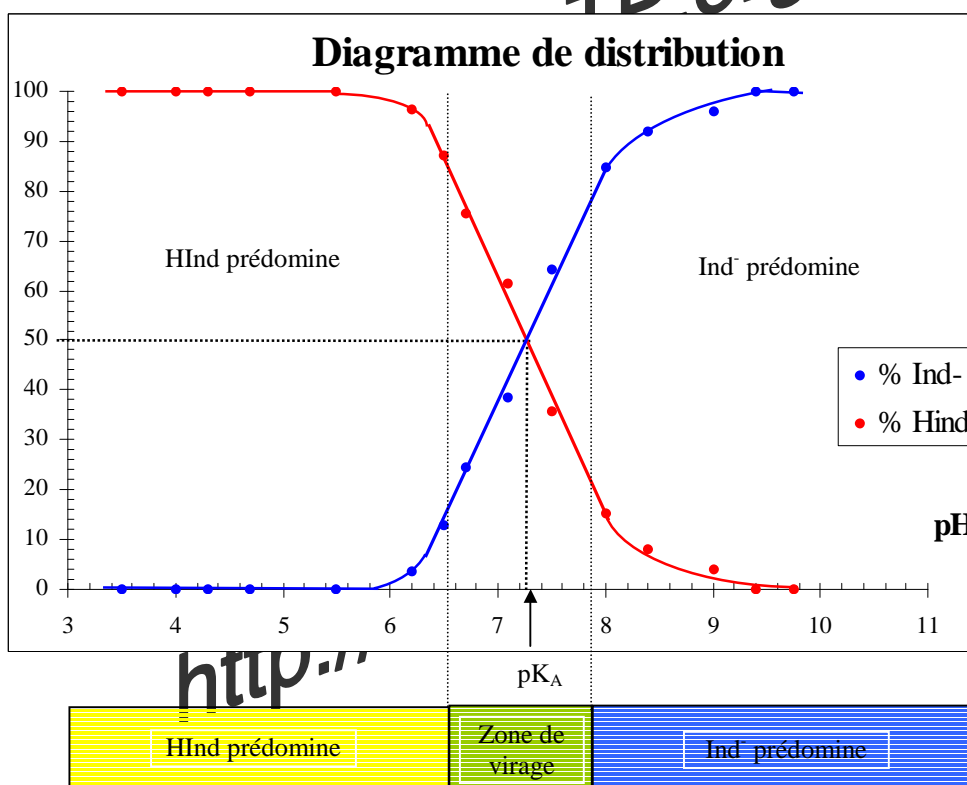
## 2) Mesures

Solutions	1	2	3	4	5	6	7	8
Couleur	Bleu	Bleu	Bleu	Bleu	Bleu	Bleu-vert	Vert-foncé	Vert
pH	9.75	9.40	9.00	8.40	8.00	7.50	7.10	6.70
A	0.73	0.73	0.70	0.67	0.62	0.47	0.28	0.18
% Ind <sup>-</sup>	100	100	96	92	85	64	39	25
% HInd	0	0	4	8	15	36	61	75
Solutions	9	10	11	12	13	14	15	16
Couleur	Vert-clair	Vert-jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune
pH	6.50	6.20	5.50	4.70	4.30	4.00	3.50	2.80
A	0.094	0.027	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% Ind <sup>-</sup>	13	3	0	0	0	0	0	0
% HInd	87	97	100	100	100	100	100	100

## IV EXPLOITATION DES RESULTATS

## 1) Diagramme de distribution

a) Diagramme

b) domaines de prédominance des formes acide HInd et basique Ind<sup>-</sup> du BBT.

## 2) 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".
- L'intervalle de pH correspondant est appelé "zone de virage de l'indicateur coloré".

- a) La couleur de la teinte sensible du bleu de bromothymol est le vert.
- b) L'intervalle de pH correspondant à la zone de virage du BBT est d'environ [6,5 – 7,8].

## 3) Constante d'acidité du couple (HInd / Ind<sup>-</sup>)

a) La relation liant le pH et le pK<sub>a</sub> du couple (HInd / Ind<sup>-</sup>) est:  $\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left( \frac{[\text{Ind}^-]}{[\text{HInd}]}\right)$   
Lorsque  $\text{pH} = \text{pK}_a$ ,  $\log \left( \frac{[\text{Ind}^-]}{[\text{HInd}]} \right) = 0 \Leftrightarrow \frac{[\text{Ind}^-]}{[\text{HInd}]} = 1 \Leftrightarrow \% \text{Ind}^- = \% \text{HInd}$

b) Graphiquement, on peut lire le pK<sub>a</sub> du couple HInd/ Ind<sup>-</sup> à l'intersection des deux graphes soit: **pK<sub>a</sub> = 7,2**

<http://LaboTP.org>

<http://LaboTP.org>