

## Épreuve de Physique-Chimie Évaluation des capacités expérimentales (Durée : 1h)

### Matériel à votre disposition :

- Burette graduée de 25 mL
- 2 Bêchers de 50 mL
- Un portoir avec un tube à essai
- Une fiole jaugée de 100 mL
- Un erlenmeyer de 250 mL
- Agitateur magnétique + barreau aimanté
- Pipette simple
- Pipette
- Entonnoir
- Pissette d'eau distillée
- Pipettes jaugées et graduées de 10 mL
- propipette
- Bêcher récupérateur de produit chimique
- Baguette récupérateur de barreau aimanté
- Flacon d'eau de pluie
- Flacon d'acide chlorhydrique,  $C_A = 0,020 \text{ mol.L}^{-1}$
- Indicateurs colorés : Hélianthine, Bleu de bromothymol, indicateur TA, bleu de bromocréso

### Contexte

L'étude de la qualité de l'eau pour fin d'irrigation est essentielle avant d'en faire usage. Différents paramètres doivent être étudiés dont les cinq principaux sont :

- La salinité : Contenu total en sel soluble
- Proportion relative des cations sodium ( $\text{Na}^+$ ) par rapport aux autres
- La concentration en éléments qui peuvent être toxiques (métaux, lourd...)
- Le pH de l'eau d'irrigation
- L'alcalinité (TA et TAC) et la dureté (TH)

Le pH de l'eau d'irrigation est attribué principalement à la présence de bicarbonates de calcium et de magnésium dissous dans l'eau (également dans une moindre mesure, des hydroxydes, des bases organiques, des borates, des ions ammoniums, phosphates et silicates).

La présence excessive des ions  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , peut former des précipités avec les ions  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  qui peuvent colmater les systèmes d'aspersion ou de goutte à goutte. Cela peut aussi empêcher le calcium et le magnésium d'être disponibles pour la plante.

Un producteur d'orchidées et de fleurs coupées récupère l'eau de pluie. Il se demande si celle-ci peut être utilisée pour arroser sa production.



## Documents mis à disposition :

### Document. 1 : Zones de virage de quelques indicateurs colorés

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage (teinte sensible)			Teinte basique
Hélianthine	Rouge	3,1	Orange	4,4	Jaune
Bleu de bromothymol (BBT)	Jaune	6,0	Vert	7,6	Bleu
Indicateur TA	Incolore	8,2	rose pâle	9,8	Fuchsia
Vert bromocrésol-rhodamine (BCR)	Jaune	3,8	Vert	5,4	Bleu

### Document. 2 : Quelques pK<sub>A</sub> à 25°C

La dissolution du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'eau de pluie conduit à la formation de l'ion hydrogénocarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) et de l'ion carbonate (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>). Les couples acido-basiques mis en jeux sont indiqués ci-contre :

Couple	pK <sub>A</sub>
H <sub>3</sub> O <sub>(aq)</sub> <sup>+</sup> / H <sub>2</sub> O <sub>(ℓ)</sub>	0,0
CO <sub>2(aq)</sub> , H <sub>2</sub> O <sub>(ℓ)</sub> / HCO <sub>3(aq)</sub> <sup>-</sup>	6,4
HCO <sub>3(aq)</sub> <sup>-</sup> / CO <sub>3(aq)</sub> <sup>2-</sup>	10,3
H <sub>2</sub> O <sub>(ℓ)</sub> / HO <sub>(aq)</sub> <sup>-</sup>	14,0

### Document. 3 : Quelques définitions

#### Titre alcalimétrique (TA) :

Le titre alcalimétrique d'une solution est égal au volume, exprimé en millilitres, de solution d'acide chlorhydrique à la concentration molaire  $c = 0,020 \text{ mol.L}^{-1}$ , nécessaire pour titrer un volume  $V = 100,0 \text{ mL}$  de cette solution en présence de l'indicateur TA comme indicateur coloré de fin de réaction.

#### Titre alcalimétrique complet (TAC):

Le titre alcalimétrique complet d'une solution est égal au volume, exprimé en millilitres, de solution d'acide chlorhydrique à la concentration molaire  $c = 0,020 \text{ mol.L}^{-1}$ , nécessaire pour titrer un volume  $V = 100,0 \text{ mL}$  de cette solution en présence d'un indicateur coloré de fin de réaction adéquat.

### Document. 4 : Le titre hydrotimétrique en horticulture

Valeur comprise entre 0 et 10°f = eau très douce

Valeur comprise entre 10 et 20°f = eau douce

Valeur comprise entre 20 et 30°f = eau moyennement dure

Valeur comprise entre 30 et 40°f = eau dure

Valeur supérieure à 40°f = eau très dure

Seules les eaux dont le titre hydrotimétrique est inférieur ou égal à 20°f sont utilisables tel quel pour l'arrosage de la plupart des orchidées.

Source : phalaenopsis.org

## 1 Etude préliminaire : (15 min conseillées)

A partir des documents répondre aux questions suivantes :

**Question 1.** [Doc. 2] Sur un axe gradué en pH, placez les domaines de prédominance des espèces acides et basiques des deux couples auxquels appartient l'ion hydrogénocarbonate.

.....

.....

.....

**Question 2.** [Document. 1] Si on ajoute quelques gouttes de l'indicateur TA dans une solution où les ions **carbonate** sont prédominants, quelle est la couleur prise par la solution ?

.....

.....

.....

**Question 3.** [Document. 1] Si on ajoute quelques gouttes de l'indicateur TA dans une solution où les ions **hydrogénocarbonate** sont prédominants, quelle est la couleur prise par la solution ?

.....

.....

.....

Dans un tube à essai mettre quelques millilitres d'eau de pluie et une goutte de l'indicateur TA. Homogénéiser. Observer la couleur de la solution.

**Question 4.** Quelle est l'espèce chimique majoritaire en solution ? Justifier.

.....

.....

.....

**Question 5.** En vous référant au document 3 déduire la valeur du TA. Justifier.

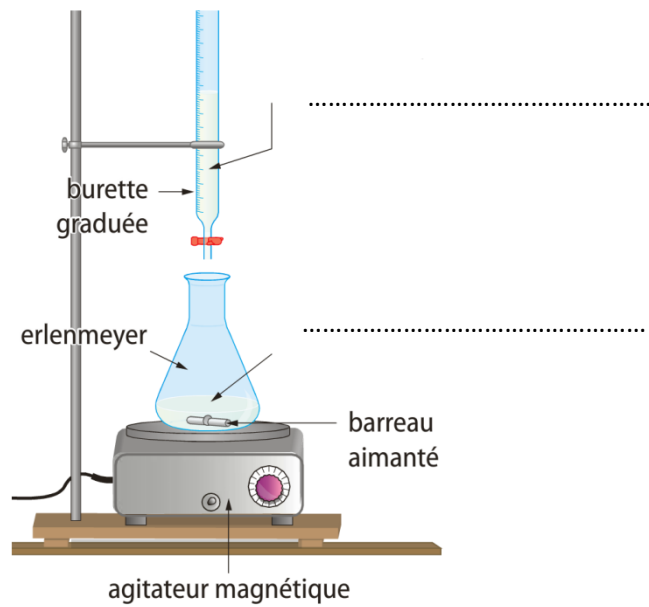
.....  
.....  
.....

## 2 Formulation d'un protocole expérimental (20 minutes conseillées)

Afin de déterminer le titre alcalimétrique complet (TAC) de cette eau vous devez réaliser un dosage colorimétrique des ions hydrogénocarbonate en présence de quelques gouttes de BCR .

Montage expérimental :



**Question 6.** Indiquer sur le schéma du montage suivant le contenu de la burette et de l'erenmeyer.



**Question 7.** Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer le titre alcalimétrique complet d'un prélèvement initial de l'eau de pluie d'un volume  $V = 100,0 \text{ mL}$ .

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



.....  
.....  
.....  
.....

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole expérimental ou en cas de difficulté	

**3 Mise en œuvre du protocole proposé (15 minutes conseillées)**

Mettre en place le dispositif permettant de réaliser le protocole proposé.

Mettre en œuvre le protocole expérimental.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur lorsque vous avez atteint l'équivalence ou en cas de difficulté	

Relever la valeur du volume d'acide versé à l'équivalence

$V_{AE} =$  .....

**4 Exploitation des résultats (10 minutes conseillées)**

**Question 8.** Quelle est la valeur du TAC de cette eau.

.....

**Question 9.** Déterminer la concentration massique en ion  $\text{HCO}_3^-$  Exprimer la valeur trouvée en degré français.

Donnée :  $C_m = 12,2 \times V_{AE}$

A un degré français (symbole : °f) correspond **12,2 mg.L<sup>-1</sup>** d'ion  $\text{HCO}_3^-$  en solution.

.....

.....

.....

**Question 10.** Cette eau est-elle adaptée pour servir à l'irrigation ?

.....

.....

.....

.....

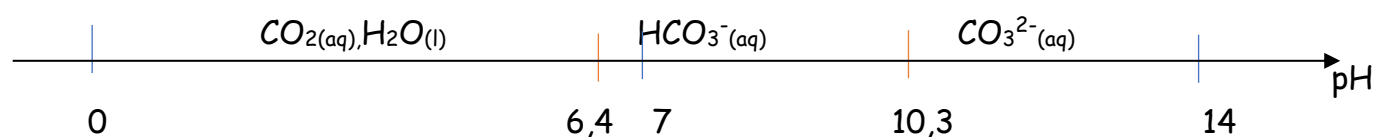
.....

## Tableau des compétences mises en œuvre dans l'activité

	Compétence	Mesurable	S'approprier	Analyser/ raisonner	Réaliser	Valider	Communiquer	Points
<b>partie 1</b>	1		x					1
	2		x					0,5
	3		x					0,5
	4			x	x			0,5
	5			x				1
<b>partie 2</b>	6		x					0,5
	7			x				2
<b>partie 3</b>					x			2
<b>partie 4</b>	8		x		x			0,5
	9				x	x		0,5
	10						x	1
			3	2	3	1	1	10

## CORRECTION

### Question 1. 1 point



\*Présence des couples (0,5pt) et les valeurs des pKa et pH de l'échelle pH-métrique (0,5pt)

### Question 2. 0,5 point

La solution est rose fuschia

### Question 3. 0,5 point

La solution est rose pâle.

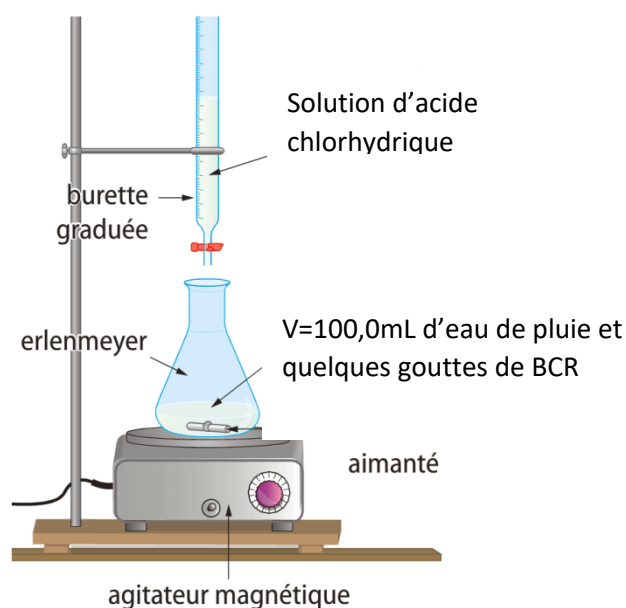
### Question 4. 0,5 point

L'espèce chimique majoritaire est l'ion hydrogénocarbonate car la solution a une teinte rose pâle

### Question 5. 1 point

**TA = 0** car l'indicateur TA prend une teinte rose pâle donc présence d'ions hydrogénocarbonate et non d'ions carbonate.

### Question 6. 0,5 point



### Question 7. 2 points.

\*Prélever à l'aide de la fiole jaugée de 100,0 mL, un volume  $V=100,0\text{mL}$  d'eau de pluie

\*Ajuster au trait de jauge à l'aide d'une pipette simple.

\*Verser le volume prélevé dans l'erlenmeyer de 250 mL, ajouter quelques gouttes de BCR et le barreau aimanté.

\*Remplir la burette graduée avec la solution d'acide chlorhydrique et ajuster au zéro.



\*Mettre l'agitation en route et verser lentement la solution contenue dans la burette graduée jusqu'au virage de l'indicateur coloré.

\*Relever la valeur du volume de la solution d'acide chlorhydrique versé pour atteindre le virage de l'indicateur coloré.

**3 Mise en œuvre du protocole proposé (15 minutes conseillées) 2 points**

\*Prélèvement correcte à la fiole jaugée correctement ajustée. (0,5 point)

\*Ajustement correct de la burette graduée et absence de bulles d'air dans la pointe. (0,5 point)

\*Présence de l'indicateur coloré et du barreau aimanté. (0,5 point).

\*Lecture correcte du volume versé. (0,5 point)

**4 Exploitation des résultats (10 minutes conseillées)**

**Question 8. 0,5 point.**

Le volume versé est  $V = \dots$  mL par conséquent le TAC = ....

**Question 9. 0,5 point**

**Données :**  $C_m$  (en  $\text{mg.L}^{-1}$ ) =  $12,2 \times V_{A,E}$  ( $12,2 = 0,02 \times 61 / 0,100$ )

A un degré français (symbole : °f) correspond **12,2  $\text{mg.L}^{-1}$**  d'ion  $\text{HCO}_3^-$  en solution.

$$1^\circ\text{f} \leftrightarrow 12,2 \text{mg.L}^{-1}$$

$$X \leftrightarrow C_m$$

$$X = 1 \times C_m / 12,2 = \dots^\circ\text{f}$$

**Question 10. 1 point**

.....  
.....  
.....  
.....