

Exercices 2 Structure des espèces organiques

Application : arômes, carburants, suivi d'une oxydation et identification par spectroscopie infrarouge

4 exercices · niveau ●●○ · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Relier nom, formule, groupe caractéristique et famille ; rechercher et nommer des isomères de constitution.
- Exploiter des spectres infrarouges : identifier une famille, suivre une transformation (bandes qui disparaissent ou apparaissent).

Exercice 1 Odeurs de beurre et de fromage

●●○

Le beurre qui rancit libère de l'acide butanoïque, à l'odeur désagréable. L'acide 3-méthylbutanoïque, la butan-2-one et le 3-méthylbutanal font partie des nombreuses espèces volatiles de l'arôme des fromages.

1.1 Recopier et compléter le tableau.

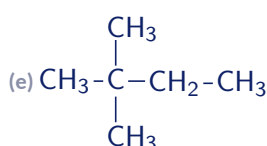
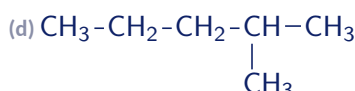
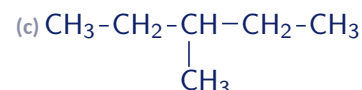
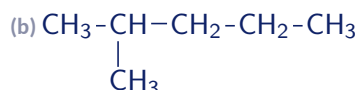
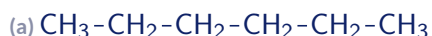
Nom	Formule semi-développée	Groupe caractéristique	Famille	Formule brute
acide butanoïque				
	$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$			
3-méthylbutanal				
	$\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{COOH}$			

1.2 Écrire la formule semi-développée et le nom d'un isomère de la butan-2-one appartenant à la famille des aldéhydes, puis ceux d'un isomère à chaîne linéaire de l'acide 3-méthylbutanoïque. Pourquoi le 3-méthylbutanal ne peut-il pas être nommé « 2-méthylbutan-4-al » ?

Exercice 2 Les isomères de l'hexane dans l'essence

●●○

L'essence contient de l'hexane et ses isomères. Un élève pense avoir trouvé tous les isomères de formule brute C_6H_{14} avec les cinq formules ci-dessous.



2.1 Vérifier que les cinq formules correspondent bien à la formule brute C_6H_{14} . Lesquelles ont une chaîne carbonée ramifiée ?

2.2 Nommer chaque molécule. Montrer que l'élève a représenté deux fois la même molécule.

2.3 Représenter l'isomère manquant et le nommer.

- 2.4** Températures d'ébullition sous 1 bar : hexane 69 °C ; 2-méthylpentane 60 °C ; 3-méthylpentane 63 °C ; 2,3-diméthylbutane 58 °C ; 2,2-diméthylbutane 50 °C. Comment évolue la température d'ébullition quand la chaîne est plus ramifiée ? Proposer une interprétation à l'aide des interactions de van der Waals entre molécules (chapitre 7).

Exercice 3 Des notes vertes : de l'hexan-1-ol à l'hexanal



L'hexan-1-ol et l'hexanal sont responsables de l'odeur d'herbe fraîchement coupée. On oxyde de l'hexan-1-ol par un oxydant doux ; on enregistre le spectre infrarouge du liquide avant la transformation (figure 1), puis celui de la phase organique en fin de transformation (figure 2).

■ DONNÉES — Table de spectroscopie infrarouge

Liaison (famille)	σ (cm ⁻¹)	Allure de la bande
O - H libre (alcool)	3580 - 3670	moyenne, fine
O - H lié (alcool)	3200 - 3400	forte, large
O - H (acide)	2500 - 3200	forte, très large
C - H (C tétraédrique)	2800 - 3000	moyenne à forte
C - H du groupe -CHO	2650 - 2850	moyenne, 2 bandes
C = O	1650 - 1750	forte, fine

La zone située en dessous de 1 500 cm⁻¹, riche en bandes difficiles à attribuer, n'est pas exploitée ici.

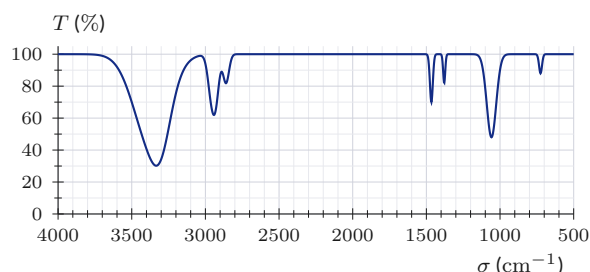


Figure 1 — Avant la transformation

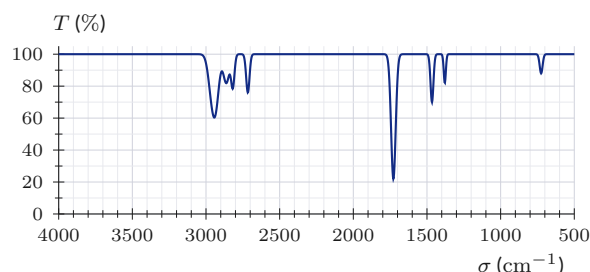


Figure 2 — En fin de transformation

- 3.1** Écrire les formules semi-développées de l'hexan-1-ol et de l'hexanal. Justifier leurs noms et préciser leurs familles.
- 3.2** Attribuer les bandes des deux spectres situées au-delà de 1 500 cm⁻¹. Quelle bande a disparu, quelles bandes sont apparues ? Conclure : la transformation est-elle terminée ?
- 3.3** Décrire l'allure qu'aurait le spectre d'un prélèvement effectué à mi-parcours.
- 3.4** Avec un oxydant plus puissant, l'hexanal peut s'oxyder à son tour en acide hexanoïque. Écrire la formule semi-développée de cet acide, puis indiquer comment son spectre se distinguerait de celui de la figure 2.

Exercice 4 L'éther des anesthésistes



L'éthoxyéthane CH₃ - CH₂ - O - CH₂ - CH₃, appelé « éther », fut l'un des premiers anesthésiques utilisés en chirurgie au xix^e siècle. Deux flacons sans étiquette contiennent l'un de l'éther, l'autre du butan-1-ol.

■ DONNÉES Table de spectroscopie infrarouge de l'exercice 3 • la zone située en dessous de 1 500 cm⁻¹ n'est pas exploitée

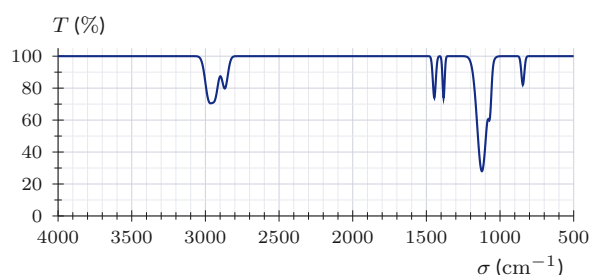


Figure 3 — Spectre IR du contenu du flacon A

- 4.1** Écrire les formules brutes des deux espèces. Que peut-on en conclure ?
- 4.2** L'éther appartient-il à l'une des familles étudiées dans ce chapitre ? Justifier.
- 4.3** Identifier le contenu du flacon A (figure 3). Quelle bande observerait-on en plus dans le spectre du flacon B ?
- 4.4** Écrire les formules semi-développées des quatre alcools de formule brute C₄H₁₀O et les nommer.