

# Activité 10 : Mesure du pH d'une solution

<p><u>Thème du programme</u> : Thème 1 Les systèmes vivants présentent une organisation particulière de la matière.</p>	<p><u>Sous-thème</u> : 1.5 Les molécules des organismes vivants présentent des structures et des propriétés spécifiques.</p>
<p><u>Type d'activités</u> : Activité expérimentale</p>	<p><u>Pré-requis</u> : Activités 8 et 9.</p>
<p><u>Extrait BOEN</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En fonction du pH du milieu et du pKa du couple, une espèce d'un couple acide/base prédomine.</li> <li>- Des groupes caractéristiques chargés apparaissent ou disparaissent en fonction du pH.</li> </ul>	<p><u>Compétences attendues</u> : Mettre en œuvre des activités expérimentales et exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mesurer le pH d'une solution aqueuse ou d'un milieu d'intérêt biologique à l'aide d'un pH-mètre,</li> <li>- effectuer une analyse spectrophotométrique pour illustrer expérimentalement la prédominance de la forme acide ou basique d'un indicateur coloré en fonction du pH.</li> </ul>

## Introduction

La mesure du pH de solutions aqueuses peut se faire de plusieurs manières :

- par colorimétrie : on utilise des substances qui changent de couleur selon la valeur du pH : ce sont les indicateurs colorés,
- avec un pH mètre qui mesure la différence de potentiel existant entre deux électrodes plongées dans la solution aqueuse.

## I. Mesure du pH à l'aide d'un colorant naturel extrait du chou rouge

### 1. Réalisation de la gamme d'étalons

L'extrait de chou rouge a été obtenu en faisant bouillir, pendant trente minutes, du chou rouge coupé en lamelles dans de l'eau déminéralisée. Après refroidissement, on recueille l'eau de cuisson, appelée ci-après jus de chou rouge.

Il a été préparé deux solutions mères :

- l'une d'acide chlorhydrique (HCl) de concentration égale à  $2 \text{ mol.L}^{-1}$  en ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  (solution 0),
- l'autre de soude (NaOH) de concentration égale à  $2 \text{ mol.L}^{-1}$  en ion  $\text{HO}^-$  (solution 14).

#### a) Préparation des solutions acides

**Solution 1** : prélever 10 mL de la solution 0, la verser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter au trait de jauge par de l'eau déminéralisée.

**Solution 2** : prélever 10 mL de la solution 1, la verser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter au trait de jauge par de l'eau déminéralisée.

**Solution 3** : prélever 10 mL de la solution 2, la verser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter au trait de jauge par de l'eau déminéralisée.

**Solution 4** : prélever 10 mL de la solution 3, la verser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter au trait de jauge par de l'eau déminéralisée.

**Solution 5** : prélever 10 mL de la solution 4, la verser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter au trait de jauge par de l'eau déminéralisée.

**Solution 6** : prélever 10 mL de la solution 5, la verser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter au trait de jauge par de l'eau déminéralisée.

Déterminer les concentrations en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  de chacune de ces solutions en les exprimant en notation scientifique :

Solution 1 :

Solution 4 :

Solution 2 :

Solution 5 :

Solution 3 :

Solution 6 :

## b) Préparation des solutions basiques

**Solution 13 :** prélever 10 mL de la solution 14, la verser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter au trait de jauge par de l'eau déminéralisée.

**Solution 12 :** prélever 10 mL de la solution 13, la verser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter au trait de jauge par de l'eau déminéralisée.

**Solution 11 :** prélever 10 mL de la solution 12, la verser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter au trait de jauge par de l'eau déminéralisée.

**Solution 10 :** prélever 10 mL de la solution 11, la verser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter au trait de jauge par de l'eau déminéralisée.

**Solution 9 :** prélever 10 mL de la solution 10, la verser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter au trait de jauge par de l'eau déminéralisée.

**Solution 8 :** prélever 10 mL de la solution 9, la verser dans une fiole jaugée de 100 mL et compléter au trait de jauge par de l'eau déminéralisée.

Déterminer les concentrations en ions  $\text{HO}^-$  de chacune de ces solutions en les exprimant en notation scientifique :

Solution 13 :

Solution 10 :

Solution 12 :

Solution 9 :

Solution 11 :

Solution 8 :

## c) Préparation de la gamme acide

Numéroter 8 tubes à essai de 0 à 7 et les remplir de la manière suivante : 10 mL de solution d'acide préparée précédemment (tube 0 pour la solution 0, tube 1 pour la solution 1, ...) prélevés à l'aide d'une pipette jaugée, auxquels sont ajoutés, chaque fois :

- 1 mL de jus de chou rouge mesurés à l'aide d'une burette,
- 9 mL d'eau déminéralisée mesurés à l'aide d'une burette.

Le tube 7 sera rempli de 1 mL de jus de chou rouge et de 19 mL d'eau déminéralisée.

Observer la couleur obtenue dans chacun des tubes à essais. Déterminer la concentration en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  de chacun des huit tubes. Mesurer, à l'aide d'un pH mètre préalablement étalonné avec un tampon acide, le pH de chacun des tubes. Regrouper les résultats dans un tableau :

	Couleur observée	Concentration en ions $\text{H}_3\text{O}^+$	pH mesuré
Tube 0			
Tube 1			
Tube 2			
Tube 3			
Tube 4			
Tube 5			
Tube 6			
Tube 7			

## d) Préparation de la gamme basique

Numéroter 8 tubes à essai de 7 à 14 et les remplir de la manière suivante : 10 mL de solution de soude préparée précédemment (tube 14 pour la solution 14, tube 13 pour la solution 13, ...), prélevés à l'aide d'une pipette jaugée, auxquels sont ajoutés, chaque fois :

- 1 mL de jus de chou rouge mesurés à l'aide d'une burette,
- 9 mL d'eau déminéralisée mesurés à l'aide d'une burette.

Le tube 7 sera rempli de 1 mL de jus de chou rouge et de 19 mL d'eau déminéralisée.

Observer la couleur obtenue dans chacun des tubes à essais. Déterminer la concentration en ions  $\text{HO}^-$  de chacun des huit tubes. Mesurer, à l'aide d'un pH mètre préalablement étalonné avec un tampon basique, le pH de chacun des tubes. Regrouper les résultats dans un tableau :

	Couleur observée	Concentration en ions $\text{HO}^-$	pH mesuré
Tube 14			
Tube 13			
Tube 12			
Tube 11			
Tube 10			
Tube 9			
Tube 8			
Tube 7			

## 2. Détermination du pH de différents composés

On veut, grâce à la gamme d'étalons réalisée, déterminer le pH de certains composés d'origine naturelle ou utilisés dans la vie courante :

- Jus de citron
- Vinaigre blanc
- Solution savonneuse
- Eau de Javel
- Eau du robinet
- Eau gazeuse
- Solution aqueuse d'hydrogencarbonate de sodium
- Infusion de thé

Remarque : ces composés peuvent être diversement dilués dans l'eau, la valeur de pH obtenue n'est donc qu'indicatrice quand on ne connaît pas la quantité d'eau contenue dans le volume de l'échantillon testé.

**Protocole** : Dans un tube à essais, introduire :

- 1 mL de composé à étudier,
- 1 mL de jus de chou rouge,
- 8 mL d'eau déminéralisée.

Observer la couleur obtenue et la comparer à la gamme établie afin d'en déterminer le pH. Regrouper vos observations dans un tableau :

	Couleur observée	pH correspondant
Jus de citron		
Vinaigre blanc		
Solution savonneuse		
Eau de Javel		
Eau du robinet		
Eau gazeuse		
Solution d'hydrogénocarbonate		
Infusion de thé		

## II. Spectrophotométrie

### 1. Principe

On se propose d'étudier l'absorbance des contenus des différents tubes pour des longueurs d'ondes visibles à l'œil humain (entre 400 nm et 700 nm).

Le spectrophotomètre est un appareil qui permet de mesurer l'absorbance d'une solution pour différentes longueurs d'ondes. Pour cela, il fait passer un rayon d'une longueur d'onde choisie à travers une cuve contenant la solution à étudier. Les molécules de la solution absorbent plus ou moins le rayon lumineux, on définit alors l'absorbance pour cette longueur d'onde.

### 2. Manipulation

Avant de mesurer l'absorbance des solutions, pour chaque longueur d'onde, faire le « blanc » (on mémorise ainsi le spectre d'absorption de la lumière blanche comme ligne de référence).

Pour chaque tube, remplir la cuve du spectrophotomètre et déterminer la longueur d'onde correspondant au maximum d'absorption lumineuse de la solution étudiée en relevant l'absorbance tous les 50 nm entre 400 et 700 nm et en affinant la recherche du maximum d'absorbance par intervalles de variation de la longueur d'onde de 20 nm.

### 3. Résultats

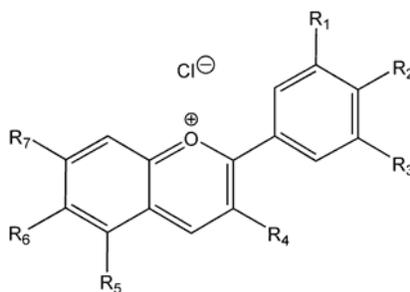
La couleur que nous voyons est la couleur complémentaire de la couleur absorbée.

Regrouper les résultats dans un tableau :

	Couleur du tube	Longueur d'onde du maximum d'absorbance	Couleur correspondante	Couleur complémentaire
Tube 0				
Tube 1				
Tube 2				
Tube 3				
Tube 4				
Tube 5				
Tube 6				
Tube 7				
Tube 8				
Tube 9				
Tube 10				
Tube 11				
Tube 12				
Tube 13				
Tube 14				

### III. Explications

Le chou rouge contient une molécule qui appartient à la famille des anthocyanes dont la formule semi-développée de l'espèce en milieu acide, de couleur rouge, est :



où :  $R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = R_7 = \text{OH}$  et  $R_3 = R_6 = \text{H}$

Écrire la formule semi-développée de cette ion de la molécule de cyanidine, contenue dans le chou rouge, et codifiée comme colorant alimentaire sous le numéro E163a :

En milieu neutre ( $\text{pH} = 7$ ), l'espèce, de couleur violette, n'est plus chargée, le OH de  $\text{R}_2$  devient une cétone. Écrire sa formule semi-développée :

En milieu basique, la cyanidine prend une teinte jaune. Le cycle comportant l'atome d'oxygène s'ouvre en formant à droite une fonction cétone et le OH de  $\text{R}_2$  devient  $\text{O}^-$ . Écrire sa formule semi-développée :