Exercice 3 – LE LAIT DE CHÈVRE (5 points)

L'acide caprique est un acide gras saturé de longueur de chaîne moyenne, présent en petites quantités dans le lait de vache et le lait de chèvre. Par contre, il est abondant dans les huiles tropicales comme l'huile de noix de coco et l'huile de palmiste. L'acide caprique est, entre autres, responsable de bienfaits pour la santé attribués à l'huile de coco.

Cet exercice propose d'étudier la structure et les propriétés acidobasiques de l'acide caprique et de vérifier, par un titrage, que le lait de chèvre en contient environ trois fois plus que le lait de vache.

Données :

- masse molaire atomique (en $g.mol^{-1}$) :

Hydrogène	Carbone	Oxygène
1,0	12,0	16,0

- 100 mL de lait de vache contiennent environ 0,09 g d'acide caprique (sous ses différentes formes acidobasiques) ;
- la conductivité σ d'une solution ionique peut s'exprimer en fonction de la concentration molaire $[X_i]$ en ions dans la solution et des conductivités molaires ioniques λ_i de chaque ion X_i selon l'expression :

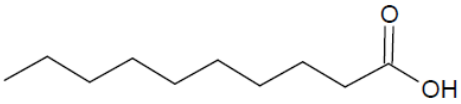
$$\sigma = \sum_i \lambda_i \times [X_i]$$

- conductivités molaires ioniques à 25 °C :

Ion	H_3O^+	$Cℓ^-$	Na^+	HO^-	$RCOO^-$
λ ($mS.m^2.mol^{-1}$)	34,96	7,63	5,01	19,8	< 4

1. Structure et propriétés acidobasiques de l'acide caprique

1.1. Comment appelle-t-on la représentation donnée ci-dessous de l'acide caprique ? Recopier la molécule et entourer la chaîne de longueur moyenne évoquée dans le texte introductif. Vérifier que la masse molaire de l'acide caprique a pour valeur 172 $g.mol^{-1}$.



1.2. Représenter un exemple d'acide carboxylique à longueur de chaîne courte et le nommer.

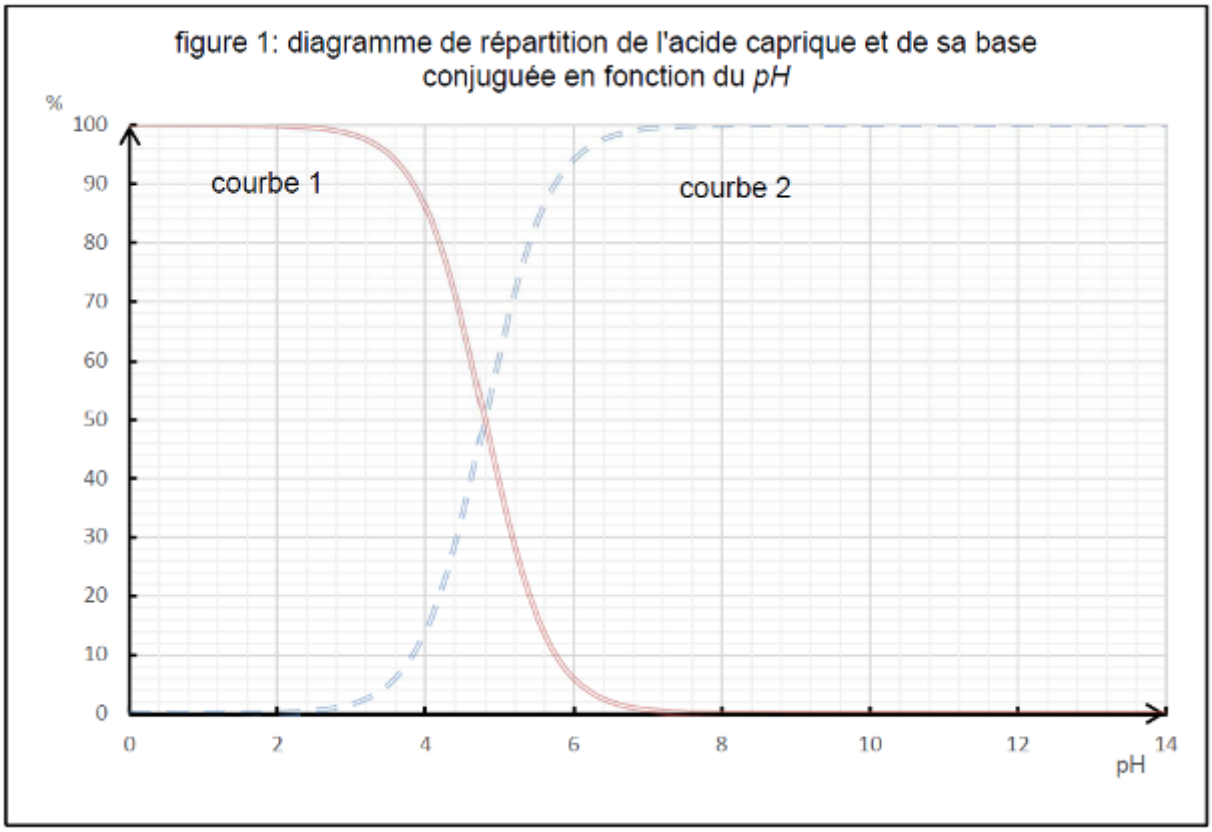
Par souci de simplification, l'acide caprique sera noté R-COOH dans la suite de l'exercice.

1.3. Définir un acide au sens de la théorie de Brönsted. Justifier que l'acide caprique possède des propriétés acido-basiques et donner le couple acide/base auquel il appartient.

Un producteur de lait souhaite connaître sous quelle forme, acide ou basique, est présent l'acide caprique dans le lait de chèvre. Une mesure du *pH* de ce lait indique la valeur de 6,0.

1.4. Les quantités des formes acide et basique de l'acide caprique, en solution aqueuse, dépendent du pH de la solution. À 25 °C, les proportions de ces espèces en fonction du *pH* sont données par les courbes de la figure 1.

figure 1: diagramme de répartition de l'acide caprique et de sa base conjuguée en fonction du *pH*



1.4.1. Identifier la courbe correspondant à l'acide caprique et celle correspondant à l'autre forme du couple et déterminer la valeur du pK_a de ce couple en explicitant votre démarche.

1.4.2. En déduire quelle est la forme acido-basique de l'acide caprique présente majoritairement dans le lait de chèvre.

1.4.3. Une espèce chimique est considérée comme négligeable devant une autre si sa concentration molaire est au moins 100 fois inférieure à l'autre. Dans le cas du lait de chèvre, peut-on négliger une des formes acido-basiques de l'acide caprique devant l'autre ? Justifier la réponse.

2. Titrage de l'acide caprique contenu dans le lait de chèvre

L'acide caprique contenu dans le lait de chèvre et sa base conjuguée ont été extraits afin de reconstituer une solution aqueuse notée *S* de même *pH* que le lait de chèvre.

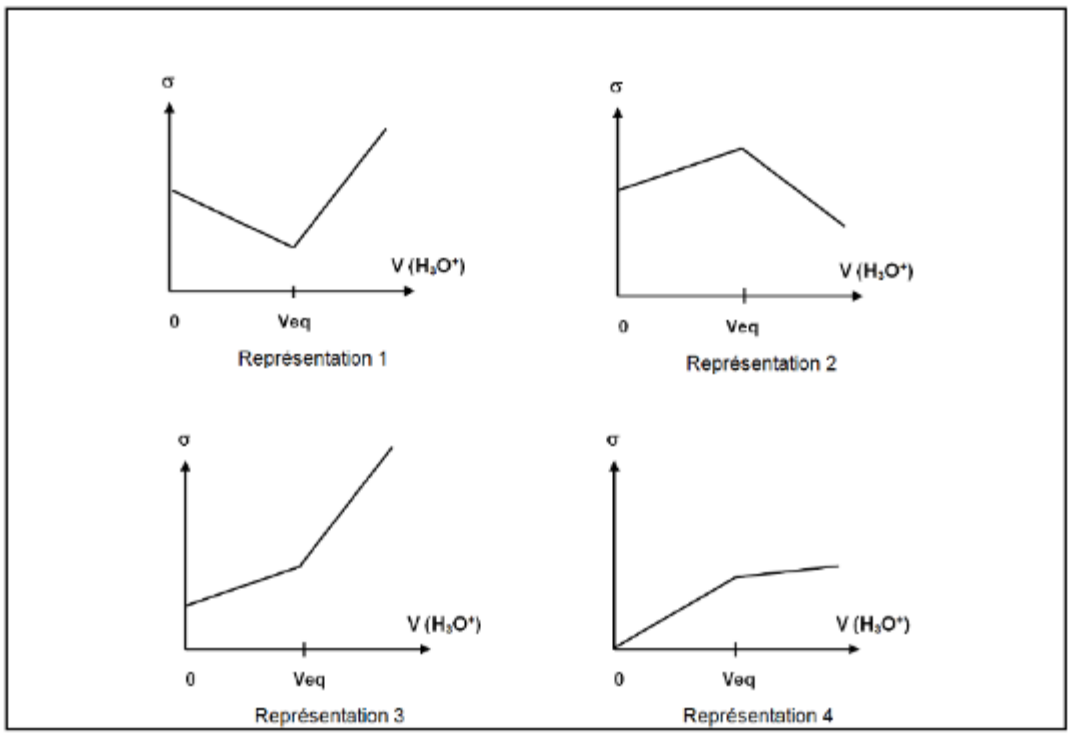
Il est possible de réaliser le titrage de l'espèce majoritaire contenue dans 10,0 mL de solution *S* par une solution titrante de concentration molaire égale à $1{,}00 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1} à choisir entre :

- une solution aqueuse d'acide chlorhydrique ($H_3O^+(aq)$, $C\ell^-(aq)$) ;
- une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq)$, $HO^-(aq)$).

2.1. Choisir la solution titrante en justifiant votre choix et établir l'équation de la réaction support du titrage.

2.2. Définir l'équivalence d'un titrage et écrire la relation entre les quantités de matière des espèces chimiques mises en jeu.

2.3. Choisir parmi les 4 représentations proposées ci-dessous, celle représentant au mieux le suivi conductimétrique de l'espèce prédominante contenue dans le lait de chèvre. Justifier la réponse en faisant notamment un bilan de l'évolution des espèces ioniques au cours du titrage.



2.4. On obtient lors du titrage un volume de solution titrante versée à l'équivalence égal à 14,1 mL.
Le lait de chèvre contient-il bien trois fois plus d'acide caprique (sous ses différentes formes acidobasiques) que le lait de vache ?

Pour répondre à cette question, le candidat est invité à prendre des initiatives, à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti, et à faire preuve d'esprit critique sur la méthode choisie pour effectuer cette comparaison.
La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.