# Autour du géranium Rosat

Bac 2025 Centres étrangers 1 Jour 1 · Exercice 1 **9 points** **Durée conseillée 1 h 35**

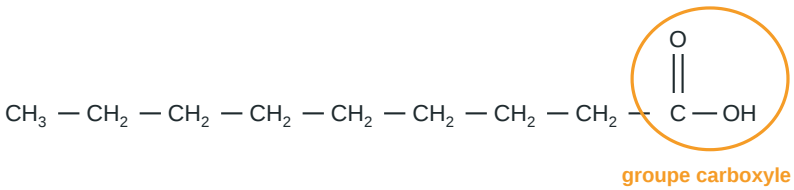
**Q.1** Écrire la formule semi-développée de l'acide nonanoïque. Entourer le groupe caractéristique puis nommer la famille fonctionnelle associée.

La chaîne compte neuf atomes de carbone, celui du groupe caractéristique compris (formule ci-dessous).

Le groupe entouré, $-\mathrm{COOH}$, est le groupe carboxyle.

Famille fonctionnelle : **acide carboxylique**.

**PIÈGE**
Dans une formule topologique, chaque extrémité et chaque sommet de la ligne brisée est un carbone. Ici : un $\mathrm{CH_3}$, sept $\mathrm{CH_2}$ et le carbone de $\mathrm{COOH}$, soit neuf (préfixe « nonan- »).




**Q.1** · Formule semi-développée de l'acide nonanoïque, groupe caractéristique entouré

**Q.2** Justifier que le spectre infrarouge de l'échantillon peut correspondre à celui de l'acide nonanoïque.

**Données utiles** table IR : $\mathrm{O-H}$ acide carboxylique, $2500$ – $3200\ \mathrm{cm^{-1}}$, forte à moyenne, large ; $\mathrm{C=O}$ acide carboxylique, $1680$ – $1710\ \mathrm{cm^{-1}}$, forte et fine

Sur le spectre, on repère :

- une bande large et intense qui s'étale de $2500$ à $3200\ \mathrm{cm^{-1}}$ environ : liaison $\mathrm{O-H}$ d'un acide carboxylique ;
- une bande fine et intense vers $1700\ \mathrm{cm^{-1}}$ : liaison $\mathrm{C=O}$ d'un acide carboxylique.

Ces deux bandes signalent un groupe carboxyle : le spectre est compatible avec l'acide nonanoïque.

**COMPRENDRE**
L'axe des nombres d'onde est gradué de droite à gauche et une bande d'absorption est un creux de transmittance. Le spectre confirme la famille, pas la longueur de la chaîne : d'où « peut correspondre ».

**Q.3** Sélectionner, parmi la verrerie disponible, celle à utiliser pour diluer 10 fois la solution commerciale. Justifier.

**Données utiles** fioles jaugées : $50{,}0$ ; $100{,}0$ ; $200{,}0$ mL ; pipettes jaugées : $2{,}0$ ; $10{,}0$ ; $25{,}0$ mL

Diluer 10 fois, c'est avoir un facteur de dilution $F = \dfrac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}} = 10$ : le volume de la fiole doit valoir dix fois celui de la pipette.

Seul couple possible : $\dfrac{100{,}0}{10{,}0} = 10$.

Pipette jaugée de $10{,}0$ mL (prélèvement de la solution commerciale) et fiole jaugée de $100{,}0$ mL.

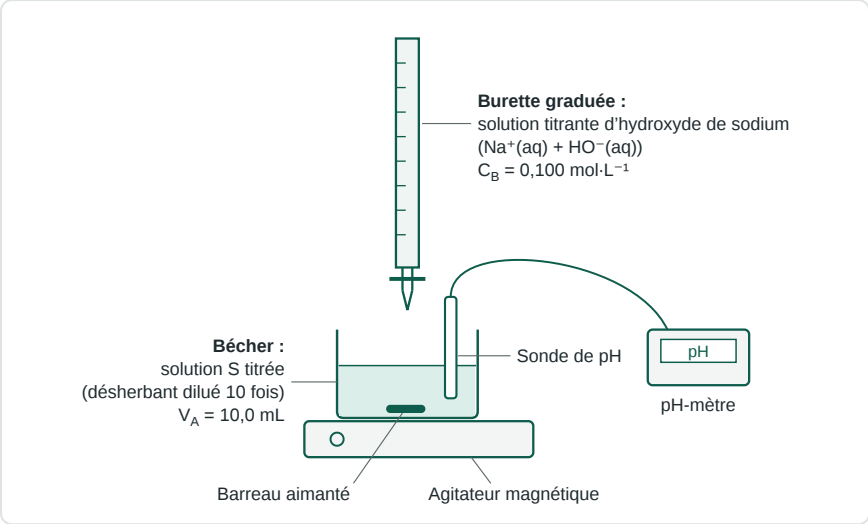
**MÉTHODE**
Tester chaque pipette : il faudrait une fiole de $20$ mL avec la pipette de $2{,}0$ mL et de $250$ mL avec celle de $25{,}0$ mL. Aucune des deux n'est disponible.

**Q.4** Réaliser un schéma du dispositif permettant d'effectuer ce titrage pH-métrique et nommer la verrerie et les solutions.

Schéma légendé ci-dessous.

Burette graduée : solution titrante d'hydroxyde de sodium. Bécher : prise d'essai de la solution S, sous agitation, avec la sonde du pH-mètre.

**PIÈGE**
Un schéma sans légende ne rapporte rien. Il faut nommer la burette, le bécher, le pH-mètre et sa sonde, l'agitateur magnétique, et préciser quelle solution est dans la burette et laquelle est dans le bécher.




**Q.4** · Montage du titrage pH-métrique

**Q.5** Écrire l'équation de la réaction support du titrage entre l'ion hydroxyde et l'acide nonanoïque, noté $\mathrm{R{-}COOH}$.

L'acide cède un ion $\mathrm{H^+}$ à la base $\mathrm{HO^-}$ :

$$\mathrm{R{-}COOH\,(aq) + HO^-\,(aq) \longrightarrow R{-}COO^-\,(aq) + H_2O\,(l)}$$

**COMPRENDRE**
Réaction acide-base entre l'acide du couple $\mathrm{R{-}COOH\,/\,R{-}COO^-}$ et la base du couple $\mathrm{H_2O\,/\,HO^-}$. Flèche simple : la transformation est totale. Les ions $\mathrm{Na^+}$, spectateurs, n'apparaissent pas.

**Q.6** Sélectionner la ou les qualités que doit posséder la réaction support du titrage : lente, rapide, unique, multiple, totale, non-totale.

Qualités requises : **rapide**, **unique** et **totale**.

**COMPRENDRE**
Rapide : le pH se stabilise aussitôt après chaque ajout. Unique : la soude versée ne réagit qu'avec l'acide dosé. Totale : toute la soude versée avant l'équivalence est consommée.

**Q.7** Définir l'équivalence d'un titrage.

L'équivalence est l'état du système pour lequel le réactif titrant et le réactif titré ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de la réaction support du titrage.

Les deux réactifs sont alors entièrement consommés ; au-delà, le réactif titrant est en excès.

**Q.8** Vérifier que la concentration en masse d'acide nonanoïque indiquée sur le flacon est compatible avec le résultat du dosage pH-métrique.

**Données utiles** $c_{\text{réf}} = 250\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ; dilution au dixième ; $V_A = 10{,}0$ mL, $u(V_A) = 0{,}02$ mL ; $C_B = 0{,}100\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $u(C_B) = 0{,}002\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ; $u(V_E) = 0{,}5$ mL ; $M = 158{,}24\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

**Volume équivalent.** Le pic de la courbe dérivée $\dfrac{\text{dpH}}{\text{d}V}$ repère l'équivalence : on lit $V_E = 16{,}9$ mL.

**Concentration de S.** À l'équivalence, d'après l'équation (Q.5) : $n(\text{R}-\text{COOH})_{\text{initial}} = n(\text{HO}^-)_{\text{versé}}$, soit $C_A V_A = C_B V_E$, donc $C_A = \dfrac{C_B V_E}{V_A}$.

**Concentration en masse du désherbant.** La solution commerciale est 10 fois plus concentrée que S :

$$c_{\text{mes}} = 10\, C_A\, M = \frac{10\, C_B\, V_E\, M}{V_A}$$

$$c_{\text{mes}} = \frac{10 \times 0{,}100 \times 16{,}9 \times 158{,}24}{10{,}0} = 267\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$$

**Incertitude-type** ($M$ et le facteur 10 pris exacts) :

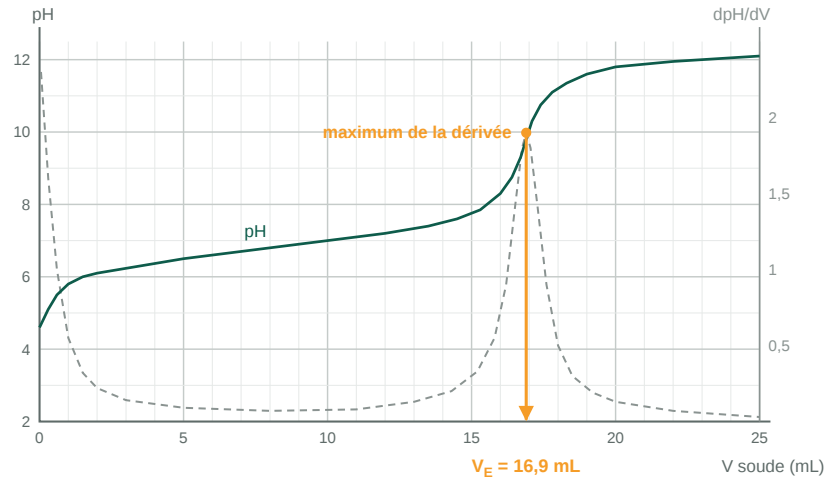
$$u(c_{\text{mes}}) = c_{\text{mes}}\sqrt{\left(\frac{u(C_B)}{C_B}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(V_A)}{V_A}\right)^2}$$

$$u(c_{\text{mes}}) = 267 \times \sqrt{\left(\frac{0{,}002}{0{,}100}\right)^2 + \left(\frac{0{,}5}{16{,}9}\right)^2 + \left(\frac{0{,}02}{10{,}0}\right)^2}$$

soit $u(c_{\text{mes}}) = 9{,}5\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, arrondie par excès à $10\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

**Compatibilité.** $\dfrac{|c_{\text{mes}} - c_{\text{réf}}|}{u(c_{\text{mes}})} = \dfrac{|267 - 250|}{10} = 1{,}7$

Le quotient vaut $1{,}7 < 2$ : la valeur de l'étiquette, $250\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, est compatible avec le résultat du titrage, $c_{\text{mes}} = (2{,}7 \pm 0{,}1) \times 10^2\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.




**Q.8** · Courbe du sujet : lecture du volume équivalent au maximum de la courbe dérivée

**PIÈGE**

Oublier la dilution : $C_A$ est la concentration de S, pas celle du flacon. Sans le facteur 10 on trouve $26{,}7\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ et on conclut à tort que l'étiquette est fausse.

**COMPRENDRE**

Trois chiffres significatifs pour $c_{\text{mes}}$, comme $C_B$, $V_E$ et $V_A$. L'incertitude-type s'écrit avec un seul chiffre, arrondi par excès. Elle vient surtout de la lecture de $V_E$. Quotient inférieur à 2 : résultats compatibles.

**MÉTHODE**

Les volumes $V_E$ et $V_A$ peuvent rester en mL : leur rapport est sans unité. Même chose dans la formule d'incertitude, où n'interviennent que des rapports de grandeurs de même unité.

**À LA CALCULATRICE**

rad CALCULS

$\dfrac{10 \times 0.100 \times 16.9 \times 158.24}{10.0} \approx 267.4256$

$267 \times \sqrt{\left(\frac{0.002}{0.100}\right)^2 + \left(\frac{0.5}{16.9}\right)^2 + \left(\frac{0.02}{10.0}\right)^2} \approx 9.549943$

$\dfrac{267 - 250}{10} \approx 1.7$

**Q.9** Indiquer la famille chimique à laquelle appartient le nonanoate de méthyle.

La molécule contient le groupe caractéristique $-COO-C$ : un carbone lié par une double liaison à un oxygène et par une liaison simple à un second oxygène, lui-même lié à un carbone.

Famille chimique : les **esters**.

**MÉTHODE**
Le nom suffit : « alcanoate d'alkyle » désigne toujours un ester. Ne pas confondre avec l'acide carboxylique, où le second oxygène porte un hydrogène.

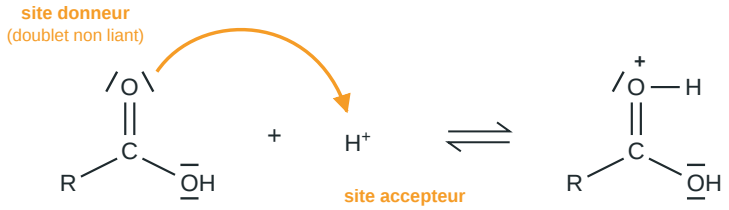
**Q.10** Recopier l'étape 1. Représenter la flèche courbe dans cette étape. Justifier son sens.

Étape 1 recopiée ci-dessous avec la flèche courbe.

Une flèche courbe représente le déplacement d'un doublet d'électrons. Elle part d'un site donneur, ici un doublet non liant de l'atome d'oxygène du groupe $C=O$, riche en électrons, et pointe vers un site accepteur, ici l'ion $H^+$, pauvre en électrons.

La flèche va du doublet non liant de l'oxygène vers $H^+$ : ce doublet devient la liaison $O-H$ du produit.

**PIÈGE**
Faire partir la flèche de $H^+$ : il n'a aucun électron à donner. La flèche part d'un doublet (ou d'une liaison), jamais d'une charge positive, et l'oxygène devenu trois fois lié porte la charge $+$.




**Q.10** · Étape 1 avec la flèche courbe

**Q.11** Écrire la formule de la molécule X produite à l'étape 4 du mécanisme. Justifier.

Dans une étape élémentaire, les éléments et la charge se conservent. Autour du carbone central, hors groupes $R$ et $CH_3$ inchangés :

- avant : 3 atomes O, 3 atomes H, charge $+$ ;
- après : 2 atomes O, 1 atome H, charge $+$.

X emporte donc 1 atome O et 2 atomes H, sans charge : c'est le groupe $-\overset{+}{O}H_2$ qui se détache du carbone.

X est la molécule d'eau, $H_2O$.

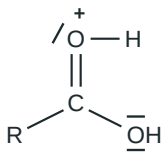
**COMPRENDRE**
Vérification avec l'équation de la réaction : acide nonanoïque $C_9H_{18}O_2$ + méthanol $CH_4O$ donne l'ester $C_{10}H_{20}O_2$ + X, donc X $= H_2O$. Une estérification produit toujours de l'eau.

**Q.12** Recopier la formule d'un intermédiaire réactionnel du mécanisme de formation du nonanoate de méthyle et justifier le choix.

Un intermédiaire réactionnel est une espèce produite par une étape du mécanisme puis consommée par une étape ultérieure : il ne figure pas dans l'équation de la réaction.

Le cation obtenu à l'étape 1 (formule ci-dessous) convient : il est formé à l'étape 1 et consommé à l'étape 2.

**COMPRENDRE**
Les cations formés aux étapes 2, 3 et 4 sont aussi des réponses acceptées. En revanche $H^+$ n'en est pas un : il est consommé avant d'être reformé.



formé à l'étape 1
consommé à l'étape 2
absent de l'équation de la réaction

**Q.12** · Un intermédiaire réactionnel : le cation formé à l'étape 1

**Q.13** Indiquer le rôle de l'acide sulfurique introduit dans le mélange initial. Justifier.

L'acide sulfurique apporte les ions $H^+$. Un ion $H^+$ est consommé à l'étape 1 puis régénéré à l'étape 5 : il n'apparaît pas dans l'équation de la réaction.

L'acide sulfurique est un **catalyseur** : il accélère la synthèse sans figurer dans son bilan.

**PIÈGE**
Répondre « catalyseur » sans justifier ne donne qu'une partie des points : il faut citer les étapes 1 et 5. Un catalyseur réduit la durée de la transformation, il ne modifie pas l'état final.