

Synthèse, IR et RMN

Contrôle de sciences physiques - niveau Terminale

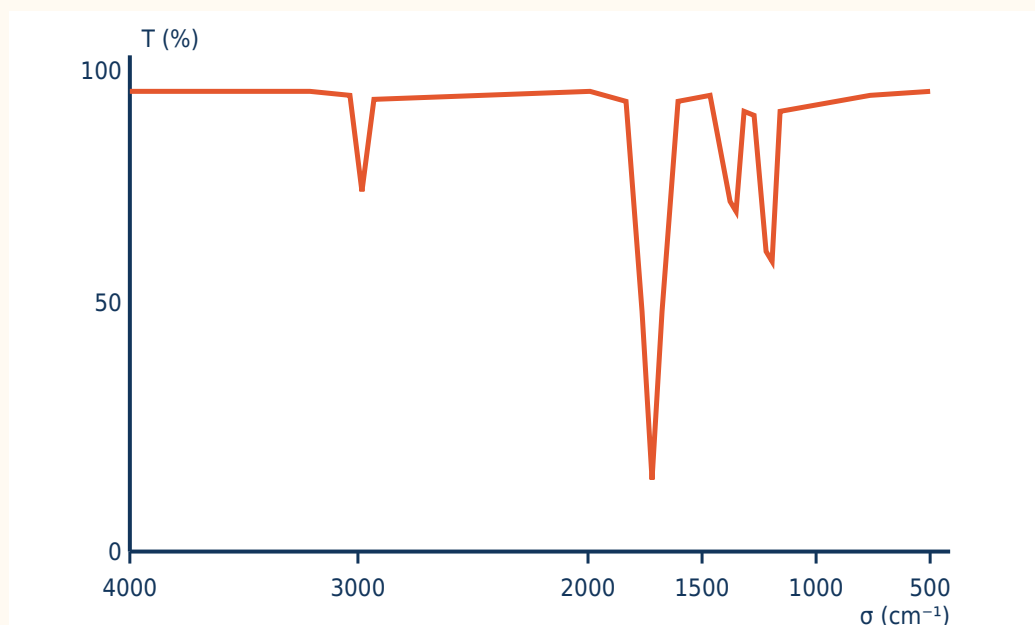
Ce **contrôle de synthèse organique** et de spectroscopie dure 1 h 30. Il associe l'analyse de spectres infrarouge et de résonance magnétique nucléaire (RMN), la stratégie d'une synthèse et le contrôle par chromatographie. La calculatrice est autorisée, aucun document. Barème total : **20 points**. Les résultats sont donnés avec leur unité et un nombre cohérent de chiffres significatifs.

Ce contrôle est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Le sujet du contrôle de synthèse

Exercice 1 : spectre infrarouge d'une molécule C_3H_6O (5 points)

Un flacon contient un liquide de formule brute C_3H_6O . Son spectre infrarouge est donné ci-dessous (transmittance en fonction du nombre d'onde σ).



Spectre infrarouge du liquide étudié.

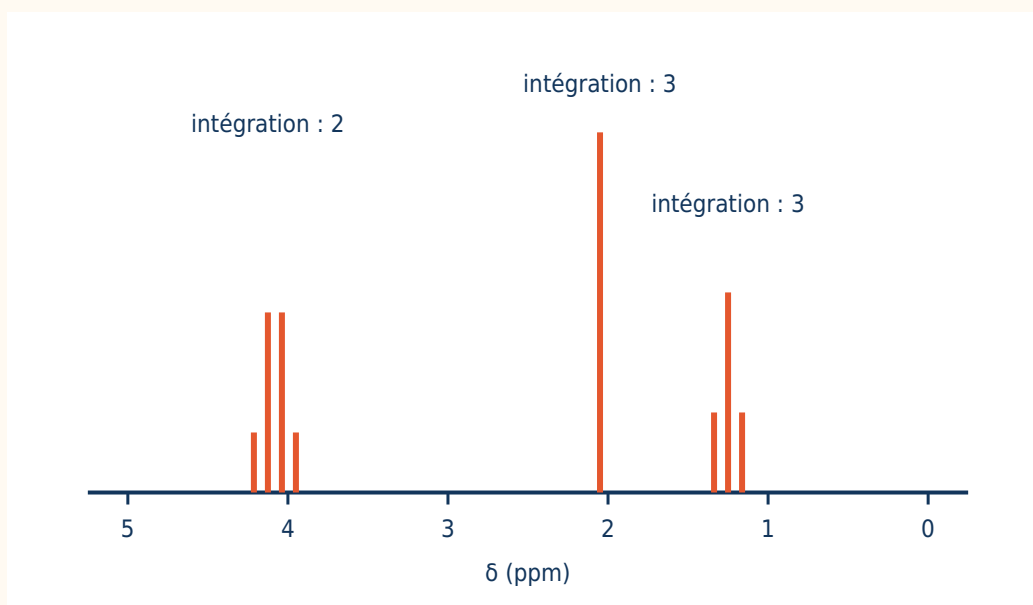
Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Allure
O-H alcool	3200 à 3400	forte, large
O-H acide carboxylique	2500 à 3200	forte, très large
C-H alcane	2850 à 3000	moyenne, fine
C-H aldéhyde	2700 à 2900 (deux bandes)	moyenne

C=O aldéhyde ou cétone	1700 à 1740	forte, fine
C=C	1620 à 1680	moyenne

1. Calculer le degré d'insaturation de C_3H_6O . Qu'en déduit-on sur la structure ?
2. Relever les bandes d'absorption caractéristiques du spectre et les attribuer à des liaisons.
3. Parmi la propanone, le propanal et le prop-2-én-1-ol ($CH_2=CH-CH_2OH$), identifier le composé en justifiant l'élimination des deux autres.
4. Un nombre d'onde σ est l'inverse d'une longueur d'onde : $\sigma = 1 \div \lambda$. Calculer la longueur d'onde correspondant à la bande la plus intense, en μm .

Exercice 2 : spectre RMN d'un ester (5 points)

Un ester de formule brute $C_4H_8O_2$ peut être l'éthanoate d'éthyle $CH_3-CO-O-CH_2-CH_3$ ou le propanoate de méthyle $CH_3-CH_2-CO-O-CH_3$. Son spectre RMN du proton est représenté ci-dessous ; la courbe d'intégration donne 2, 3 et 3 unités, de gauche à droite.



Spectre RMN du proton de l'ester, échelle de déplacement chimique δ décroissante.

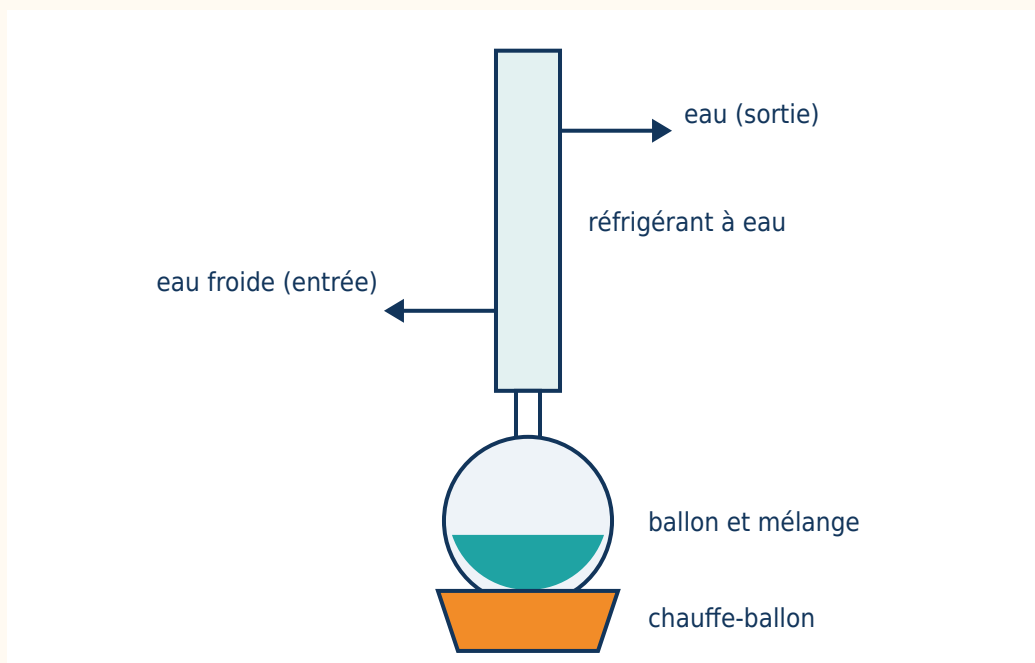
Type de proton	δ (ppm)
CH_3-C (alcane)	0,9 à 1,3
$CH_3-C=O$	2,0 à 2,2
$CH_2-C=O$	2,2 à 2,5
CH_3-O	3,3 à 3,9
CH_2-O	3,9 à 4,3

1. Combien de groupes de protons équivalents chaque ester possède-t-il ? Combien de signaux le spectre présente-t-il ?
2. Rappeler la règle des $(n + 1)$ -uplets et l'appliquer aux signaux du spectre.
3. Attribuer chaque signal à un groupe de protons de l'ester.

4. Conclure : de quel ester s'agit-il ? Justifier le rejet de l'autre.

Exercice 3 : synthèse de l'éthanoate de butyle (6 points)

On chauffe à reflux pendant 45 min, avec quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, un mélange de $V_1 = 15,0$ mL d'acide éthanoïque ($M = 60,0$ g/mol ; $\rho = 1,05$ g/mL) et de $V_2 = 10,0$ mL de butan-1-ol ($M = 74,0$ g/mol ; $\rho = 0,81$ g/mL). Après lavage, séchage et distillation, on obtient une masse $m = 9,3$ g d'éthanoate de butyle ($M = 116$ g/mol).

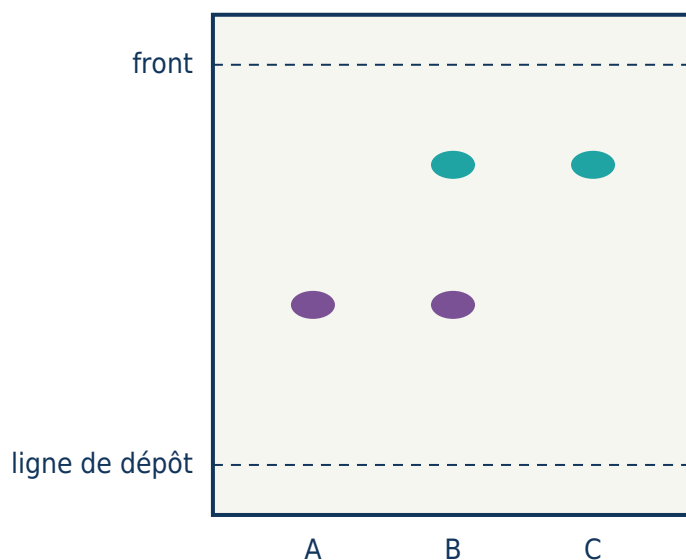


Montage de chauffage à reflux.

1. Écrire l'équation de la réaction en formules semi-développées. Nommer le groupe caractéristique formé.
2. Quel est le rôle du chauffage ? Du reflux ? De l'acide sulfurique ? Cette réaction est-elle limitée ?
3. Calculer les quantités de matière initiales des réactifs et identifier le réactif limitant.
4. Calculer le rendement de la synthèse.
5. Proposer une modification du protocole pour améliorer ce rendement.

Exercice 4 : contrôle par chromatographie (4 points)

On contrôle la synthèse précédente par chromatographie sur couche mince. Les dépôts sont : A, le butan-1-ol ; B, le mélange en fin de chauffage ; C, le produit après purification. Le front de l'éluant a parcouru 8,0 cm depuis la ligne de dépôt (échelle du schéma : 1 cm de plaque = 25 pixels).



Plaque révélée sous lampe UV : trois dépôts A, B et C.

1. Rappeler le principe de la chromatographie sur couche mince.
2. Déterminer les rapports frontaux des deux espèces observées. Quelle espèce migre le plus ? Pourquoi ?
3. Interpréter les dépôts B et C : la transformation est-elle terminée ? Le produit purifié est-il pur ?