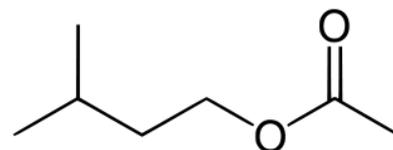


LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE SYNTHÈSE D'UN ESTER

En chimie organique, la fonction **ester** désigne un groupement caractéristique formé d'un atome de carbone lié simultanément à un atome d'oxygène par une double liaison et à un groupement alkoxy du type -O-R'. Les esters sont des dérivés des acides carboxyliques, ils résultent très généralement de l'action d'un alcool sur ces acides avec élimination d'eau. Les fonctions esters se retrouvent dans de nombreuses molécules biologiques, notamment les triglycérides (huiles, matière grasse). Les esters ont souvent une odeur agréable et entrent dans la composition de certains arômes naturels (fruits, fleurs). Ils sont aussi beaucoup utilisés pour les arômes de synthèse et dans la parfumerie.

L'acétate d'isoamyle est un ester de l'acide acétique et de l'alcool isoamylique se présentant sous la forme d'un liquide transparent incolore, à l'odeur de banane. Il est présent dans les pommes mûres et est utilisé comme agent de saveur. C'est aussi une des phéromones d'alarme de l'abeille.



Données :

	Alcool isoamylique	Acétate d'isoamyle	Acide acétique
Formule brute	$C_5H_{12}O$	$CH_3COOC_5H_{11}$	CH_3COOH
Densité	0,8	0,87	1,05
Température d'ébullition (1 bar)	132 °C	142 °C	117,9 °C
Solubilité dans l'eau	Assez faible	Très faible	Très soluble
Solubilité dans l'eau salée	Faible	Quasi-nulle	Soluble

1/ PRINCIPE DE LA SYNTHÈSE :

La synthèse de l'acétate d'isoamyle se réalise par une réaction d'estérification : action lente et limitée d'un alcool sur un acide carboxylique pour donner un ester et de l'eau.

Q1. Entourer le groupe fonctionnel ester sur la formule topologique précédente.

Q2. Donner les formules topologiques et les noms de l'acide et de l'alcool à utiliser pour cette réaction.

Protocole :

- Sous la hotte, dans un ballon de 250 mL bien sec, introduire environ 10 mL d'alcool isoamylique et environ 15 mL d'acide acétique pur.

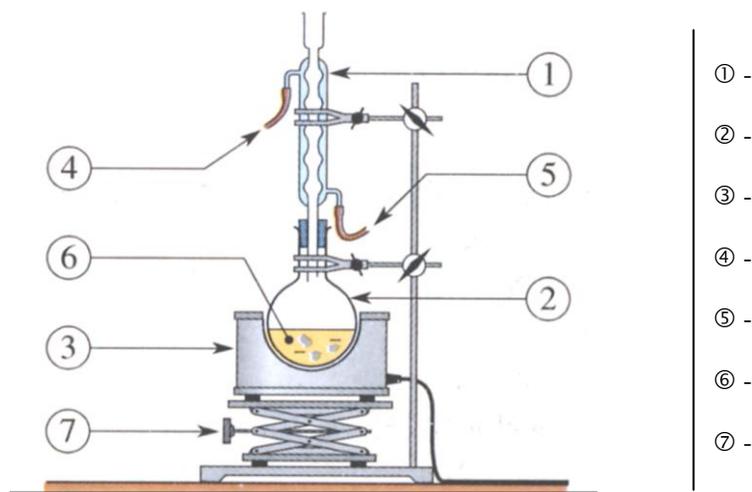
- Ajouter environ 1 mL d'acide sulfurique concentré (catalyseur), qq grains de pierre ponce et chauffer à reflux pendant 30 min.

Q3. Ecrire l'équation de la réaction de synthèse.

Q4. Calculer les quantités de matière initiales des réactifs, dresser un tableau d'évolution, déterminer l'avancement maximal x_{\max} et montrer que l'alcool isoamylique est le réactif limitant de cette synthèse.

Q5. Pourquoi ajoute-t-on de l'acide sulfurique ? de la pierre ponce ?

Q6. Légender le schéma du montage ci-dessous. Quel est l'intérêt de ce dispositif ?



2/ PURIFICATION DE L'ESTER FORMÉ :

Après avoir bien séparé les phases aqueuses et organiques par relargage, il s'agit d'éliminer l'acide acétique resté en phase organique en le faisant réagir avec de l'hydrogénocarbonate de sodium. Il se forme du dioxyde de carbone et un autre produit très soluble dans l'eau. Enfin, les traces d'eau sont éliminées par séchage.

Protocole :

- Arrêter le chauffage et laisser refroidir le ballon à l'air libre pendant 5 minutes.
- Achever le refroidissement à l'aide d'un cristalliseur rempli d'eau. Une fois les vapeurs recondensées, arrêter la circulation d'eau et retirer le ballon du montage.
- Rajouter environ 50 mL d'une solution de chlorure de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) saturée et transvaser le contenu dans une ampoule à décanter (=relargage).
- Laisser décanter et éliminer la phase aqueuse.
- Ajouter 25 mL de solution d'hydrogénocarbonate de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$) dans l'ampoule et attendre que le dégagement gazeux soit terminé avant de boucher (=lavage).
- Agiter, laisser décanter, éliminer la phase aqueuse puis récupérer la phase organique dans un erlenmeyer sec .
- Ajouter du sulfate de magnésium anhydre (=séchage) et filtrer.
- Déterminer la masse de filtrat obtenu.

Q7. Quelles sont les trois étapes de la purification ?

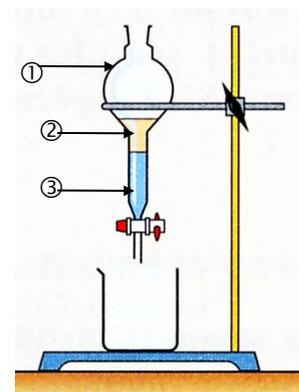
Q8. Expliquer le principe du relargage.

Q9. Ecrire l'équation de la réaction acido-basique qui se produit lors de l'ajout d'hydrogénocarbonate de sodium. Expliquer le principe du lavage de la phase organique.

Données : couples acide / base : $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} / \text{CH}_3\text{CO}_2^-$; $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^{2-}$

Q10. Légender le schéma du montage et préciser, en justifiant, la position et la composition des deux phases.

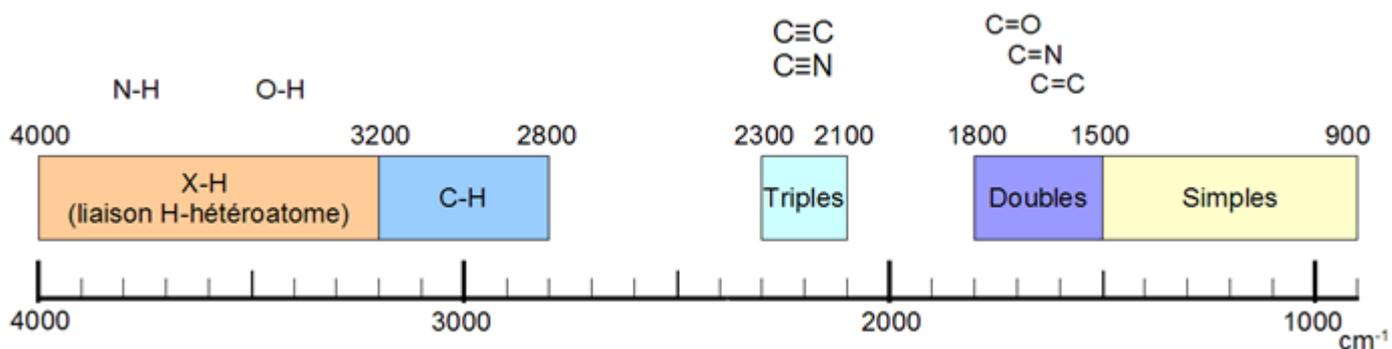
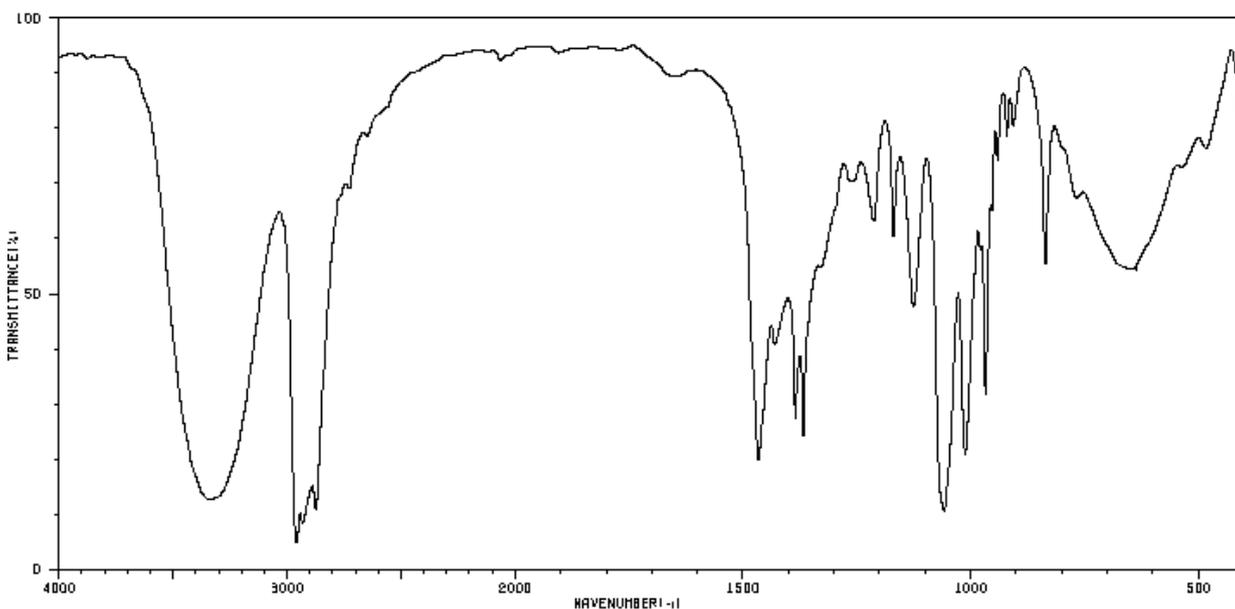
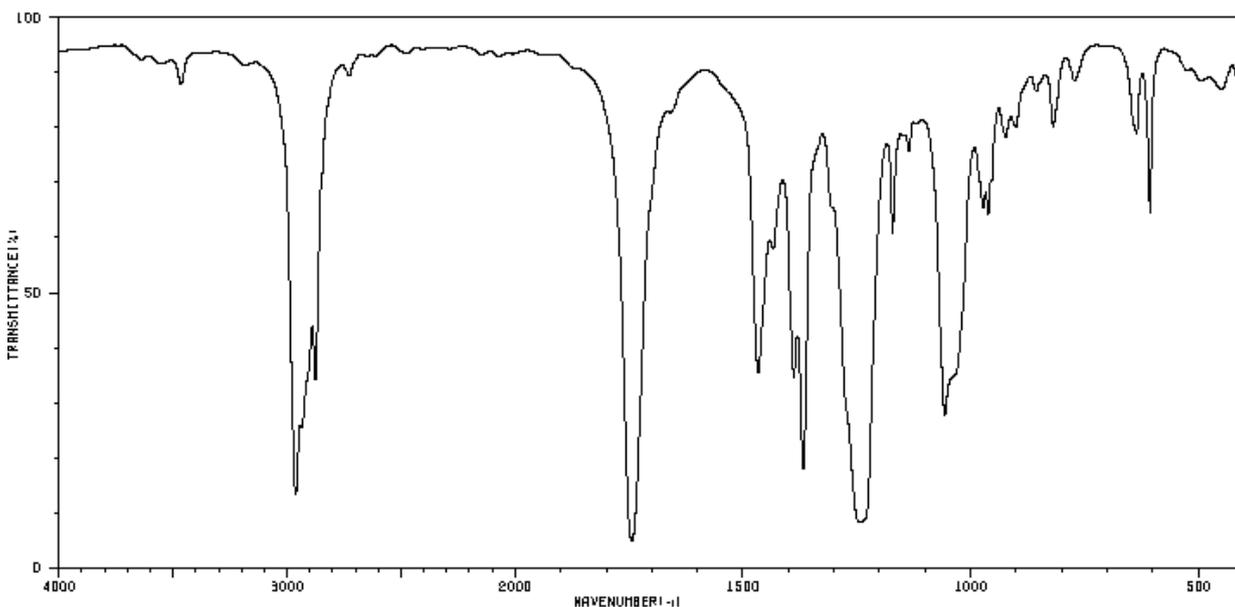
Q11. Expliquer le principe du séchage.



3/ IDENTIFICATION PAR SPECTROSCOPIE INFRAROUGE

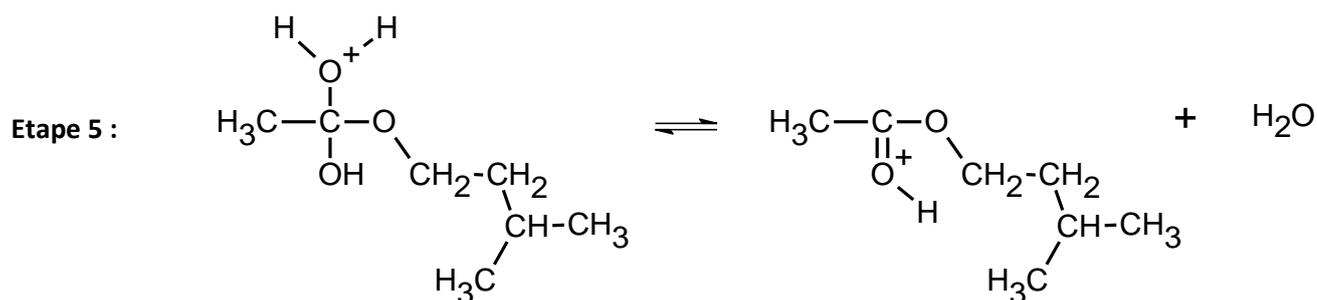
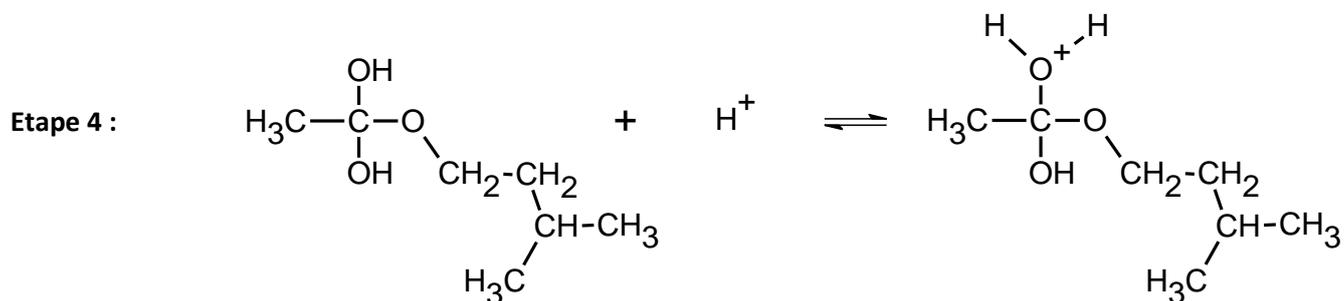
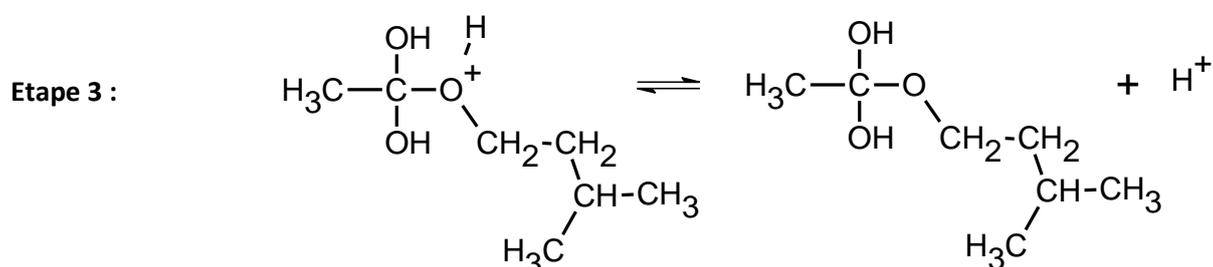
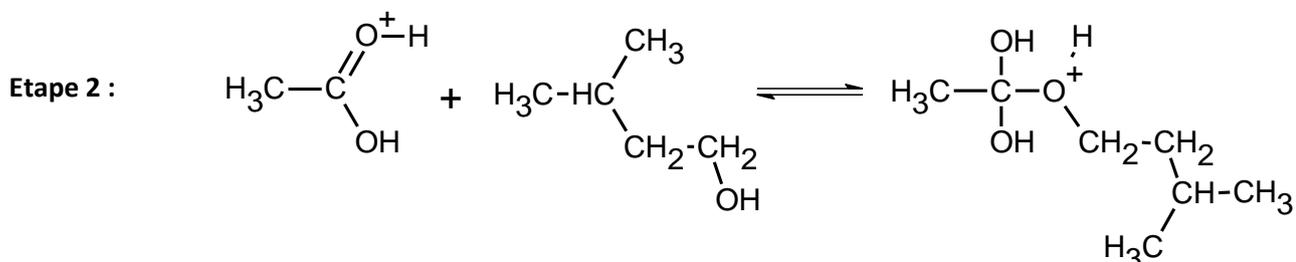
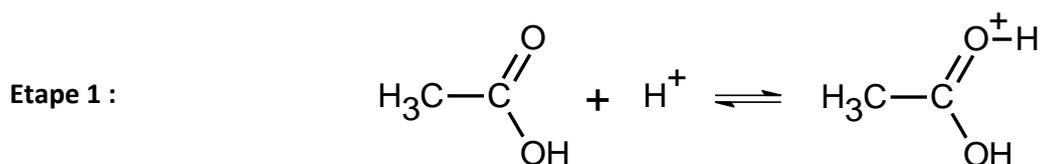
La phase organique obtenue ainsi que l'alcool de départ sont analysés par spectroscopie infra-rouge en phase liquide. Les deux spectres sont donnés ci-dessous. On donne également une frise des bandes d'absorption IR de quelques liaisons caractéristiques.

Q12. Retrouver le spectre de chacune des molécules.



4/ MÉCANISME RÉACTIONNEL

Le mécanisme de la réaction d'estérification peut être décomposé en six étapes principales :



Q13. Pour chacune des étapes précédentes compléter les équations en faisant figurer les doublets non liants ainsi que les charges partielles.

Q14. Identifier les sites donneurs et accepteurs d'électrons intervenant dans chaque étape et les relier par une flèche courbe. Représenter par une flèche, si nécessaire, toute autre rupture ou formation des liaisons mises en jeu.

Q15. Nommer chaque étape en utilisant les dénominations suivantes : « protonation » ; « déprotonation » ; « réaction d'addition » ; « réaction d'élimination ». On dit souvent que l'estérification est une addition-élimination. Justifier.

Q16. Etablir le mécanisme réactionnel de la 6^{ème} et dernière étape.

Q17. Pourquoi le catalyseur ne figure-t-il jamais dans l'équation de la réaction ?