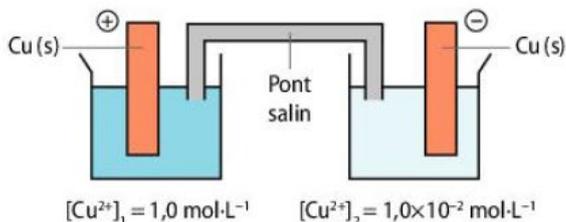


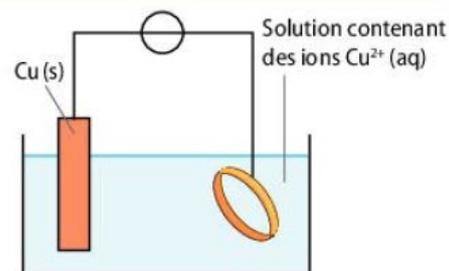
## Exercice 1 - Autour du cuivre

### A Pile de concentration et électrolyse

• Une pile de concentration est constituée de deux électrodes de cuivre plongeant chacune dans des solutions de sulfate de cuivre de concentrations différentes et de même volume  $V = 100 \text{ mL}$ .



• Une bague, faite d'un métal conducteur, peut être recouverte de cuivre par électrolyse. Le montage utilisé est schématisé sur la figure ci-contre.



#### Données

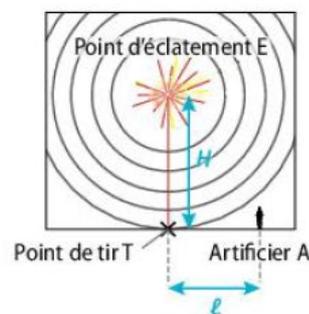
- Masse molaire atomique :  $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;
- Charge d'une mole d'électrons :  $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C}$ .

### B Feu d'artifice



La couleur bleue de certains feux d'artifices est due à la désexcitation des molécules de chlorure de cuivre (I)  $\text{CuCl}$ . Le spectre d'émission de cette molécule excitée est composé de plusieurs bandes centrées autour des longueurs d'onde dans le vide suivantes : 395 nm ; 433 nm ; 435 nm ; 484 nm ; 488 nm ; 525 nm.

Un artificier A est situé à la distance  $\ell = 95 \text{ m}$  du point de tir T. Le point d'éclatement E de la pièce pyrotechnique est situé à la hauteur  $H = 70 \text{ m}$  et le son produit se propage dans toutes les directions de l'espace.

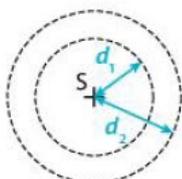


#### Données

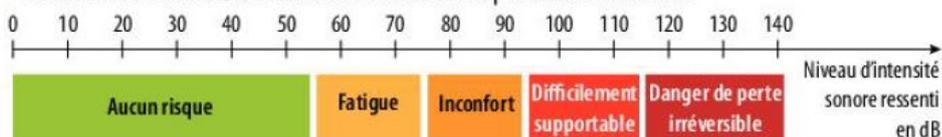
• Lien entre le niveau d'intensité sonore  $L$  et la distance  $d$  :

$$L_2 = L_1 + 20 \log\left(\frac{d_1}{d_2}\right)$$

•  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ .



- Intensité sonore de référence :  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .
- Célérité de la lumière dans le vide,  $c$  supposée connue.
- Échelle des niveaux d'intensité sonore et risque auditif associé :



### Partie I : Pile de concentration et électrolyse

**1. a.** La pile débite dans une résistance  $R$ . Reproduire et compléter le schéma de la pile en indiquant le sens conventionnel du courant et le sens de déplacement des électrons.

**b.** Écrire l'équation de la réaction électrochimique ayant lieu à chaque électrode. En déduire l'équation de la réaction de fonctionnement de la pile.

**c.** Quelle relation a-t-on entre les concentrations en ions cuivre II à l'équilibre ?

**2. a.** À quelle borne du générateur de tension continue faut-il relier la bague sur la figure 2 pour y réaliser un dépôt de cuivre par électrolyse ?

**b.** L'électrolyse fonctionne une heure avec une intensité  $I = 400 \text{ mA}$ . Calculer la masse de cuivre déposée sur la bague.

### Partie II : Feu d'artifice

**3.** À quel domaine de rayonnement (visible, ultraviolet ou infrarouge) le spectre d'émission de la molécule  $\text{CuCl}$  appartient-il ?

**4.** La notice de l'engin pyrotechnique indique que l'intensité sonore à 20 m du point d'éclatement vaut  $0,63 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ . Calculer le niveau d'intensité sonore à 20 m du point d'éclatement.

**5.** L'artificier, situé au point A, doit-il porter un dispositif de protection auditive lors de l'éclatement de l'engin pyrotechnique au point E ? Justifier par un calcul.

**6.** En déduire l'atténuation géométrique liée à la distance parcourue par l'onde.

## Exercice 2 – Eau d'un aquarium



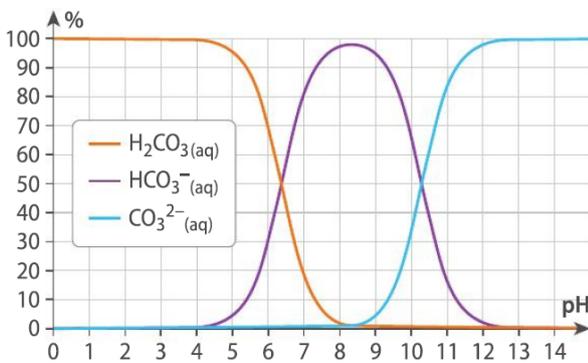
Le dioxyde de carbone est essentiel pour la bonne croissance des plantes d'un aquarium.

Cependant, dissous en trop grande quantité, le dioxyde de carbone est toxique pour les poissons. Il faut donc contrôler régulièrement sa concentration.

L'objectif de cet exercice est de déterminer la concentration du dioxyde de carbone dissous dans l'eau d'un aquarium par une méthode de titrage.

### Données

- Le dioxyde de carbone dissous sera considéré comme hydraté en acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ . La concentration de l'acide carbonique en solution,  $[\text{H}_2\text{CO}_3]$ , sera considérée comme égale à la concentration apportée en dioxyde de carbone dissous.
- Masse molaire de l'acide carbonique :  $M = 62,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Couples acide-base :  $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}/\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$  ;  $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}/\text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$  de  $\text{p}K_{\text{A}}$  respectifs  $\text{p}K_{\text{A}1}$  et  $\text{p}K_{\text{A}2}$
- Diagramme de distribution des espèces  $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ ,  $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$  et  $\text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$  :



- Les cellules colorées du tableau ci-dessous indiquent des pH et des domaines de concentration en masse en dioxyde de carbone dissous correspondant à des conditions optimales pour les plantes et les poissons dans l'eau de l'aquarium.

Exemple de lecture : pour un pH de 7,0 et une concentration massique en  $\text{CO}_2$  dissous comprise entre  $15 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  et  $27 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , les conditions sont optimales.

| pH  | Concentrations en masse en $\text{CO}_2$ dissous dans une eau (en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 7,8 | 0   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 7,6 | 1   | 2  | 4  | 5  | 7  | 8  | 10 | 11 | 13 | 14 |
| 7,4 | 1   | 4  | 6  | 8  | 11 | 13 | 16 | 18 | 20 | 23 |
| 7,2 | 2   | 6  | 9  | 13 | 17 | 21 | 25 | 28 | 32 | 36 |
| 7,0 | 3   | 9  | 15 | 21 | 27 | 33 | 39 | 45 | 51 | 57 |
| 6,8 | 5   | 14 | 24 | 33 | 43 | 52 | 62 | 72 | 81 | 91 |

D'après <http://www.aquabase.org>

### 1. Du dioxyde de carbone dans un aquarium

1.1. À l'aide du diagramme de distribution fourni, montrer que  $\text{p}K_{\text{A}1}$  vaut 6,4, puis déterminer  $\text{p}K_{\text{A}2}$ .

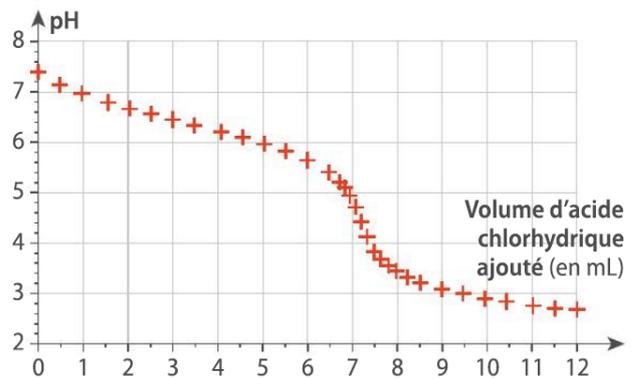
1.2. Établir le diagramme de prédominance de  $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ ,  $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$  et  $\text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$ .

1.3. Une eau a un pH de 7,4. Indiquer qualitativement comment son pH évolue lorsqu'on y dissout du dioxyde de carbone. Quelle est alors l'espèce prédominante dans cette eau ?

### 2. Titrage du dioxyde de carbone

La concentration en acide carbonique  $[\text{H}_2\text{CO}_3]$  dans l'eau de l'aquarium est liée à celle des ions hydrogénécarbonate  $[\text{HCO}_3^-]$ .

On réalise le titrage suivi par pH-métrie des ions hydrogénécarbonate présents dans  $V = 100,0 \text{ mL}$  d'eau à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ,  $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ) de concentration  $c_a = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .



2.1. Écrire l'équation de la réaction support du titrage.

2.2. Calculer la concentration  $[\text{HCO}_3^-]$  des ions hydrogénécarbonate dans l'eau de l'aquarium.

2.3. Montrer que  $[\text{H}_2\text{CO}_3] = [\text{HCO}_3^-] \times 10^{(\text{p}K_{\text{A}1} - \text{pH})}$  puis calculer sa valeur.

2.4. Déterminer la valeur de la concentration en masse  $C_m$  en  $\text{CO}_2$  dissous dans l'eau de l'aquarium.

2.5. Les conditions pour les plantes et les poissons sont-elles optimales ? Justifier.

Adapté du sujet de Bac Nouvelle-Calédonie, 2018.

### DES CLÉS POUR RÉUSSIR

1.3. Écrire l'équation de la réaction de  $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$  avec l'eau.

2.2. Utiliser la définition de l'équivalence.

2.3. Exprimer la constante d'acidité  $K_{\text{A}1}$ .

2.4. Établir le lien entre concentration et concentration en masse du dioxyde de carbone dissous.