

Fiche 1 : à destination des enseignants

TS14

pKa du BLEU DE BROMOTHYMOL

<i>Type d'activité</i>	<i>Activité expérimentale évaluée (type ECE)</i>	
	<p align="center"><b>Notions et contenus</b></p> <p>pH d'une solution aqueuse pKa d'un couple acide/base, spectre UV-visible</p>	<p align="center"><b>Compétences attendues</b></p> <p>Mesurer le pH d'une solution Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour déterminer une constante d'acidité.</p>
	<p align="center"><b>Compétences expérimentales évaluées</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S'approprier</li> <li>• Réaliser</li> <li>• Valider</li> </ul>	
<i>Commentaires sur l'activité proposée</i>	<p>Cette activité illustre le thème</p> <p align="center"><b>« COMPRENDRE »</b></p> <p align="center"><b>Structure et transformation de la matière</b></p> <p>et le sous thème</p> <p align="center"><b>Réaction chimique par échange de proton</b></p> <p>en classe de terminale S.</p>	
<i>Conditions de mise en œuvre</i>	<p>Durée : 1h</p>	
<i>Pré requis</i>	<p>Savoir utiliser un tableur (Regressi par exemple) Notions de pH, de pKa, d'absorbance.</p>	

## Fiche 2 : liste de matériel

TS14

pKa du BLEU DE BROMOTHYMOL

<b>LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX PROFESSEURS ET AU PERSONNEL DE LABORATOIRE</b>
--

### Pour chaque poste

#### Paillasse élèves :

- Solution d'hydroxyde de sodium à  $c_0 = 0,500 \text{ mol.L}^{-1}$
- Solution de BBT à  $c_{\text{BBT}} = 3,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$
- Solution de Britton-Robinson :  $S_{\text{BR}}$
- 4 petits béchers de 50 mL
- 1 pipette jaugée de 20,0 mL
- 1 pipette jaugée de 10,0 mL
- 1 pipette jaugée de 2,0mL
- 1 pipette graduée de 10,0 mL
- 1 fiole jaugée de 50,0 mL
- 1 fiole jaugée de 100,0 mL
- 1 propipette
- 1 pH-mètre
- 1 spectrophotomètre + cuves
- 1 pissette d'eau distillée
- Des pipettes Pasteur
- Lunettes
- Gants (à utiliser ponctuellement)
- Ordinateur avec un tableur (Regressi)

#### Paillasse professeur :

- Réserve de cuves de spectrophotomètre
- Réserve de pipettes Pasteur
- Réserve de pots de yaourt

#### Documents mis à disposition des élèves :

- Notice simplifiée du spectrophotomètre
- Notice simplifiée du pH-mètre
- Notice simplifiée du tableur (Regressi)

### Fiche 3 : Texte à distribuer aux élèves

TS14

#### pKa du BLEU DE BROMOTHYMOL

#### Problématique

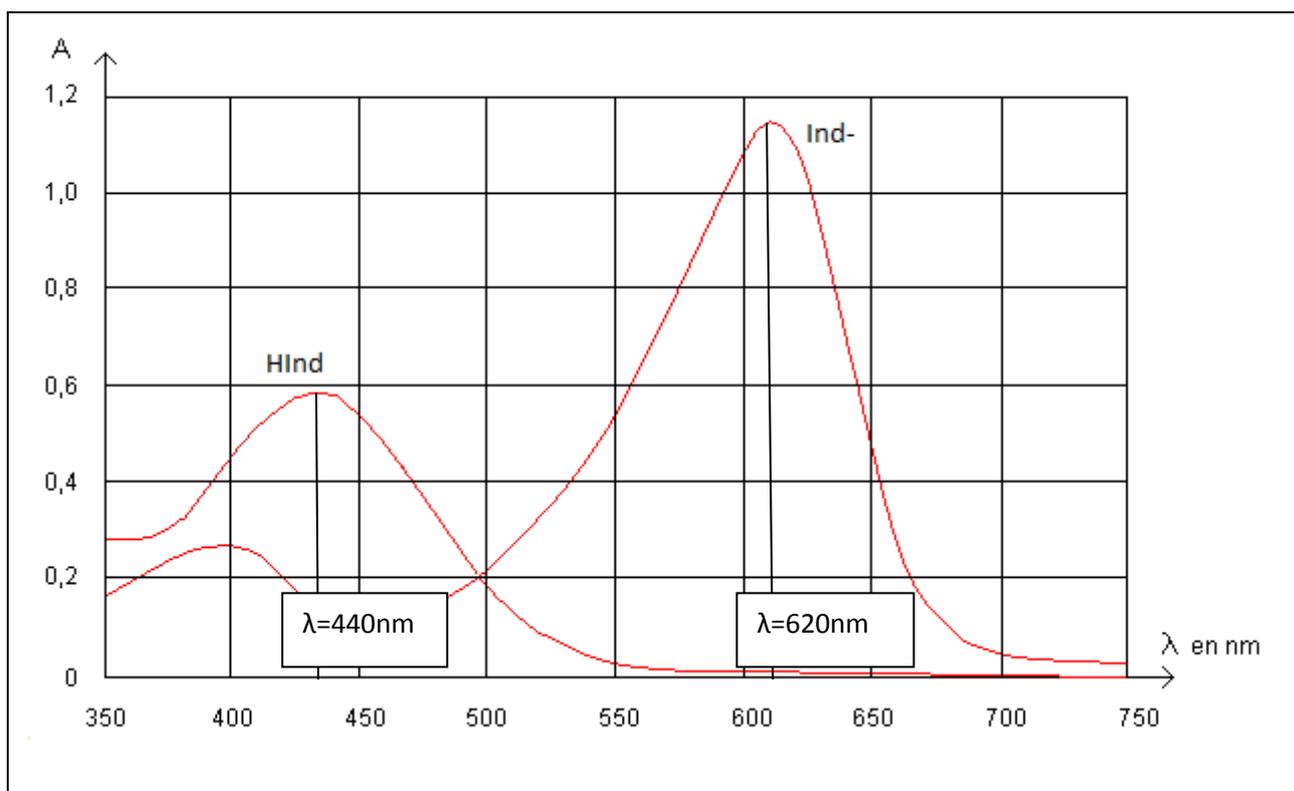
Marina, une élève de Terminale S, doit déterminer la constante d'acidité du bleu de bromothymol (appelé aussi BBT). Elle sait que le BBT est un indicateur coloré de pH. Elle recherche des informations complémentaires. Voici, ce qu'elle a trouvé.

#### 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 HInd et sa forme basique par Ind<sup>-</sup>.

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

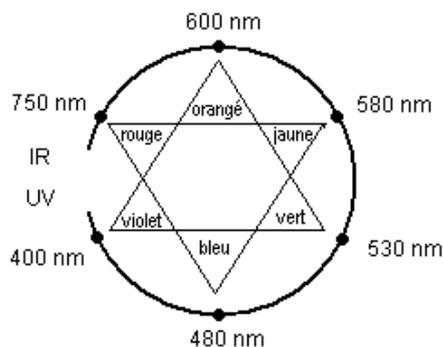


### Document 3 : le BBT

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

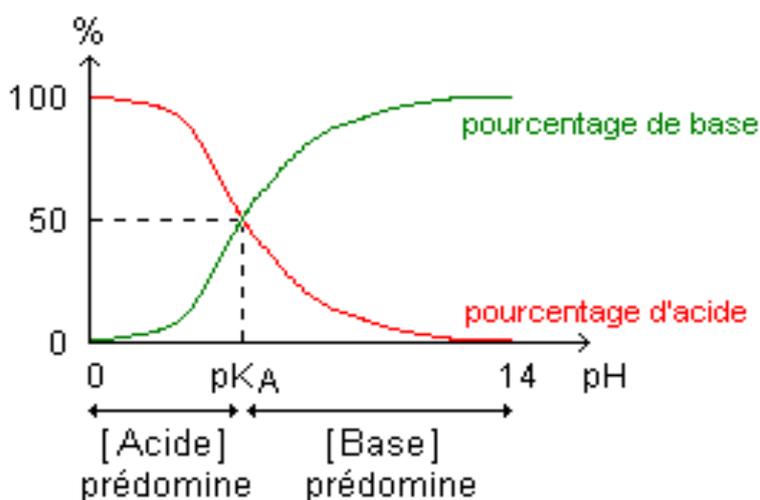
On rappelle qu'une solution est colorée si elle absorbe une partie des radiations de la lumière blanche.

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  $pK_a=7,1$

### 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" pHbuffer used for the range pH 2 to pH 12. Universal buffers consist of mixtures of acids of diminishing strength (increasing  $pK_a$ ) 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 $c = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ .

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**APPEL N°1**



**Appeler le professeur pour valider le protocole expérimental ou en cas de difficulté**

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 a été préalablement étalonné au laboratoire et Marina règle le spectrophotomètre à la longueur d'onde de  $\text{Ind}^-$ .

## 3. Préparer le spectrophotomètre pour la mesure de l'absorbance de la solution $S_5$ .

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

<b>APPEL N°3</b> 	<b>Appeler le professeur pour lui montrer la prise de mesures du pH et de l'absorbance</b>
---	--

Solution ( $S_i$ )	$V_{S_{0i}}$ (mL)	$V_{\text{BBT}}$ (mL)	pH mesuré	$A_i$ mesuré	$P(\text{Ind}^-)$	$P(\text{HInd})$
1	20,0	2,0	2,2	0,002	1,80E-01	9,98E+01
2	20,0	2,0	3,3	0,004	3,59E-01	9,96E+01
3	20,0	2,0	4,0	0,008	7,18E-01	9,93E+01
4	20,0	2,0	5,3	0,068	6,10E+00	9,39E+01
5	20,0	2,0				
6	20,0	2,0	6,1	0,311	2,79E+01	7,21E+01
7	20,0	2,0	6,4	0,505	4,53E+01	5,47E+01
8	20,0	2,0	7,2	0,900	8,08E+01	1,92E+01
9	20,0	2,0	7,9	1,107	9,94E+01	6,28E-01
10	20,0	2,0	8,7	1,114	1,00E+02	0,00E+00

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

## 5. Le pourcentage de la forme basique $\text{Ind}^-$ , pour une solution $S_i$ , est tel que :

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

Le pourcentage de la forme acide  $\text{HInd}$  est telle que :

$$P(\text{HInd}) = 100 - P(\text{Ind}^-)$$

Déterminer  $P(\text{HInd})$  et  $P(\text{Ind}^-)$  pour la solution  $S_5$  et compléter le tableau de mesures ci-dessous.

<b>APPEL N°4</b> 	<b>Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats</b>
---	---

## 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 $\text{pK}_a$ du BBT et commenter.

## Fiche 4 : correction à destination des enseignants

TS14

### pKa du BLEU DE BROMOTHYMOL

#### Compétences mobilisées lors de la séance :

Compétences :	Observables / critères de réussite :
<b>App.</b> : Adopter une attitude critique et réfléchie vis-à-vis de l'information disponible.	Extraire et exploiter des informations pertinentes à partir documents fournis.
<b>Réa.</b> : réaliser le dispositif expérimental correspondant au protocole	Mettre en œuvre un protocole en utilisant le matériel disponible.
<b>Ana.</b> Tracer une courbe à partir des valeurs expérimentales	Tracer les pourcentages de la forme acide et de la forme basique, en fonction du pH.
<b>Val.</b> : extraire des informations des données expérimentales et les exploiter.	D'après la courbe des pourcentages de la forme acide et de la forme basique, en déduire la valeur du pKa du BBT. Comparer avec la valeur tabulée, calculer l'écart relatif.
<b>Com.</b> : rendre compte de façon écrite et orale	Rédiger un compte-rendu à remettre au professeur à la fin de la séance. Expliquer oralement au professeur les manipulations effectuées.
<b>Auto.</b> : mobiliser sa curiosité, sa créativité.	Travailler en autonomie pour mettre en œuvre la marche à suivre.

### III. Travail à effectuer

---

#### 1. Dilution ( 15 min )

---

- Rédaction du protocole (5 min):
  - o Calcul du volume de solution mère à prélever :  
conservation de la quantité de matière donc  $c_{\text{mère}} V_{\text{mère}} = c_{\text{fille}} V_{\text{fille}}$  donc  $V_{\text{mère}} = 20,0 \text{ mL}$   
( ou dilution 5 fois donc  $V_{\text{mère}} = V_{\text{fille}} / 5$  )
  - o Choix du matériel : pipette jaugée de 20,0 mL + propipette ; fiole jaugée de 100,0 mL + bouchon
  - o Rédaction : prélèvement de 20,0 mL de solution mère ; introduction dans la fiole ; ajout d'eau distillée ; trait de jauge ; homogénéisation.
  
- Réalisation de la solution diluée ( 10 min )

#### 2. Réalisation de la solution S<sub>5</sub> ( 10 min ).

---

#### 3. Préparation du spectrophotomètre (5 min )

---

- Sélection de  $\lambda = 620 \text{ nm}$  et blanc avec l'eau distillée.

4. Mesures du pH et de l'absorbance de S<sub>5</sub> ( 5 min )

---

5. Tableau de valeurs ( 10 min )

---

$$P(\text{Ind}^-) = \frac{A_i}{A_{\text{max}}} * 100 .$$

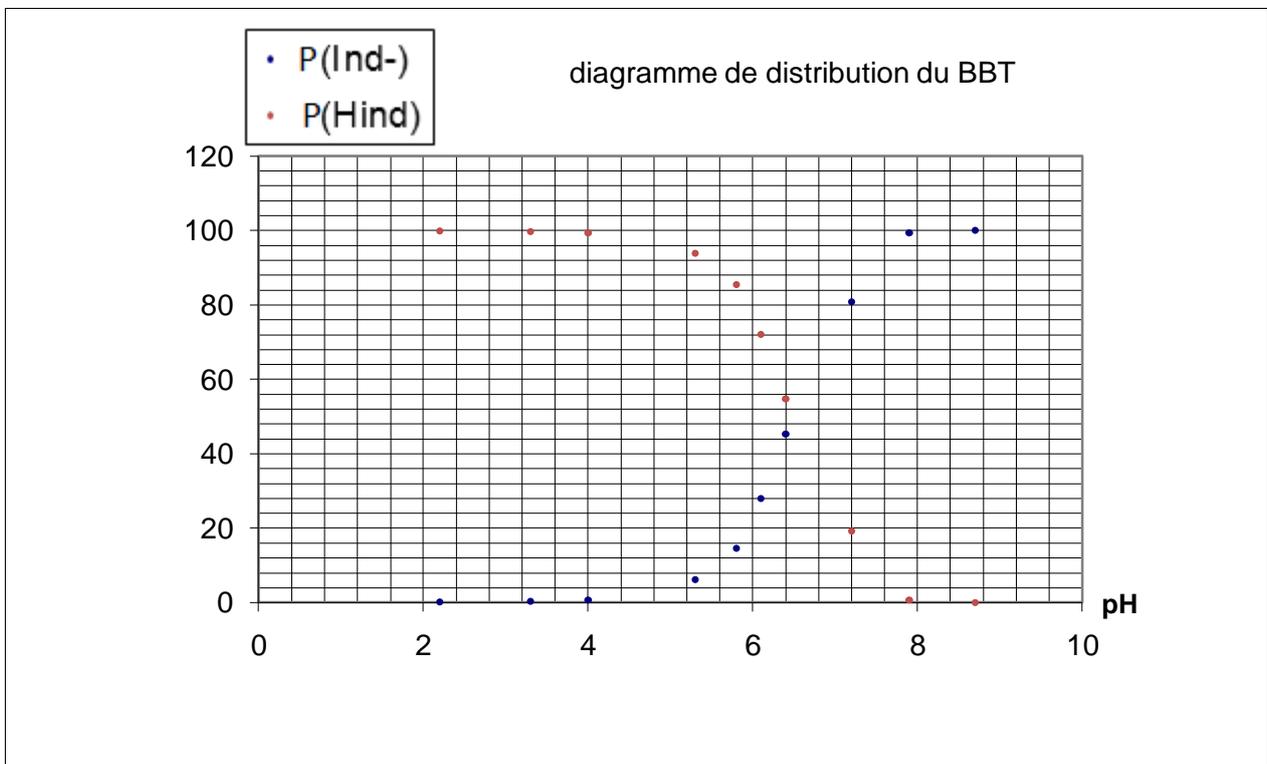
Dans regressi ( ou excel ...) remplir les cellules vides .

Solution (Si)	Vsoudé=Vi	pH (mesuré)	Ai(mesuré)	P(Ind <sup>-</sup> )	P(Hind)
1	2,0	2,2	0,002	1,80E-01	9,98E+01
2	3,0	3,3	0,004	3,59E-01	9,96E+01
3	4,0	4	0,008	7,18E-01	9,93E+01
4	5,0	5,3	0,068	6,10E+00	9,39E+01
5	5,5	5,8	0,162	1,45E+01	8,55E+01
6	6,0	6,1	0,311	2,79E+01	7,21E+01
7	6,5	6,4	0,505	4,53E+01	5,47E+01
8	7,0	7,2	0,9	8,08E+01	1,92E+01
9	8,0	7,9	1,107	9,94E+01	6,28E-01
10	9,0	8,7	1,114	1,00E+02	0,00E+00

6. Exploitation ( 10 min )

---

- Courbes P(Ind<sup>-</sup>) = f(pH) et P(HInd) = f(pH)



- Détermination de pK<sub>A</sub>
- Calcul de l'erreur relative

**Fiche 5 : grille d'évaluation**

		A										B																					
S'appr	coefficient 2	A					B					C					D																
		A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D													
Réa	coefficient 2	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D													
Com	coefficient 2	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D													
Note		20	18	16	15	18	17	15	13	16	15	12	11	15	13	11	10	18	17	15	13	17	16	13	12	15	13	11	10	13	12	10	8

		C										D																					
S'appr	coefficient 2	A					B					C					D																
		A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D													
Réa	coefficient 2	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D													
Com	coefficient 2	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D													
Note		16	15	12	11	15	13	11	10	12	11	8	7	11	10	7	6	15	13	11	10	13	12	10	8	11	10	7	6	10	8	6	5