# Un champignon parfumé

Bac 2024 Métropole Jour 2 · Exercice 2 **4 points** **Durée conseillée 42 min**

**Q1** Nommer la famille fonctionnelle à laquelle appartient l'acide cinnamique. Justifier.

**Données utiles** nom systématique : acide 3-phénylprop-2-énoïque

Le nom systématique est de la forme « acide …oïque » : cette terminaison désigne une molécule qui porte le groupe carboxyle $-\mathrm{COOH}$.

L'acide cinnamique appartient à la famille des **acides carboxyliques**.

**MÉTHODE**
Lire la famille dans le nom : « acide …oïque » pour un acide carboxylique, « …oate de …yle » pour un ester, « …one » pour une cétone, « …ol » pour un alcool.

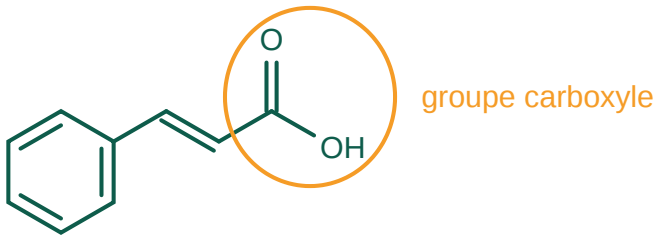
**Q2** En déduire, parmi les composés A, B et C, celui qui correspond à l'acide cinnamique. Justifier.

Un acide carboxylique possède le groupe carboxyle : un carbone doublement lié à un oxygène et lié à un groupe $-\mathrm{OH}$.

- A porte ce groupe $-\mathrm{COOH}$ en bout de chaîne.
- B porte un groupe carbonyle $\mathrm{C{=}O}$ entre deux carbones : c'est une cétone.
- C porte le groupe $-\mathrm{COO-C}$ : c'est un ester.

L'acide cinnamique est le composé **A**.

**PIÈGE**
Citer A sans écarter B et C. La question demande de justifier : il faut nommer le groupe caractéristique de chaque composé.




**Q2** · Composé A : le groupe carboxyle est entouré

**Q3** Parmi les catégories oxydoréduction, acide-base, addition, élimination, substitution, identifier celle à laquelle appartient la transformation.

Dans le chlorure de cinnamoyle, l'atome de chlore $-\mathrm{Cl}$ lié au carbone du groupe $\mathrm{C{=}O}$ est remplacé par le groupe $-\mathrm{O-CH_3}$ ; le reste de la molécule est inchangé. Il y a deux réactifs et deux produits.

La transformation est une **substitution**.

**MÉTHODE**
Addition : deux réactifs, un seul produit, une liaison multiple disparaît. Élimination : un réactif, deux produits, une liaison multiple apparaît. Substitution : un atome ou un groupe en remplace un autre.

**Q4** Indiquer, en les justifiant, les consignes de sécurité à prendre lors de la mise en œuvre du protocole.

**Données utiles** pictogrammes du dichlorométhane : nocif ou irritant ; danger pour la santé

Le dichlorométhane est nocif ou irritant et dangereux pour la santé. De plus, la synthèse libère du chlorure d'hydrogène, et le mélange est chauffé.

- Blouse fermée, lunettes et gants : pas de contact avec la peau ni avec les yeux.
- Travail sous hotte : ne pas respirer les vapeurs de solvant ni le gaz dégagé.

Blouse, lunettes, gants et manipulation sous hotte.

**PIÈGE**
Donner une liste d'équipements sans justification. Chaque consigne doit être reliée à un danger lu dans le tableau ou dans le protocole.

**Q5** Justifier l'utilisation du dichlorométhane comme solvant lors de l'étape 1 de la synthèse.

**Données utiles** tableau des solubilités du chlorure de cinnamoyle et du méthanol dans les trois solvants

Pour réagir, les deux réactifs doivent se rencontrer : il faut qu'ils soient dissous dans le même solvant.

- Eau : le chlorure de cinnamoyle y est peu soluble.
- Éther de pétrole : le méthanol y est insoluble.
- Dichlorométhane : le chlorure de cinnamoyle et le méthanol y sont tous deux solubles.

Le dichlorométhane est le seul des trois solvants qui dissout **les deux réactifs**.

**COMPRENDRE**
Le choix ne peut pas se faire sur la sécurité : l'éther de pétrole porte les mêmes pictogrammes que le dichlorométhane. C'est la solubilité qui départage.

**Q6** Écrire l'équation de la réaction entre les ions $H_3O^+$ et les ions hydrogénocarbonate $HCO_3^-$. Justifier l'observation d'une effervescence.

**Données utiles** couples $CO_2\,(aq)$ / $HCO_3^-\,(aq)$ et $H_3O^+\,(aq)$ / $H_2O\,(l)$

L'acide $H_3O^+$ cède un ion $H^+$ à la base $HCO_3^-$ :

$$H_3O^+ = H_2O + H^+$$

$$HCO_3^- + H^+ = CO_2 + H_2O$$

La réaction forme du dioxyde de carbone, peu soluble dans l'eau : il s'échappe de la solution sous forme de bulles de gaz, d'où l'effervescence.

$$H_3O^+\,(aq) + HCO_3^-\,(aq) \longrightarrow CO_2\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$$

**PIÈGE**
Prendre $HCO_3^-$ pour un acide et former $CO_3^{2-}$. Le couple donné est $CO_2$ / $HCO_3^-$ : l'ion hydrogénocarbonate y est la base.

**Q7** Déterminer le volume minimal de solution d'hydrogénocarbonate de sodium nécessaire à la disparition complète des ions $H_3O^+$ produits par le chlorure d'hydrogène, la synthèse étant supposée totale.

**Données utiles** $m_1 = 8{,}3$ g de chlorure de cinnamoyle, $M_1 = 166{,}6\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ; $V_2 = 4{,}0$ mL de méthanol, $M_2 = 32{,}0\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\rho = 0{,}792\ \text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ; $C = 0{,}50\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

**Réactif limitant de la synthèse.**

Chlorure de cinnamoyle : $n_1 = \dfrac{m_1}{M_1} = \dfrac{8{,}3}{166{,}6} = 5{,}0 \times 10^{-2}\ \text{mol}$

Méthanol : $n_2 = \dfrac{\rho\, V_2}{M_2} = \dfrac{0{,}792 \times 4{,}0}{32{,}0} = 9{,}9 \times 10^{-2}\ \text{mol}$

Les nombres stœchiométriques valent tous 1 et $n_1 < n_2$ : le chlorure de cinnamoyle est le réactif limitant.

**Quantité d'ions $H_3O^+$ à éliminer.**

La synthèse est totale : $n(\text{HCl})_{\text{formé}} = n_1$. Chaque molécule de HCl donne un ion $H_3O^+$ en réagissant avec l'eau : $n(H_3O^+) = n_1$.

**Volume minimal.**

D'après l'équation de Q6, un ion $HCO_3^-$ consomme un ion $H_3O^+$. Il faut donc au minimum $n(HCO_3^-) = C\,V_{\text{min}} = n_1$, soit

$$V_{\text{min}} = \frac{n_1}{C} = \frac{m_1}{M_1\,C} = \frac{8{,}3}{166{,}6 \times 0{,}50} = 0{,}10\ \text{L}$$

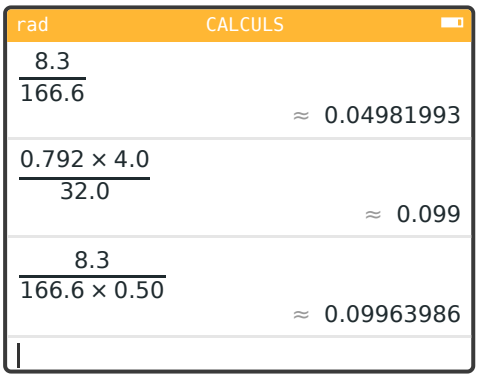
$V_{\text{min}} = 0{,}10$ L, soit $1{,}0 \times 10^2$ mL

**PIÈGE**
Calculer la quantité de HCl à partir du méthanol, qui est en excès : on trouverait un volume deux fois trop grand.

**COMPRENDRE**
Deux chiffres significatifs, comme $m_1$, $V_2$ et $C$, les données les moins précises. La masse volumique en $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ s'accorde avec le volume en mL : aucune conversion.

**MÉTHODE**
Question ouverte : annoncer le plan avant de calculer. Ici : réactif limitant, quantité de HCl formé, quantité de $H_3O^+$, puis volume à l'aide de l'équation de Q6.

**À LA CALCULATRICE**



**Q8** La masse de produit solide obtenu vaut $m = 6{,}2$ g. Estimer le rendement de la synthèse en supposant le produit pur. Commenter.

**Données utiles** $M_3 = 162{,}2\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (cinnamate de méthyle) ; $n_1 = \dfrac{m_1}{M_1}$, réactif limitant (Q7)

Le rendement est le rapport de la quantité de produit obtenue à la quantité maximale attendue : $\eta = \dfrac{n_{\text{exp}}}{n_{\text{max}}}$.

Le chlorure de cinnamoyle est limitant et une mole en donne une de cinnamate de méthyle : $n_{\text{max}} = n_1 = \dfrac{m_1}{M_1}$.

Quantité obtenue : $n_{\text{exp}} = \dfrac{m}{M_3}$.

$$\eta = \frac{m\,M_1}{M_3\,m_1} = \frac{6{,}2 \times 166{,}6}{162{,}2 \times 8{,}3} = 0{,}77$$

Ce rendement est nettement supérieur aux 40 % obtenus à partir de l'acide cinnamique : le passage par le chlorure de cinnamoyle est justifié. Il reste inférieur à 100 % alors que la transformation est totale : du produit est perdu lors du lavage, du séchage et de la filtration.

$\eta = 0{,}77$, soit environ 77 %

**PIÈGE**
Utiliser $n_1$ arrondi à $5{,}0 \times 10^{-2}$ mol donne 76 %. Garder la valeur non arrondie en mémoire, ou calculer en une seule fois depuis les données.

**COMPRENDRE**
« Commenter » attend une comparaison chiffrée avec une valeur du sujet, ici les 40 % de l'autre synthèse, et une cause possible de l'écart avec 100 %.

**À LA CALCULATRICE**

