# Spécialité : Synthèse d'un arôme: la vanilline

Bac S 2003 Liban (ancien programme) · Exercice 4 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

**1** (Partie A) Quel est le rôle du montage à reflux ?

Le chauffage porte le mélange à ébullition : la température est un facteur cinétique, la transformation est donc plus rapide.

Le réfrigérant vertical condense les vapeurs, qui retombent dans le ballon.

Le montage à reflux accélère la réaction en chauffant, sans perte de matière.

**PIÈGE**
Répondre seulement « chauffer ». Le mot reflux désigne le retour des vapeurs condensées dans le ballon : les deux idées (accélérer, ne rien perdre) sont attendues.

**2** (Partie A) a) Quelles précautions faut-il prendre pour manipuler l'anhydride éthanoïque ? b) Pourquoi l'utilise-t-on à la place de l'acide éthanoïque ?

**Données utiles** anhydride éthanoïque : corrosif, inflammable, provoque des brûlures, réagit avec l'eau

**a)** Espèce corrosive : blouse, gants et lunettes, travail sous hotte. Espèce inflammable : aucune flamme à proximité. Elle réagit avec l'eau : la verrerie doit être bien sèche.

**b)** Avec l'acide éthanoïque, l'estérification est lente et limitée : elle conduit à un équilibre. Avec l'anhydride, il ne se forme pas d'eau, l'ester ne peut pas être hydrolysé.

Avec l'anhydride éthanoïque, la transformation est totale (et plus rapide) : le rendement est meilleur.

**MÉTHODE**
Chaque précaution se justifie par une propriété lue dans le tableau de données : corrosif → protections et hotte ; inflammable → pas de flamme ; réagit avec l'eau → verrerie sèche.

**3** (Partie A) L'acide orthophosphorique est un catalyseur de la synthèse. Quel est son rôle ?

Un catalyseur est une espèce qui accélère une réaction et qui est régénérée en fin de transformation.

Le catalyseur augmente la vitesse de la réaction, sans modifier l'état final du système.

**COMPRENDRE**
Il n'apparaît pas dans l'équation de la réaction : quelques gouttes suffisent.

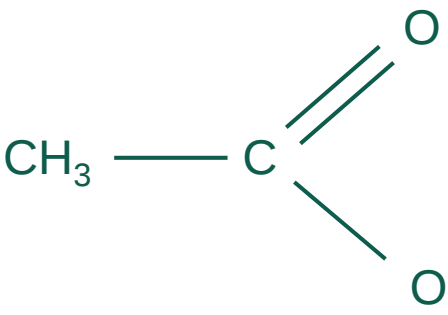
**4** (Partie A) Donner la formule semi-développée et le nom de l'espèce A formée au cours de la synthèse.

L'isoeugénol cède l'atome H de son groupe $-OH$ et reçoit un groupe $CH_3-CO-$ de l'anhydride. Le reste de l'anhydride, $CH_3-CO-O-$, fixe cet atome H.

Vérification par conservation des éléments :
$C_{10}H_{12}O_2 + C_4H_6O_3 \longrightarrow C_2H_4O_2 + C_{12}H_{14}O_3$.

A est l'acide éthanoïque (acide acétique), $CH_3-COOH$.

**MÉTHODE**
Pour identifier un produit inconnu, compter les atomes de chaque élément de part et d'autre de l'équation : ce qui manque à droite donne sa formule brute.




**4** · Formule semi-développée de l'espèce A : acide éthanoïque

**5** (Partie A) Pourquoi verse-t-on le contenu du ballon dans l'eau glacée ?

**Données utiles** acétate d'isoeugénol : $T_{\text{fusion}} = 80\ ^\circ\text{C}$, insoluble dans l'eau glacée ; l'anhydride éthanoïque réagit avec l'eau

L'acétate d'isoeugénol est insoluble dans l'eau glacée et solide à cette température : il précipite sous forme de cristaux.

L'eau détruit aussi l'excès d'anhydride éthanoïque, transformé en acide éthanoïque, qui reste en solution.

L'eau glacée fait cristalliser l'ester, que l'on sépare ensuite par filtration sur büchner.

**COMPRENDRE**
Le lavage des cristaux se fait aussi à l'eau glacée pour la même raison : entraîner les impuretés solubles sans dissoudre le produit.

**6** (Partie A) a) Calculer la quantité de matière initiale de chacun des réactifs. b) On a obtenu 11,3 g de cristaux d'acétate d'isoeugénol : calculer le rendement de la synthèse.

**Données utiles** isoeugénol : $m_1 = 10{,}0$ g, $M_1 = 164\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ; anhydride : $V = 20{,}0$ mL, $d = 1{,}08$, $M_2 = 102\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ; $\rho_{\text{eau}} = 1{,}00\ \text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ ; ester : $m = 11{,}3$ g, $M = 205\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

**a)** Isoeugénol : $n_1 = \dfrac{m_1}{M_1} = \dfrac{10{,}0}{164} = 6{,}10\times10^{-2}$ mol.

Anhydride éthanoïque (liquide) : sa masse est $m_2 = d\,\rho_{\text{eau}}\,V$, donc

$$n_2 = \frac{d\,\rho_{\text{eau}}\,V}{M_2} = \frac{1{,}08\times1{,}00\times20{,}0}{102} = 0{,}212\ \text{mol}$$

**b)** Les réactifs réagissent mole à mole et $n_1 < n_2$ : l'isoeugénol est le réactif limitant, $n_{\max} = n_1 = 6{,}10\times10^{-2}$ mol d'ester au plus.

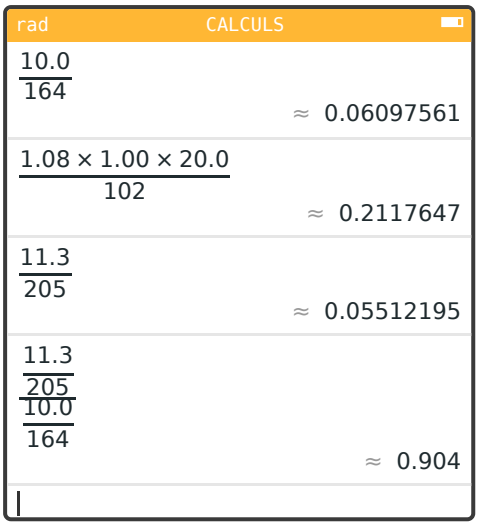
Quantité obtenue : $n_{\text{exp}} = \dfrac{m}{M} = \dfrac{11{,}3}{205} = 5{,}51\times10^{-2}$ mol.

$$\eta = \frac{n_{\text{exp}}}{n_{\max}} = \frac{11{,}3\div205}{10{,}0\div164} = 0{,}904,\ \text{soit un rendement de } 90{,}4\ \%.$$

**PIÈGE**
Diviser 20,0 mL par la masse molaire : pour un liquide, il faut d'abord la masse, $m = d\,\rho_{\text{eau}}\,V$. Et ne pas comparer des masses pour le rendement, mais des quantités de matière.

**COMPRENDRE**
Trois chiffres significatifs, comme les données. Le rendement se calcule avec les valeurs non arrondies : $5{,}51 \div 6{,}10$ donnerait $90{,}3\ \%$.

À LA CALCULATRICE




**1** (Partie B) Donner le nom et la formule semi-développée de l'espèce chimique B.

L'eau coupe la liaison ester de l'acétate de vanilline : le groupe $-O-CO-CH_3$ redevient $-OH$ (vanilline) et le groupe $CH_3-CO-$ fixe le groupe $-OH$ de l'eau.

B est l'acide éthanoïque, $CH_3-COOH$ : la même espèce que A.

**2** (Partie B) Quel est le nom donné à cette réaction ?

Un ester réagit avec l'eau pour donner un acide carboxylique et un composé à groupe hydroxyle.

C'est l'hydrolyse d'un ester.

**COMPRENDRE**
Réaction inverse de l'estérification, l'hydrolyse est lente et limitée : elle conduit à un équilibre.

**3** (Partie B) Comment peut-on déplacer l'état d'équilibre dans le sens favorable à la synthèse de la vanilline ?

Deux moyens :

- introduire un réactif en excès, ici l'eau, la moins coûteuse ;
- éliminer un produit au fur et à mesure de sa formation, par exemple par distillation s'il est plus volatil que les autres espèces.

Un excès d'eau ou l'élimination d'un produit déplace l'équilibre dans le sens direct.

**PIÈGE**
Citer le chauffage ou un catalyseur : ils permettent d'atteindre l'équilibre plus vite, mais ne changent pas le taux d'avancement final.

**COMPRENDRE**
Dans les deux cas, le quotient de réaction $Q_r$ devient inférieur à la constante d'équilibre $K$ : le système évolue alors dans le sens direct.