Exercice 2 : L'acide azélaïque dans les cosmétiques (5 points)

L'acide azélaïque est un diacide carboxylique naturellement présent dans des céréales (blé, orge, seigle) et largement utilisé en dermatologie pour ses propriétés antibactérienne et antiinflammatoire, notamment dans le traitement de l'acné.

L'objectif de cet exercice est, après une étude de la molécule d'acide azélaïque, de vérifier le pourcentage massique d'un sérum commercial à base de cette molécule.

Données : Règles de nomenclature officielle :

Nom	Nombre d'atomes de carbone
Méthane	1
Éthane	2
Propane	3
Butane	4
Pentane	5
Hexane	6
Heptane	7
Octane	8
Nonane	9
Décane	10

Famille chimique	Suffixe
Acide carboxylique	acide …oïque
Ester	…oate de …yle
Aldéhyde	-al
Alcool	-ol

Si plusieurs groupes caractéristiques de la molécule sont identiques, on précède le suffixe lié à la famille chimique par di, tri ou tétra respectivement pour 2,3 ou 4 groupes identiques.

1. Propriétés de l'acide azélaïque

La formule de l'acide azélaïque est : $HOOC - (CH_2)_7 - COOH$.

Q.1. Écrire la formule topologique de cette molécule.

Q2. Entourer le(s) groupe(s) caractéristique(s) et nommer les fonctions chimiques associées.

Q3. Exploiter les règles de nomenclature fournies pour nommer la molécule d'acide azélaïque en nomenclature officielle.

L'acide azélaïque est un diacide faible noté AH_2. Ses deux acidités, marquées par la perte d'un premier proton H^+ puis d'un second, peuvent être caractérisées par deux valeurs de pK_a : pK_{a1} = 4,55 et pK_{a2} = 5,50.

Q4. Établir le diagramme de prédominance de l'acide azélaïque.

Q5. Déterminer la forme prédominante de l'acide azélaïque dans un milieu dont le pH vaut 4,7 (pH moyen de la peau du visage).

2. Dosage de l'acide azélaïque dans une solution commerciale

Sur le site qui vend ce sérum, on peut lire la description suivante :

« Anti-imperfections global, ce sérum concentré à 10 % en masse d'acide azélaïque apporte une réponse aux peaux mixtes, grasses, à imperfections et à tendance acnéique qui souhaitent retrouver un teint net et clarifié. 100 % d'origine naturelle, l'acide azélaïque, [...], agit simultanément sur plusieurs facteurs responsables de l'acné. »



Source : *aroma-zone.com*

Dans un premier temps, une solution diluée de sérum est préparée selon le protocole ci-dessous:

- Verser la totalité du flacon, c'est-à-dire un volume $V_{sérum}$ = 30,0 mL, dans une fiole jaugée de 100,0 mL ;
- Ajouter de l'eau, ajuster jusqu'au trait de jauge. Agiter pour homogénéiser.

Pour vérifier le pourcentage massique indiqué par le site commercial, un titrage par suivi pH-métrique est effectué. Un volume V_a = 10,0 mL de la solution diluée de sérum est titré par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration en quantité de matière C_b = 0,200 mol·L^{-1}.

Données :

- Densité du sérum commercial : $d_{sérum}$ = 1,03 ;
- Masse volumique de l'eau : ρ_{eau} = 1,00 g·mL^{-1} ;
- Masse molaire de l'acide azélaïque : M = 188,2 g·mol^{-1} ;
- Courbe de suivi pH-métrique réalisé :

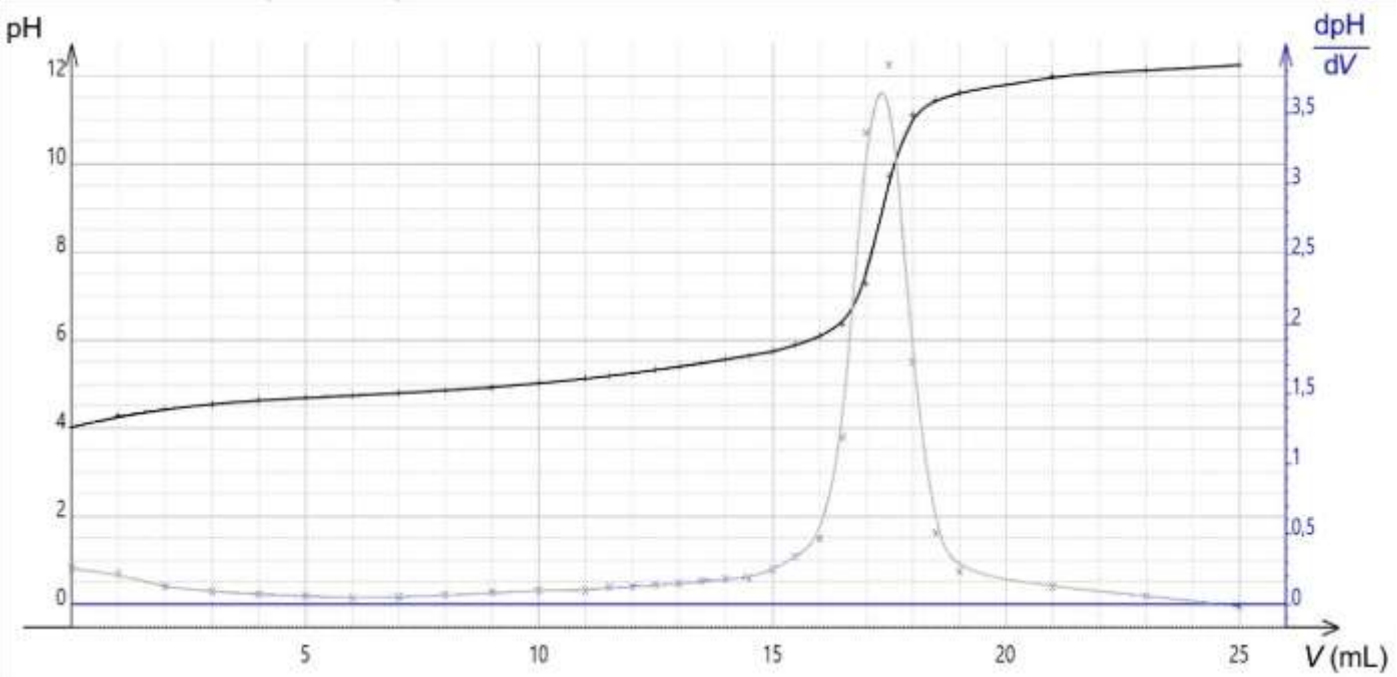


Figure 1 – Courbe de titrage pH-métrique

- Pour discuter de la compatibilité du résultat d'une mesure A_{mes} avec une valeur de référence A_{ref} on peut utiliser le quotient : $\frac{|A_{mes} - A_{réf}|}{u(A_{mes})}$

avec A_{mes} la valeur mesurée ;
A_{ref} la valeur de référence ;
$u(A_{mes})$ l'incertitude-type de la valeur mesurée A_{mes}.

- L'incertitude-type sur la mesure du pourcentage massique w dans les conditions de l'expérience est $u(w) = 0{,}4$ %.

Q6. Schématiser et légender le montage permettant de réaliser ce titrage, en indiquant le nom et la position des espèces chimiques titrante et titrée.

L'équation de la réaction support du titrage est : $AH_2\,(aq) + 2\,HO^-\,(aq) \rightarrow A^{2-}\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$;

Q7. Montrer, en exploitant les résultats du titrage, que la masse d'acide azélaïque dans un flacon de sérum vaut 3,3 g.
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.

Q8. En déduire si le pourcentage massique déterminé expérimentalement est cohérent avec l'indication donnée par le site de vente.