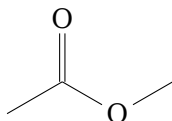


Du comprimé à l'odeur de gaulthérie

Terminale spécialité Physique-Chimie • Synthèses organiques

1. Nom et représentation

La formule $\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{CH}_3$ contient le groupe ester. La partie issue de l'acide comporte deux carbones : éthanoate ; le groupe porté par l'oxygène est un méthyle. L'espèce est donc **l'éthanoate de méthyle**.



Sa formule brute est $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$. L'acide propanoïque, $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$, possède la même formule brute mais un enchaînement différent : c'est un isomère de constitution. Toute autre structure valide de formule $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ est recevable.

2. Lecture du protocole

Le premier bloc est la **transformation**. L'élévation de température augmente la fréquence des chocs efficaces et accélère la transformation. Les groupes acides de la silice sulfonée ouvrent un chemin réactionnel plus rapide : la silice sulfonée est un catalyseur hétérogène. Le méthanol en large excès augmente sa concentration et déplace l'état final de l'estérification vers les produits ; l'acide acétylsalicylique est ainsi mieux converti.

Le deuxième bloc commence la **séparation**. La filtration retient le catalyseur solide. Après extraction, le lavage aqueux basique élimine les espèces acides de la phase organique.

Le troisième bloc achève l'**isolement**. Le sulfate de magnésium anhydre retire les traces d'eau ; sa filtration l'élimine. L'évaporation sous pression réduite retire le dichlorométhane en limitant l'échauffement du produit.

Le quatrième bloc est le **contrôle** : l'analyse doit confronter une propriété du produit isolé à celle attendue pour le salicylate de méthyle. Le protocole ne préjuge pas de la technique employée.

3. Rendement

Le méthanol est en excès. La stœchiométrie globale associe une mole d'acide acétylsalicylique à une mole de salicylate de méthyle. Ainsi :

$$n_0 = \frac{0,1800}{180,2} = 9,989 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

et

$$m_{\text{max}} = n_0 M(\text{salicylate de méthyle}) = 9,989 \times 10^{-4} \times 152,2 = 0,1520 \text{ g.}$$

Le rendement calculé avec la masse isolée vaut donc :

$$\eta = \frac{0,143}{0,1520} = 0,941, \quad \boxed{\eta = 94,1 \%}$$

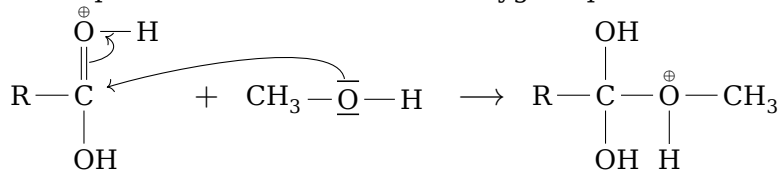
4. Exploitation du spectre infrarouge

Le spectre présente une bande large vers 3200 cm^{-1} , plusieurs bandes C-H vers 2900 cm^{-1} , une bande C=O intense vers 1700 cm^{-1} et plusieurs bandes attribuables aux liaisons C=C conjuguées du cycle vers $1600\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$. Cet ensemble est compatible avec les liaisons présentes dans le salicylate de méthyle.

La position de la bande C=O ne suffit pas à distinguer un ester d'un acide carboxylique, car les deux domaines se recouvrent. En revanche, on n'observe pas la très large absorption qui couvrirait l'intervalle $2500\text{--}3200\text{ cm}^{-1}$ en présence d'un groupe carboxyle. Le spectre ne met donc pas en évidence d'acide salicylique résiduel en quantité détectable. Il rend la formation du produit attendu vraisemblable, sans établir à lui seul une pureté absolue.

5. Mécanisme et nature des espèces

Le doublet non liant de l'oxygène du méthanol est le site donneur. Le carbone du groupe carboxyle protoné, appauvri en électrons, est le site accepteur. Une flèche part donc d'un doublet de l'oxygène du méthanol vers ce carbone. Pour que le carbone conserve quatre liaisons, le doublet π de la liaison C=O se déplace simultanément vers l'oxygène protoné.



La première transformation remplace, sur le groupe acétyle, le groupe lié à l'oxygène par un groupe méthoxy : c'est une **substitution** (plus précisément une transestérification).

L'espèce chargée produite dans l'étape élémentaire ne figure pas dans le bilan global et réagit au cours des étapes suivantes : c'est un **intermédiaire réactionnel**. La charge totale est conservée : $+1 + 0 = +1$.

6. Choix du procédé

Le procédé à la silice sulfonée associe un meilleur rendement (94 % contre 70 %), une durée plus courte et un catalyseur filtrable et réemployable. Il évite aussi l'acide sulfurique concentré, fortement corrosif.

Ses limites sont la dépense énergétique du réacteur, la baisse d'activité du catalyseur et les dangers des solvants : le dichlorométhane est suspecté cancérigène et l'hexane cumule inflammabilité, effets chroniques et écotoxicité.

Il faudrait donc réduire ou remplacer le dichlorométhane et éviter la colonne, ce qui supprime le mélange hexane-éthanoate d'éthyle. Régénérer le catalyseur ou réduire l'énergie de chauffage sont aussi recevables. Toute autre recommandation doit confronter ces dangers au coût du réacteur à micro-ondes.