

# Correction bac blanc 2020-2021

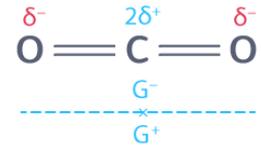
## Exercice 1 — L'aquarium récifal

### 1. Régulation de l'acidité

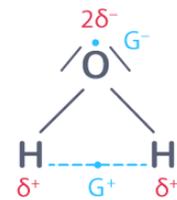
1.1. Si jamais la valeur du pH devenait trop élevée dans l'aquarium, une solution serait d'y diluer une quantité donnée d'acide, afin de faire baisser le pH.

1.2. Une solution tampon a la propriété d'avoir un pH qui varie très peu en cas d'ajout modéré d'acide ou de base ou lors d'une dilution. L'utilisation d'une telle solution permettrait à l'eau de l'aquarium d'avoir un pH ne variant que très légèrement quelles que soient les conditions.

1.3. On remarque que le dioxyde de carbone est linéaire. Aussi, les atomes d'oxygène (électronégatifs) se situant de part et d'autre de l'atome de carbone central, les barycentres sont confondus (les moments dipolaires s'annuleront), conférant au  $\text{CO}_2$  un moment dipolaire global nul. Donc le dioxyde de carbone est une molécule **apolaire**.



Au contraire, la molécule d'eau a une géométrie coudée, donc aura un moment dipolaire non nul : c'est une molécule **polaire**.



⇒ Une molécule apolaire telle que le dioxyde de carbone sera très peu soluble dans un solvant polaire tel que l'eau.

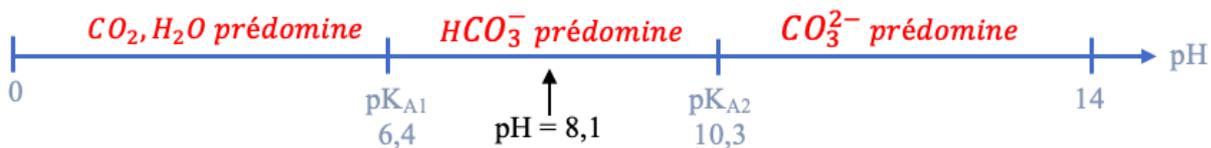
1.4. On rappelle qu'un acide de Brønsted est une espèce susceptible de céder un ou plusieurs protons. Au contraire, une base de Brønsted est une espèce capable de capter un ou plusieurs protons.

En prenant cette définition en compte, on classe les espèces acides et bases :

**Acides** :  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{HCO}_3^-$

**Bases** :  $\text{HCO}_3^-$  et  $\text{CO}_3^{2-}$

1.5. L'eau de l'aquarium a un pH de 8,1. Or, on a, pour les espèces conjuguées du dioxyde de carbone dissous, le diagramme de prédominance :



On remarque donc, en lisant ce diagramme, que pour  $\text{pH} = 8,1$ , l'espèce qui prédomine est  $\text{HCO}_3^-$  dans l'aquarium.

1.6. Pour se former, la coquille des coraux a besoin des ions carbonate présents dans l'eau. Or, si on ajoute du dioxyde de carbone en solution dans l'eau, on observera une réaction acide-base entre ce dernier et les ions carbonate. Ce qui aura pour conséquence de diminuer la concentration en ions  $\text{CO}_3^{2-}$ , et est donc néfaste au développement de la coquille des coraux.

## 2. Contrôle de la salinité

2.1. Interprétation de la courbe de suivi du titrage conductimétrique des ions chlorure par le nitrate d'argent.

Évolution des quantités de matière		
	Avant l'équivalence	Après l'équivalence
Na <sup>+</sup>	$n(\text{Na}^+) = \text{Cte}$	$n(\text{Na}^+) = \text{Cte}$
Cl <sup>-</sup>	$n(\text{Cl}^-) \searrow$	$n(\text{Cl}^-) = 0$
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$n(\text{NO}_3^-) = 0$	$n(\text{NO}_3^-) \nearrow$
Ag <sup>+</sup>	$n(\text{Ag}^+) = 0$	$n(\text{Ag}^+) = \nearrow$
	Loi de Kohlrausch : $\sigma = \sum(\lambda_i \times [X_i])$ Or $\lambda(\text{Cl}^-) > \lambda(\text{NO}_3^-)$ $\sigma_{\text{total}} \searrow$ <i>pente négative</i>	Loi de Kohlrausch : $\sigma = \sum(\lambda_i \times [X_i])$ $\sigma_{\text{total}} \nearrow$ <i>pente positive</i>

2.2. On va désormais exploiter cette courbe de titrage pour déterminer la concentration en ions Cl<sup>-</sup>. La réaction support du titrage est la suivante :  $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$

D'après la courbe (intersection des 2 droites) :  $V_E = 11,0 \text{ mL}$

On a donc, à l'équivalence :  $\frac{n_{\text{versé}, E}(\text{Ag}^+)}{1} = \frac{n_i(\text{Cl}^-)}{1}$

$$[\text{Ag}^+] \times V_E = [\text{Cl}^-] \times V_{\text{titré}} \quad \text{soit} \quad [\text{Cl}^-] = \frac{[\text{Ag}^+] \times V_E}{V_{\text{titré}}} = 5,50 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{Cl}^-]_0 = 10 \times [\text{Cl}^-] = 5,50 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

La concentration massique  $C_m(\text{Cl}^-)$  en ions chlorure est donnée par :

$$C_m(\text{Cl}^-) = [\text{Cl}^-]_0 \times M(\text{Cl}^-) = 19,5 \text{ g/L}$$

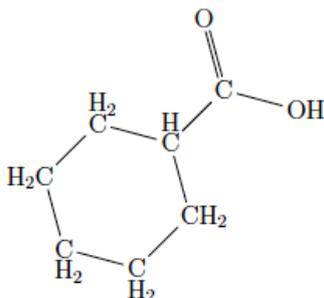
$$19,3 \text{ mL} < C_m(\text{Cl}^-) < 19,6 \text{ mL} \Rightarrow \text{Aucun traitement n'est nécessaire}$$

## 3. Traitement des poissons contre les vers

3.1. Étude de l'étape 2.

3.1.1. La molécule **B** a une chaîne carbonée de longueur 1. Elle dérive donc du méthane. De plus, elle possède un groupe carbonyle sur son unique carbone, qui sera donc obligatoirement en bout de chaîne, il s'agit donc d'un aldéhyde. Finalement, si on prend en compte des deux considérations, la molécule **B** se nomme bien **méthanal** en nomenclature IUPAC.

3.1.2. La molécule **C** a pour formule semi-développée :



On en déduit donc que la molécule **C** a pour formule brute  $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_2$ .

3.1.3. On peut alors remplacer chaque réactif par sa formule brute dans l'équation bilande l'étape 2, ce qui permettra de déterminer la formule brute du composé **F** :



On a donc, pour les réactifs :  $9+1+7+4 = 21$  atomes de carbone, que l'on retrouve dans le produit E.

Enfin, on a au départ  $1 + 2 + 2 = 5$  atomes d'oxygène et  $9 + 2 + 12 + 11 = 34$  atomes d'hydrogène.

Or, on n'en retrouve respectivement que 4 et 32 dans le produit E.

Il reste donc **1 atome d'oxygène et 2 atomes d'hydrogène**, ce qui permet finalement de conclure que **le produit F est de l'eau** ( $H_2O$ ).

**3.1.4.** On cherche à calculer le rendement de l'étape 2 de la synthèse.

D'après le protocole, on fait réagir 0,110 mol de chacun des réactifs : ils sont donc introduits dans les proportions stœchiométriques. Ce qui permet d'écrire directement que la quantité de matière de produit E attendue est  $n_{E,th} = 0,110$  mol.

Or, en réalité, on a obtenu une masse  $m_E = 40,9$  g, correspondant à une quantité de matière :

$$n_{E,exp} = \frac{m_E}{M(E)} = 0,109 \text{ mol}$$

Le rendement étant donné par la relation :

$$\eta = \frac{n_{E,exp}}{n_{E,th}} \times 100 = 99 \%$$

**3.2.**

**3.2.1.**

— Dans l'étape a), on mélange le composé E et de l'AMS en chauffant : il s'agit donc d'une **transformation chimique**.

— Ensuite, dans l'étape c), on lave la phase organique ayant été extraite à l'étape précédente, avant de la sécher. Il s'agit ici d'une **séparation** (déjà bien commencée après l'extraction à l'éther de l'étape d'avant) et d'un début de **purification**, qui sera complétée avec une recristallisation.

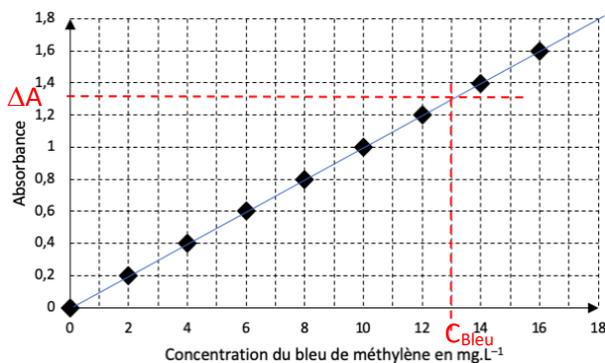
**3.2.2.** Le produit obtenu est un solide. Parmi les méthodes d'identification possibles, on a par exemple la chromatographie sur couche mince (CCM) permettant de comparer aux réactifs et au produit normalement attendu. Une autre méthode est une mesure du point de fusion sur banc Köfler.

## 4. Prévention des infections

**4.1.** L'étape de filtration permet d'éviter une pollution de l'eau par le bleu de méthylène car il est faiblement biodégradable.

**4.2.** On va commencer par trouver la masse de colorant adsorbée au total pour la solution étudiée, en trouvant dans un premier temps la différence de concentration en bleu de méthylène entre la solution non traitée et la solution traitée.

On va donc chercher, grâce à la courbe donnée en figure 3, cette concentration :



$$\Delta A = 1,5 - 0,2 = 1,3$$

$$\Rightarrow \text{concentration du bleu de méthylène : } C_{\text{Bleu}} = 13 \text{ mg/L.}$$

Le volume prélevé est de 50 mL, soit une masse :

$$m_{\text{Bleu}} = C_{\text{Bleu}} \times V = 13 \times 0,05 = 0,65 \text{ mg}$$

pour 100 mg de charbon actif

soit 6,5 mg de colorant pour 1 g de charbon actif.

Valeur proche des 7 mg étant donnée la précision de mesure du graphe.

**4.3.** On souhaite traiter  $V = 8000$  L d'eau par du bleu de méthylène. À raison d'un à deux milligrammes par litre d'eau, il faudra donc une masse de bleu de méthylène  $m_{\text{bleu}}$  comprise entre 8000 et 16000 milligrammes.

Or, un gramme de charbon actif pouvant adsorber environ  $m_a = 6,5$  milligrammes de colorant, il faudra une masse maximale  $m_c$  telle que :

$$m_c \leq \frac{16\,000}{6,5} = 2,5 \times 10^3 \text{ g} = 2,5 \text{ kg}$$

## Exercice 2 — Un système de détection de passager

### 1. Étude du capteur de pression capacitif « artisanal »

**1.1.** Le capteur de pression est dit « capacitif » car il est capable de stocker (accumuler) des charges sur les feuilles et de les restituer.

**1.2.** La charge de la feuille d'aluminium A est donnée, en fonction de la tension et de la capacité, par :

$$Q_A = + C \times U_{AB} > 0$$

Et comme la charge totale des deux feuilles doit être nulle, il vient naturellement l'expression de la charge  $Q_B$  :

$$Q_B = -Q_A = -C \times U_{AB} < 0$$

**1.3.** Lorsqu'un passager s'assoit sur le siège, il va appliquer une pression sur la plaque supérieure, ce qui aura comme conséquence de **réduire** l'épaisseur  $e$  entre les deux plaques.

Or, la capacité  $C$  étant définie par  $C = \frac{\epsilon \times S}{e}$ , une diminution de  $e$  aura comme conséquence une **augmentation de la capacité électrique** du capteur.

### 2. Modélisation du circuit de la chaîne de mesure

**2.1.** Dans ce circuit, la loi des mailles :

$$u_R + u_C = 0 \quad \Rightarrow \quad u_R = -u_C \quad (1)$$

Or, pour la résistance, on a la loi d'Ohm :  $u_R = R \times i$ . D'où, avec (1), il vient :

$$u_C = -R \times i \quad (2)$$

Et, pour le condensateur de capacité  $C$ , on sait que  $i = \frac{dq}{dt} = C \times \frac{du_C}{dt}$  que l'on remplace dans (2).

$$u_C = -RC \times \frac{du_C}{dt} \quad \text{soit} \quad u_C + RC \times \frac{du_C}{dt} = 0$$

En posant  $\tau = RC$  :

$$\frac{u_C}{RC} + \frac{du_C}{dt} = 0 \quad \text{soit} \quad \frac{u_C}{\tau} + \frac{du_C}{dt} = 0$$

**2.2.** On pose  $u_C(t) = A \times e^{-\frac{t}{\tau}}$  et  $\frac{du_C}{dt} = -\frac{A}{\tau} \times e^{-\frac{t}{\tau}} = -\frac{u_C}{\tau}$

On obtient donc :  $\frac{u_C}{\tau} - \frac{u_C}{\tau} = 0$

$u_C(t) = A \times e^{-\frac{t}{\tau}}$  est bien solution de l'équation différentielle avec  $A = E$  valeur de  $u_C(t=0) = A = E$  car initialement, le condensateur est chargé.

**2.3.** Pour  $t = 5 \tau$  :

$$u_C(t=5\tau) = E \times e^{-\frac{5\tau}{\tau}} = E \times e^{-5} = 0,0067 \times E$$

Ce qui signifie qu'au bout de  $5 \tau$ , la tension aux bornes du condensateur est inférieure à 1% x E

Le condensateur est donc bien déchargé au bout de  $5 \tau$

### 3. Test expérimental de la chaîne de mesure

**3.1.** On cherche à associer chaque cas (avec et sans pression) à une courbe.

Pour cela, on détermine  $u_C(\tau) = 0,63 \times E = 3,15 V$ , on reporte sur la courbe et on repère  $\tau \Delta$  et  $\tau \square$ .

En faisant cela, on remarque que la courbe tracée par des carrés correspond à un temps de réaction  $\tau$  plus court que la courbe en triangles.

Or, comme  $\tau = RC$ , si  $C$  devient plus grand (cas avec pression), alors  $\tau$  le devient également.

Alors finalement, le cas **avec pression** correspond à la courbe tracée avec des **triangles**, tandis que la courbe tracée avec des **carrés** correspond au cas **sans pression**.

**3.2.** On souhaite calculer la variation d'épaisseur  $\Delta e$ . Or, pour cela, il faut commencer par estimer la différence de capacité  $\Delta C$ .

Comme on a la constante  $\tau$  définie par  $\tau = RC$ , alors on a, entre le cas avec pression ( $\tau_1$ ) et le cas sans pression  $\tau_2$ , la différence :

$$\Delta\tau = \tau_1 - \tau_2 = RC_1 - RC_2 = R(C_1 - C_2) = R\Delta C$$

Ou encore, en réarrangeant l'expression :

$$\Delta C = \frac{\Delta\tau}{R}$$

Et on mesure sur la courbe, en considérant que :  $u_C(\tau) = 0,63 \times E = 3,15 V$

Il vient alors, par lecture graphique :

$$\Delta C = \frac{\Delta\tau}{R} = \frac{(60 - 45) \times 10^{-3}}{10 \times 10^6} = 1,5 \times 10^{-9} F$$

$$\Delta e = \frac{\Delta C \times e}{C} = \frac{1,5 \times 10^{-9} \times 1,0 \times 10^{-4}}{6,0 \times 10^{-9}} = 2,5 \times 10^{-5} m = 25 \mu m$$

### Exercice 3 — Callisto, un satellite de Jupiter

**1.1** Le carré de la période de révolution  $T$  d'une planète est proportionnel au cube du demi grand axe  $a$  de l'orbite.

**1.2** Orbite circulaire :

$$v_C = \frac{2\pi \times r_C}{T_C} \quad \text{soit} \quad T_C = \frac{2\pi \times r_C}{v_C} = 2\pi \times r_C \times \sqrt{\frac{r_C}{G \times M_J}} = 2\pi \times \sqrt{\frac{r_C^3}{G \times M_J}}$$

**1.3**  $T_C = 1,44 \times 10^6 s = 16,7 \text{ jours}$

D'après la 3ème loi de Kepler

$$\frac{T_C^2}{r_C^3} = \frac{T_G^2}{r_G^3} = \frac{4\pi^2}{G \times M_J}$$

$$T_C > T_G \quad \text{donc} \quad r_C > r_G$$

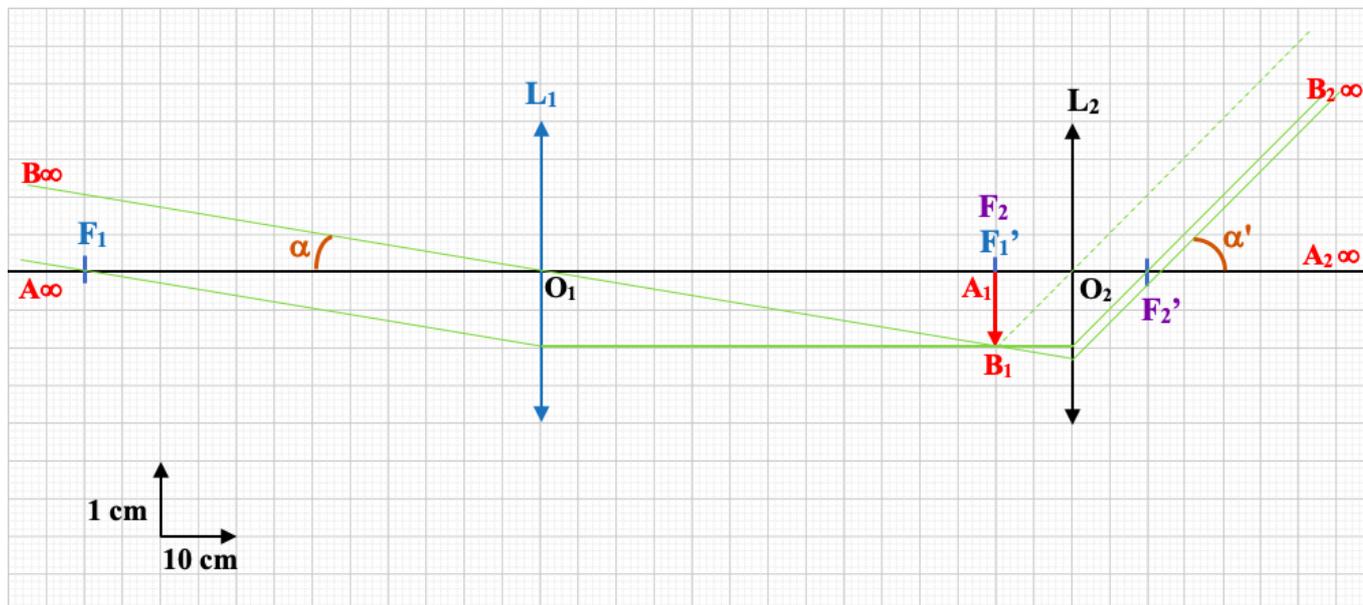
*Ganymède est le satellite le plus proche de Jupiter*

**2.**

**2.1.**  $A_1B_1$  est l'objet pour la lentille  $L_2$

**2.2.** Lentille  $L_1$  : objectif et Lentille  $L_2$  : oculaire.

2.3.



2.4. L'objet AB se situe à l'infini

L'image A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> se forme à l'infini

2.5.1.  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$

2.5.3.

$$\tan \alpha = \frac{A_1 B_1}{f_1'} \approx \alpha \quad \text{et} \quad \tan \alpha' = \frac{A_1 B_1}{f_2'} \approx \alpha'$$

$$G = \frac{\frac{A_1 B_1}{f_2'}}{\frac{A_1 B_1}{f_1'}} = \frac{f_1'}{f_2'} = 6,0$$

2.5.4. Pour augmenter le grossissement, il faut augmenter  $f_1'$  ou diminuer  $f_2'$