

Les molécules organiques

▪ La **chimie organique** (*chimie des composés du carbone*) doit son importance à la propriété qu'a l'atome de carbone de former des enchaînements avec lui-même. Les liaisons carbone-carbone sont très solides, ce qui conduit à des molécules très stables.

▪ Toutes ces molécules présentent un enchaînement d'atomes de carbone liés par des liaisons simples ou doubles et formant éventuellement des cycles.

↪ Cet enchaînement constitue le **squelette carboné** de la molécule.

▪ Certaines de ces molécules présentent en plus, des groupes d'atomes comportant des atomes O, N, et Cl qui confèrent des propriétés particulières aux molécules qui les portent.

↪ Ces groupes sont appelés **groupes caractéristiques**; ils permettent de définir des familles organiques.

Formule et nom du groupe caractéristique	Nom de la famille (ou fonction)	Exemples
$\begin{array}{c} \text{—OH} \\ \text{hydroxyle} \end{array}$	Alcool	$\text{CH}_3\text{—OH}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{—C} \\ \\ \text{OH} \\ \text{carboxyle} \end{array}$	Acide carboxylique	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3\text{—C} \\ \\ \text{O} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3\text{—CH—C} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{O} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{C=O} \\ \text{carbonyle} \end{array}$	Aldéhyde	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C=O} \\ \\ \text{H} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—C} \\ \\ \text{O} \end{array}$
	Cétone	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—C—CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—C—CH}_2\text{—CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{—C} \\ \\ \text{O—} \\ \text{ester} \end{array}$	Ester	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3\text{—C} \\ \\ \text{O—CH}_3 \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{—C—N—} \\ \quad \\ \text{amino} \end{array}$	Amine	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—NH}_2$ $\text{CH}_3\text{—NH—CH}_3$
$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{—C} \\ \\ \text{N—} \\ \text{amide} \end{array}$	Amide	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3\text{—C} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—C} \\ \\ \text{NH—CH}_3 \end{array}$

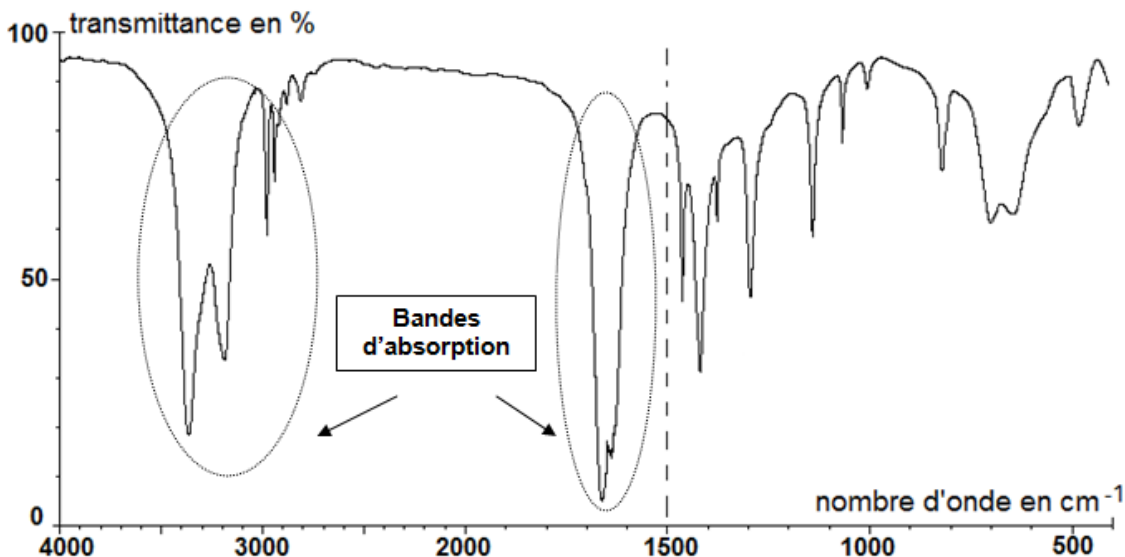
Principe de la spectroscopie IR

- Lors d'une spectroscopie IR, le rayonnement IR, en traversant la matière, interagit avec les liaisons covalentes de la molécule en les faisant vibrer (*vibration d'élongation ou vibration de déformation*).
- Ainsi la spectroscopie infrarouge renseigne sur la **nature des liaisons covalentes** et sur les **groupes caractéristiques** de la molécule.
- La spectroscopie IR est complétée par la **spectroscopie RMN** (*voir cours suivant*), technique renseignant sur le squelette carboné de la molécule.

Ces deux techniques complémentaires sont utilisées, notamment,

- dans l'industrie pharmaceutique, pour contrôler la pureté des médicaments synthétisés
- dans l'agroalimentaire, pour les contrôles de qualité
- dans la recherche des polluants de l'atmosphère...

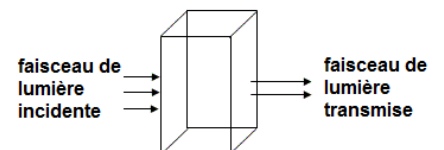
Le spectre IR



► La transmittance

▪ Lorsqu'une radiation lumineuse monochromatique de longueur d'onde λ traverse une cuve contenant une espèce chimique une partie du rayonnement est absorbée, et l'autre partie est transmise

▪ En mesurant l'intensité du rayonnement incident I_0 et l'intensité du rayonnement transmis I , on définit une grandeur notée T et appelée **TRANSMITTANCE** :



$$T = \frac{I}{I_0}$$

► Description du spectre

↳ **Le spectre IR indique :**

- *en abscisse* : le nombre d'onde en cm^{-1} définit comme étant

$$\sigma = \frac{1}{\lambda}$$

$$400 \text{ cm}^{-1} < \sigma < 4000 \text{ cm}^{-1}$$
$$(2,5 \text{ }\mu\text{m} < \lambda < 25 \text{ }\mu\text{m})$$

L'axe des abscisses est gradué selon des valeurs décroissantes de σ (donc croissantes de λ) ; la graduation n'est pas régulière

- *en ordonnée* : la transmittance exprimée en %

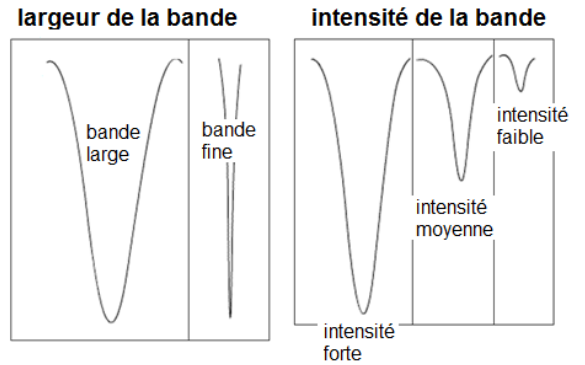
↪ **On distingue 2 zones principales dans un spectre IR :**

(1) pour les nombres d'onde compris entre 1500 et 4000 cm^{-1}

Cette zone ne contient qu'un nombre limité de bandes, correspondant à des types de liaisons particuliers

Chaque bande est caractérisée par :

- sa position dans le spectre, c'est-à-dire par la valeur du nombre d'onde du minimum de sa transmittance
- **sa largeur** (*bande large ou fine*)
- **son intensité** (*faible, moyenne ou forte*)

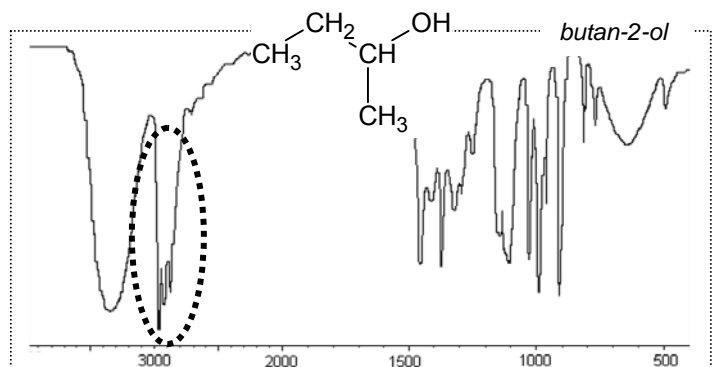
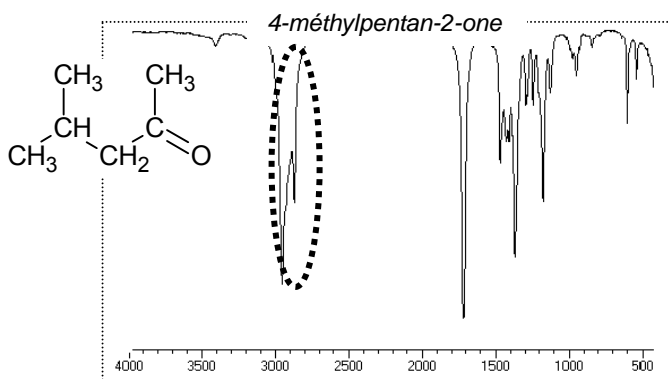
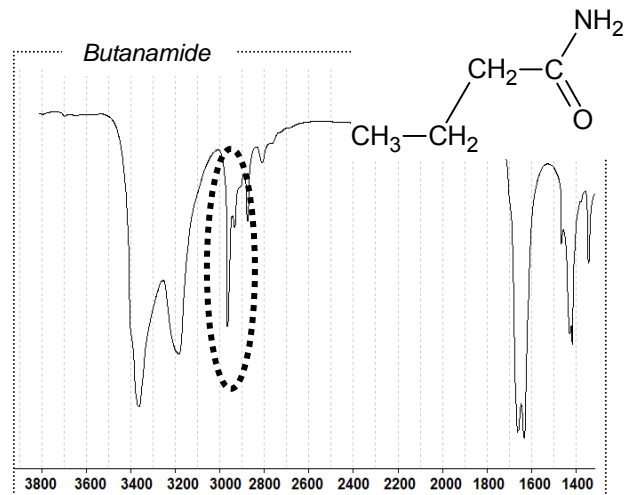
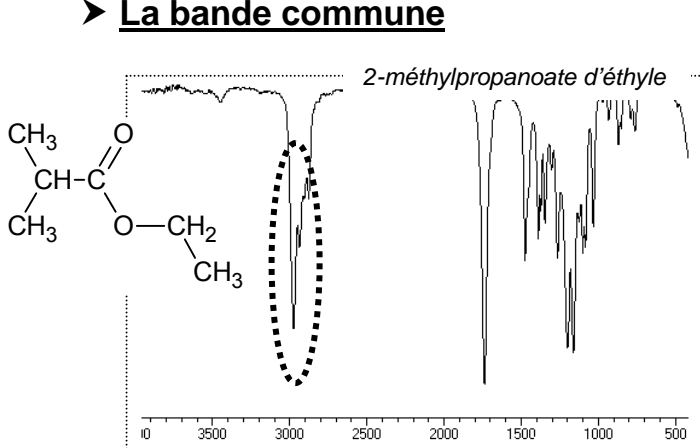


(2) pour les nombres d'onde compris entre 400 et 1500 cm^{-1}

Les bandes d'absorption sont extrêmement nombreuses pour les molécules possédant plusieurs atomes de carbone. Cette zone est appelée **empreinte digitale** de la molécule. Elle est exploitée qu'en comparaison avec un spectre de référence. On ne l'exploitera pas cette année.

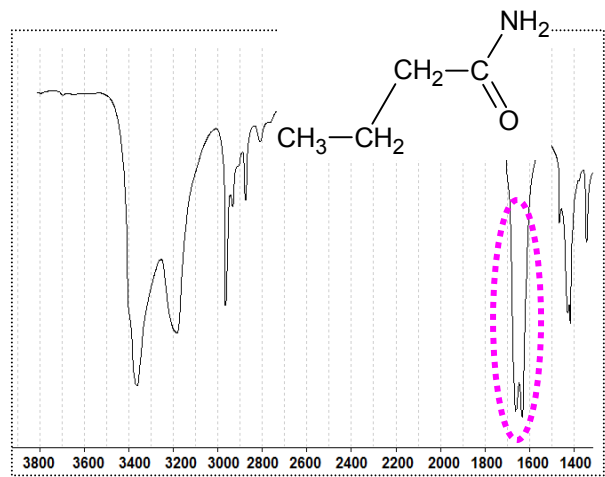
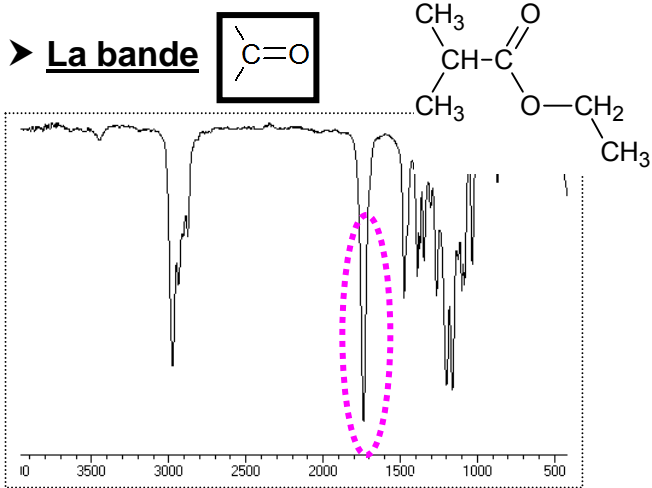
Spectres IR et groupes fonctionnels


➤ **La bande commune**



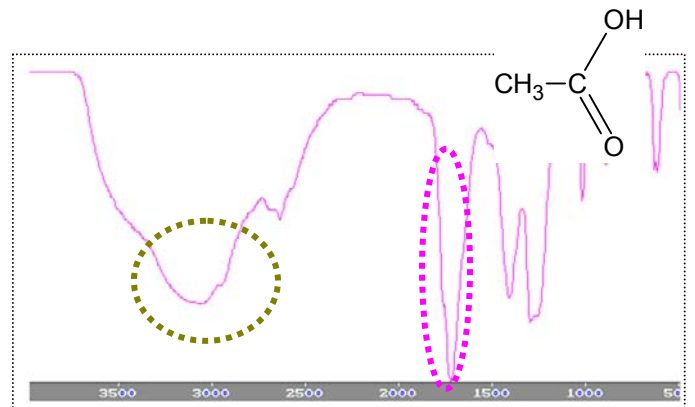
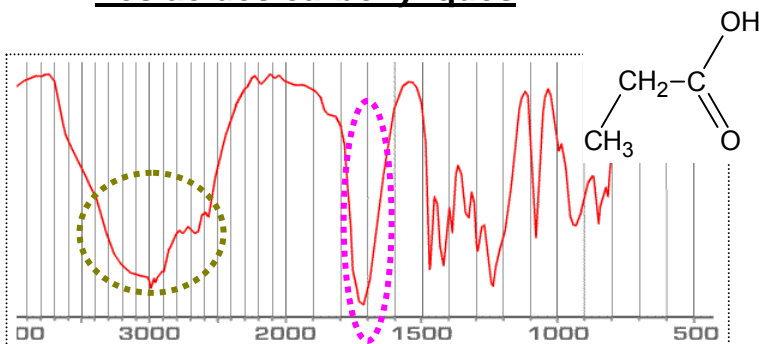
▪ Les spectres IR possèdent une bande commune vers **2800-3000 cm^{-1}** :

↪ **Cette bande caractérise la présence de liaisons C—H**




▪ Les spectres IR des molécules possédant le groupement  possèdent une bande commune vers **1600-1800 cm⁻¹**

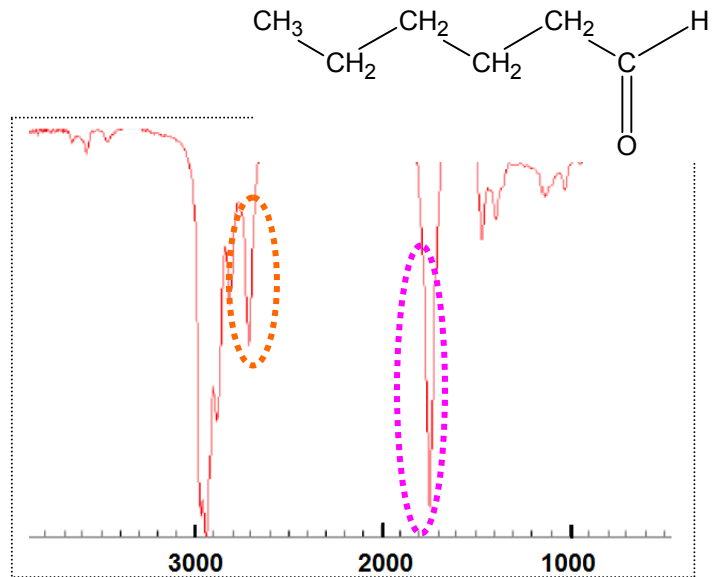
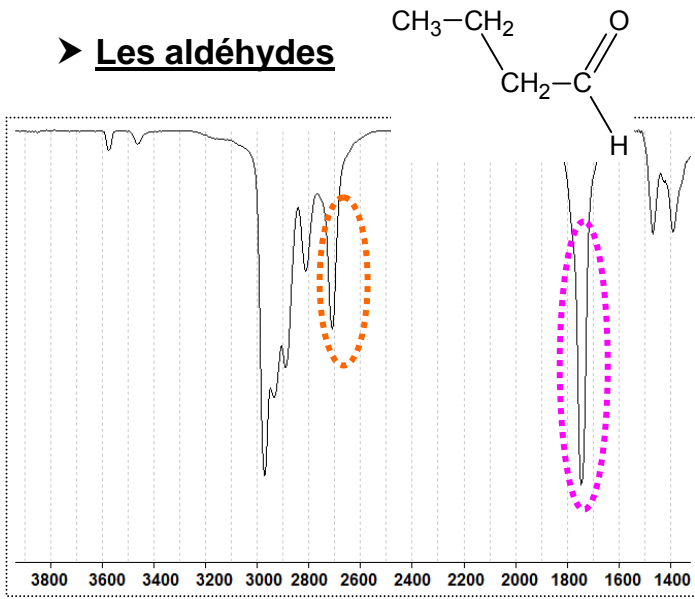
► **Les acides carboxyliques**



▪ Les spectres IR des molécules possédant le groupe carboxyle possèdent :

- une bande vers **1600-1800 cm⁻¹** caractéristique du groupement 
- une bande large et forte vers **3000-3100 cm⁻¹**

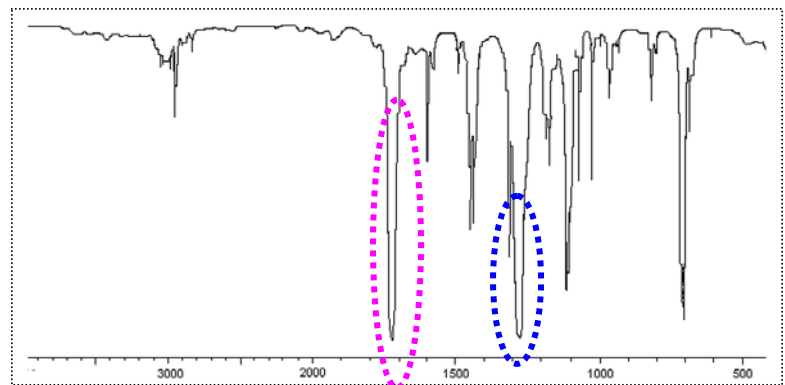
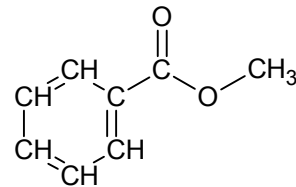
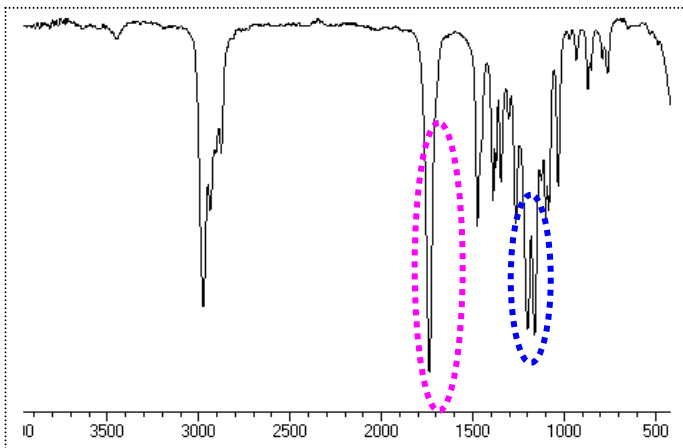
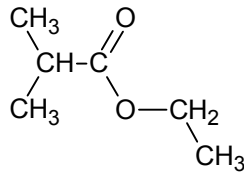
► **Les aldéhydes**



▪ Les spectres IR des molécules possédant le groupe caractéristique des aldéhydes possèdent :

- une bande vers **1600-1800 cm⁻¹** caractéristique du groupement $\text{C}=\text{O}$
- une bande moyenne vers **2700-2850 cm⁻¹**

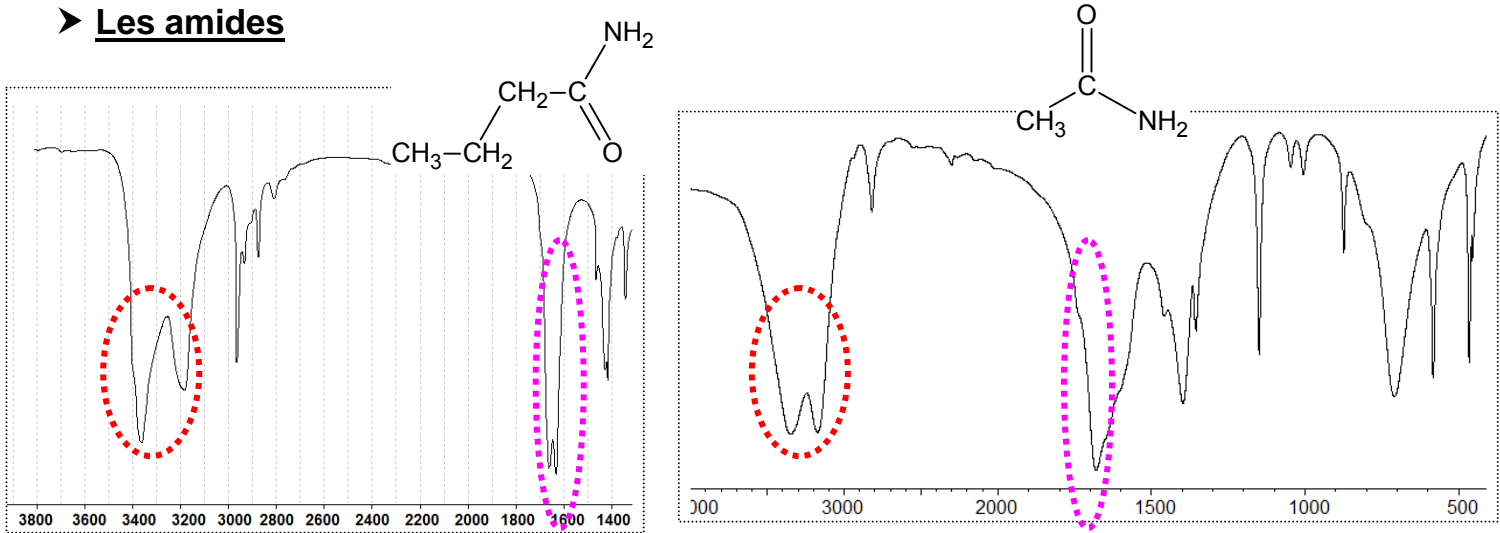
► **Les esters**



▪ Les spectres IR des molécules possédant le groupe des esters possèdent :

- une bande vers **1600-1800 cm⁻¹** caractéristique du groupement $\text{C}=\text{O}$
- une bande très forte vers **1100-1300 cm⁻¹**

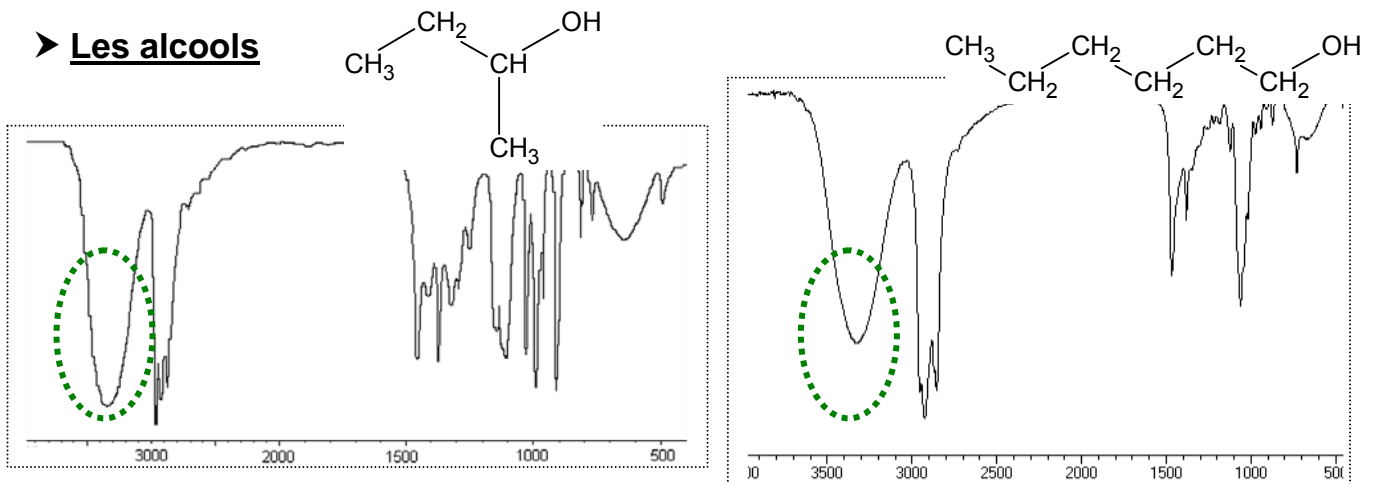
► Les amides



▪ Les spectres IR des molécules possédant le groupe des amides possèdent :

- une bande vers **1600-1800 cm^{-1}** caractéristique du groupement $\text{C}=\text{O}$
- des bandes moyennes, large vers **3300 cm^{-1}**

► Les alcools



▪ Les spectres IR des molécules possédant le groupe hydroxyle possèdent :

- une bande large, moyenne à forte vers **3200-3700 cm^{-1}**