## Exercice 2 - Étude d'une lessive « multi-usages » (4 points)




Le carbonate de sodium, de formule $Na_2CO_3$, entre dans la composition de nombreuses lessives pour le nettoyage des sols et des murs. Il permet de « solubiliser » les corps gras, facilitant ainsi l'action des tensioactifs.

Les objectifs de cet exercice sont de :
- mener une étude des propriétés acido-basiques de l'ion carbonate ;
- vérifier que le pourcentage en masse de carbonate de sodium présent dans une lessive « multi-usages » est bien compris entre 30 et 60 %, comme annoncé par le fabriquant.

### 1. Étude des propriétés acido-basiques de l'ion carbonate

**Données :**

- masse molaire de $Na_2CO_3$ : 106,0 g·mol$^{-1}$ ;
- valeurs des p$K_A$ à 25 °C des couples acide-base associés à $CO_2$(aq) :
  - $CO_2$(aq) / $HCO_3^-$(aq) : p$K_{A1}$ = 6,4 ;
  - $HCO_3^-$(aq) / $CO_3^{2-}$(aq) : p$K_{A2}$ = 10,3 ;
- diagramme de distribution en fonction du pH des différentes espèces acide-base des couples associés à $CO_2$(aq) :

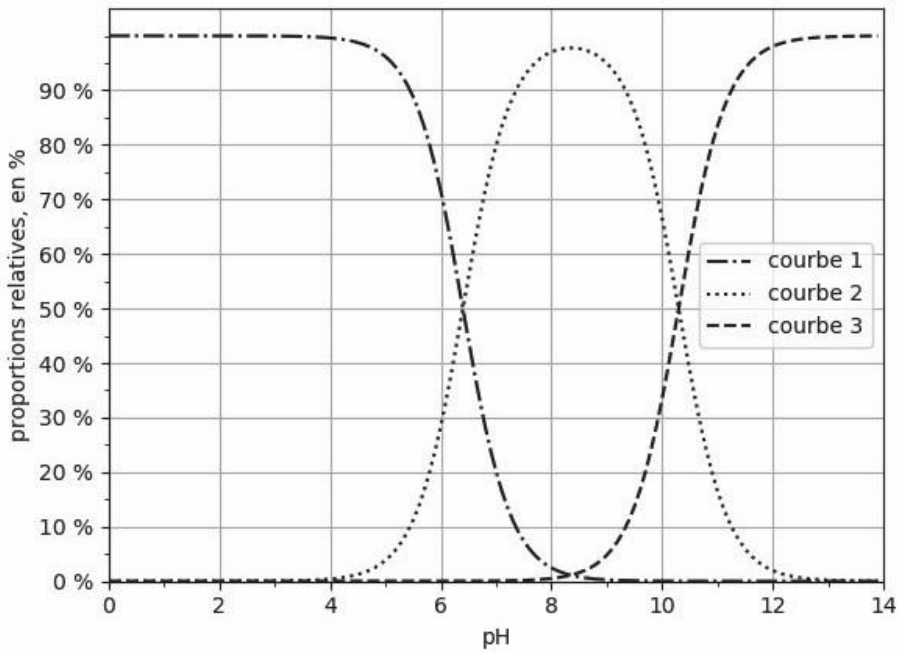



Figure 1. Diagramme de distribution des différentes espèces acide-base des couples associés à $CO_2$(aq)

**Q1.** Représenter le diagramme de prédominance des espèces acide-base des couples associés à $CO_2$(aq).

**Q2.** Identifier, en justifiant, les espèces chimiques associées à chacune des courbes 1, 2 et 3 de la figure 1.

**Q3.** Expliquer, en justifiant, comment retrouver la valeur du p$K_{A2}$ associée au couple $HCO_3^-$(aq) / $CO_3^{2-}$(aq) à l'aide de la figure 1.

**Q4.** Écrire l'équation de réaction modélisant la transformation mettant en jeu l'ion carbonate $CO_3^{2-}$(aq) et l'eau. Justifier le caractère basique des ions carbonate dans l'eau.

**2.Détermination du pourcentage en masse de carbonate de sodium présent dans une lessive**

Afin de déterminer le pourcentage en masse de carbonate de sodium présent dans une lessive « multiusages », on réalise le protocole expérimental suivant :

- peser une masse de 4,0 g de lessive et la dissoudre dans une fiole jaugée de 100,0 mL ;
- diluer d'un facteur 10 la solution de lessive obtenue ;
- prélever un volume de 50,0 mL de solution de lessive diluée puis réaliser son titrage par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $c_A = 1{,}0\times10^{-1}$ mol·L$^{-1}$.

La courbe du suivi pH-métrique de ce titrage ainsi que celle de la dérivée sont données en figure 2 ci-dessous.

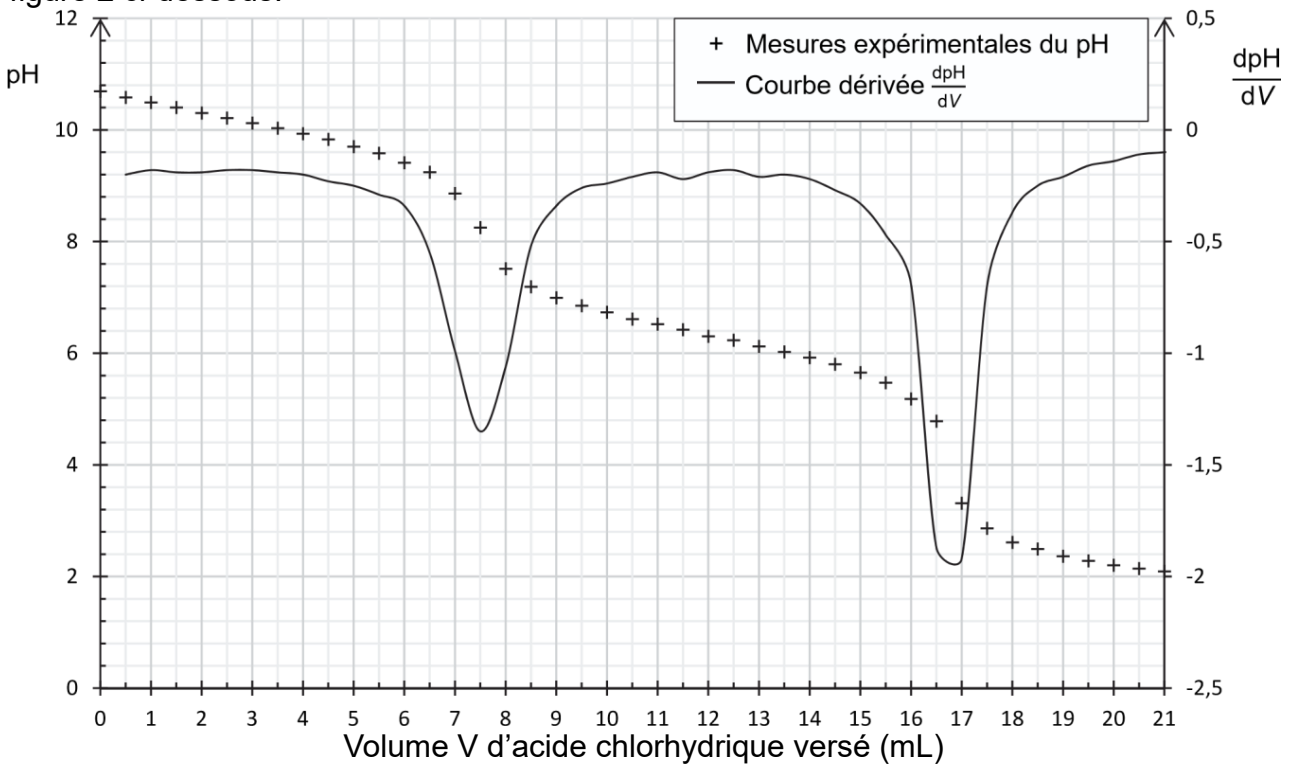



Figure 2. Courbes de suivi pH-métrique et dérivée $\frac{dpH}{dV}$ du titrage de la solution de lessive diluée

**Q5.** Réaliser un schéma légendé du dispositif expérimental du titrage pH-métrique.

**Q6.** Préciser, en justifiant, la verrerie à utiliser pour préparer un volume de 100,0 mL de solution de lessive diluée 10 fois.

Dans la suite de l'exercice, on admet que les ions carbonate sont les seules espèces titrées jusqu'à la première équivalence.

**Q7.** Écrire l'équation de la réaction support du titrage entre les ions carbonate et les ions oxonium, modélisant la transformation ayant lieu jusqu'à la première équivalence.

**Q8.** Déterminer le pourcentage en masse de carbonate de sodium $Na_2CO_3$ présent dans la lessive « multiusages » étudiée. Commenter.

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*

On réalise une expérience similaire, en remplaçant la lessive par une solution de carbonate de sodium pur. Dans ce cas, le volume versé à la seconde équivalence $V_{éq2}$ est le double du volume versé à la première équivalence $V_{éq1}$.

**Q9.** Comparer les valeurs des volumes obtenus à la première et à la seconde équivalence lors du titrage de la lessive. En déduire la nature probable d'autres espèces présentes dans la lessive.