

## TP 2 force des acides et des bases

### pKa du BLEU DE BROMOTHYMOL

#### Problématique

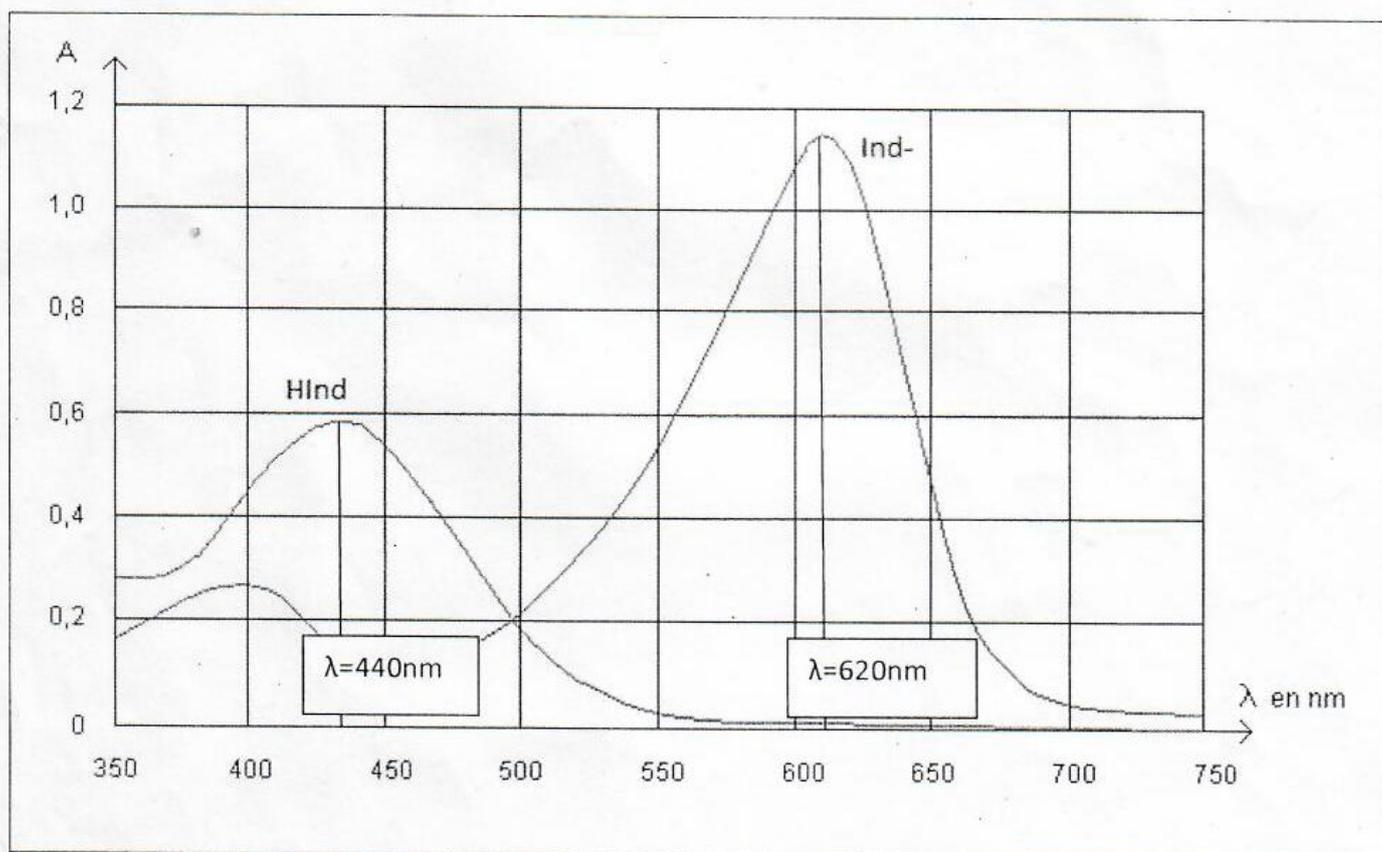
Marina, une élève de Terminale S, doit déterminer la constante d'acidité du bleu de bromothymol (appelé aussi BBT). Elle sait que le BBT est un indicateur coloré de pH. Elle recherche des informations complémentaires. Voici, ce qu'elle a trouvé.

#### I. DOCUMENTS

##### Document 1 : indicateur coloré

Un indicateur coloré est une espèce chimique, qui change de couleur selon le pH du milieu dans lequel elle se trouve. Sa forme acide est un acide faible, représentée de manière simplifiée par  $\text{HInd}$  et sa forme basique par  $\text{Ind}^-$ .

##### Document 2 : spectre d'absorbance $A = f(\lambda)$ pour la forme acide et basique du BBT

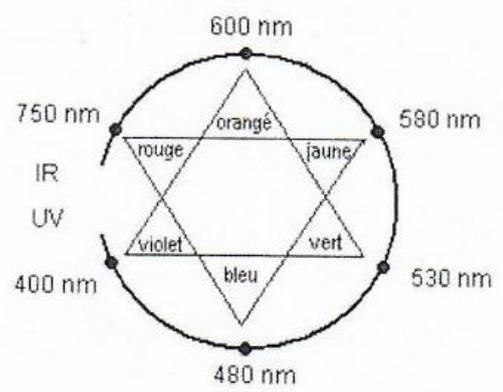


**Document 3 : le BBT**

La forme acide HInd du bleu de bromothymol donne en solution aqueuse une coloration jaune.

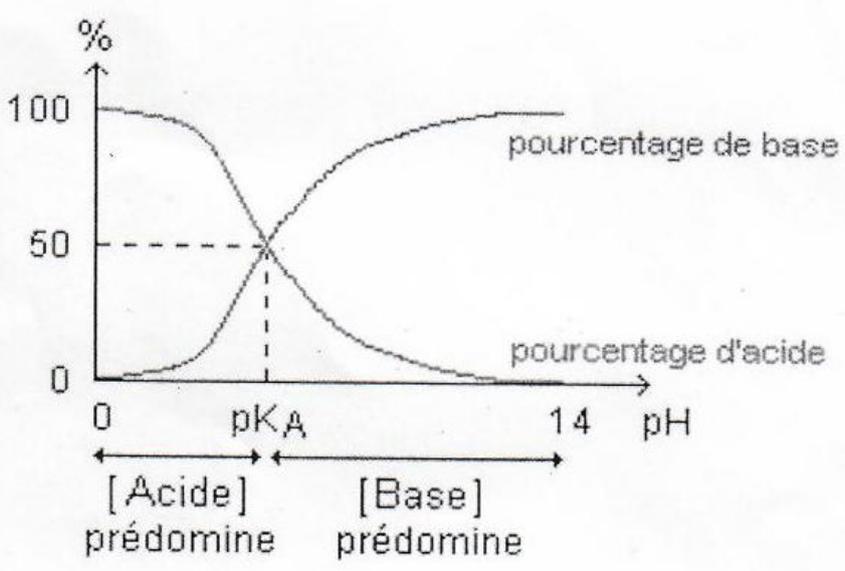
On rappelle qu'une solution est colorée si elle absorbe une partie des radiations de la lumière blanche.

Sur l'étoile ci-contre, la lumière perçue (c'est à dire la couleur de la solution) est la couleur diamétralement opposée à la couleur absorbée.



le pKa du BBT est pKa=7,1

**Document 4 : diagramme de distribution d'un acide et de sa base conjuguée**



**Document 5: solution Britton-Robinson** (from Wikipedia, the free encyclopedia)

*Britton–Robinson buffer is a "universal" pH buffer used for the range pH 2 to pH 12. Universal buffers consist of mixtures of acids of diminishing strength (increasing pKa) so that the change in pH is approximately proportional to the amount of alkali added.*

Buffer : solution tampon  
Alkali : base.

## II. TRAVAIL A EFFECTUER

Marina veut déterminer la valeur du pKa du BBT en traçant le diagramme de distribution du BBT puis en déduire le Ka du BBT. Elle décide de suivre l'évolution du pourcentage de  $\text{Ind}^-$ , noté  $P(\text{Ind}^-)$ , en fonction du pH et d'en déduire celle de  $\text{HInd}$ , noté  $P(\text{HInd})$ .

Elle envisage de préparer une série de solution de pH différents  $S_1$  à  $S_{10}$ . Pour cela, elle a besoin notamment d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $c_{\text{soude}} = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Or, la solution dont elle dispose est à la concentration  $c_{0\text{soude}} = 0,500 \text{ mol.L}^{-1}$ .

1. Elaborer un protocole expérimentale permettant de préparer 100,0 mL de la solution d'hydroxyde de sodium à la concentration  $c = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Lors d'une dilution la quantité du soluté est conservée :

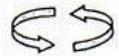
$$n_{\text{mère}} = n_{\text{fille}}$$

$$c_0 V_0 = c \times V$$

$$V_0 = \frac{c \times V}{c_0} = \frac{0,100 \times 100}{0,500} = 20,0 \text{ mL}$$

Prélever 20 mL de la solution  $S_0$  avec une pipette jaugée de 20 mL. L'introduire dans une fiole jaugée de 100 mL. Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Boucher et agiter pour homogénéiser la solution.

APPEL N°1



F

Pour préparer les différentes solutions  $S_i$ , elle procède en 2 étapes :

a. Elle prépare 10 solutions  $S_{01}$  à  $S_{10}$ , en mélangeant :

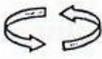
- Un volume  $V_{\text{BR}} = 20,0 \text{ mL}$  de  $S_{\text{BR}}$  (solution de Britton-Robinson)
- Un volume  $V_{\text{isoude}}$  de la solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $c_{\text{soude}} = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ , qui varie selon la solution  $S_{0i}$  préparée.

Solution ( $S_{0i}$ )	$V_{\text{isoude}}$ (mL)	$V_{\text{BR}}$ (mL)
1	2,0	20,0
2	3,0	20,0
3	4,0	20,0
4	5,0	20,0
5	5,5	20,0
6	6,0	20,0
7	6,5	20,0
8	7,0	20,0
9	8,0	20,0
10	9,0	20,0

- b. Elle prélève 20,0 mL de chaque solution  $S_{0i}$  et y ajoute 2,0 mL de BBT. Elle obtient ainsi les solutions  $S_i$ .

Elle mesure, ensuite, le pH et l'absorbance de chaque solution  $S_i$ .

## 2. Procéder à la préparation de la solution $S_5$

<b>APPEL N°2</b> 	<b>Appeler le professeur pour lui permettre d'observer la réalisation de la solution <math>S_5</math></b>
------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Le pH-mètre devra être préalablement étalonné et Marina règle le spectrophotomètre à la longueur d'onde de  $\text{Ind}^-$ .

## 3. Préparer le spectrophotomètre pour la mesure de l'absorbance des solutions $S_3$ et $S_5$ .

## 4. Mesurer le pH et l'absorbance de cette solution. Reporter les valeurs dans la ligne correspondante du tableau ci-dessous.

Appeler le professeur pour lui montrer la prise de mesures du pH et de l'absorbance

Solution ( $S_i$ )	$V_{S_{0i}}$ (mL)	$V_{\text{BBT}}$ (mL)	pH mesuré	$A_i$ mesuré	%( $\text{Ind}^-$ )	%( $\text{HInd}$ )
1	20,0	2,0	2,2	0,002		
2	20,0	2,0	3,3	0,004		
3	20,0	2,0				
4	20,0	2,0	5,3	0,068		
5	20,0	2,0				
6	20,0	2,0	6,1	0,311		
7	20,0	2,0	6,4	0,505		
8	20,0	2,0	7,2	0,900		
9	20,0	2,0	7,9	1,107		
10	20,0	2,0	8,7	1,114		

Marina, à l'aide de ses mesures d'absorbance, veut déterminer le pourcentage en  $\text{Ind}^-$  et  $\text{HInd}$ .

- Elle sait, que d'après la loi de Beer-Lambert, l'absorbance vaut :

$$A_i = k \cdot [\text{Ind}^-] \quad (1)$$

( $k$  : constante et  $[\text{Ind}^-]$  : concentration en  $\text{Ind}^-$  puisqu'on se situe à 620 nm).

- Soit  $c$ , la concentration en espèce apportée de BBT ( $c = 2,73 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) dans les solutions  $S_i$ .

D'après la conservation de la matière,  $c = [\text{HInd}] + [\text{Ind}^-]$ .

Mais en milieu très basique (c'est le cas, pour la solution  $S_{10}$ ),  $[\text{HInd}] \ll [\text{Ind}^-]$ ,

d'où  $c = [\text{Ind}^-]$  et l'absorbance est maximale.

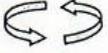
On a donc l'absorbance maximale  $A_{\text{max}} = k \cdot c$ . (2)

- Le pourcentage de la forme basique est  $P(\text{Ind}^-) = [\text{Ind}^-]/c$  (3)  
et celui de la forme acide est  $P(\text{HInd}) = 100 - \%(\text{Ind}^-)$ .

5. Montrer que  $P(\text{Ind}^-) = \frac{A_i}{A_{\max}} \times 100$ .

Compléter le tableau de mesures sous Regressi, en calculant le pourcentage de la forme basique Ind<sup>-</sup>, puis le pourcentage de la forme acide HInd du BBT.

APPEL N°3



Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats

6. Tracer les courbes  $P(\text{Ind}^-)=f(\text{pH})$  et  $P(\text{HInd})=f(\text{pH})$ , à l'aide du tableur-grapheur.

En déduire le pKa du BBT et comparer avec la valeur donnée dans les documents.

5. D'après l'équation (3) :  $P(\text{ind}^-) = \frac{[\text{ind}^-]}{c}$

$$P(\text{ind}^-) = \frac{A_i}{k \times c} \quad \text{d'après l'équation (1)}$$

$$P(\text{ind}^-) = \frac{A_i}{A_{\max}} \quad \text{d'après l'équation (2)}$$

$$P(\text{ind}^-) = \frac{A_i}{A_{\max}} \times 100\% \quad \text{cqfm}$$

Remarque :  $A_{\max} = 1,114$

6. Tracé du diagramme de distribution

