

Chapitre 8 : Comment identifier les espèces chimiques organiques ?

I. Représentation des espèces chimiques organiques.

Une molécule est un assemblage limité d'atomes et de charge nulle.

La mise en commun de 2 électrons par 2 atomes est appelée une liaison covalente.

1) La formule brute.

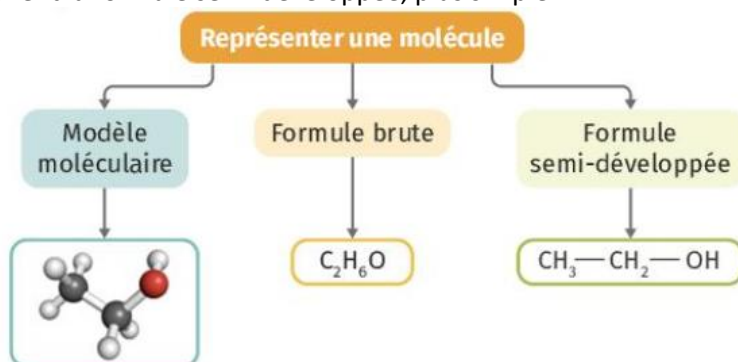


La formule brute d'une molécule donne le nombre de chacun des atomes constituant la molécule.

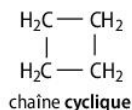
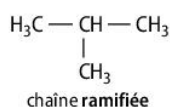
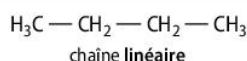
Exemple : le saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$ est formé de 12 atomes de carbone (C), de 22 atomes d'hydrogène (H) et de 11 atomes d'oxygène.

2) La formule développée et semi-développée.

Une molécule est représentée par sa formule développée qui indique l'emplacement et l'enchaînement des atomes. On utilise souvent la formule semi-développée, plus simple.



3) Les squelettes carbonés saturés.



Les atomes de carbone sont liés les uns aux autres pour former des **chaînes carbonées**, qui peuvent être **linéaires**, **ramifiées** ou **cycliques**.

Un squelette carboné est saturé s'il n'est composé que liaisons covalentes simples (il n'y a pas d'insaturation, de liaisons double ou triple).

4) Les groupes caractéristiques et familles fonctionnelles.

- Identifier, à partir d'une formule semi-développée, les groupes caractéristiques associés aux familles de composés : alcool, aldéhyde, cétone et acide carboxylique.

Pas de malentendu



➔ Attention, un groupe carboxyle n'est pas un groupe carbonyle + un groupe hydroxyle !

➔ L'aldéhyde et la cétone ont tous les deux un groupe carbonyle mais ce sont deux familles différentes :

- les aldéhydes ont un groupe carbonyle en fin de chaîne carbonée ;
- les cétones ont un groupe carbonyle dans la chaîne carbonée.

Un **groupe caractéristique** est un groupement d'atomes autres que les atomes de carbone et d'hydrogène qui confère des propriétés chimiques particulières aux molécules. Les molécules qui ont le même groupe caractéristique font partie de la même **famille chimique**.

Famille	Alcool	Aldéhyde	Cétone	Acide carboxylique
Nom du groupe	Hydroxyle	Carbonyle		Carboxyle
Représentation du groupe	$\begin{array}{c} \\ -C- OH \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\ \\ -CH \end{array}$ En fin de chaîne	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \end{array}$ Dans la chaîne	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- OH \end{array}$ En fin de chaîne

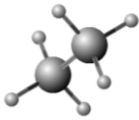
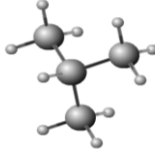
II. Nomenclature des composés organiques.

Lien entre le nom et la formule semi-développée.

- Justifier le nom associé à la formule semi-développée de molécules simples possédant un seul groupe caractéristique et inversement.

1) Nomenclature des alcanes.

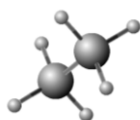
Un alcane est un composé organique composé de carbone et d'hydrogène avec que des liaisons covalente simples.. La formule générale est : C_nH_{2n+2} Exemples : C_2H_6 , C_5H_{12}

	
Chaîne linéaire saturée	Chaîne ramifié saturée

- Le cas le plus simple correspond à un alcane linéaire : sa chaîne carbonée identifie l'alcane :

Nom
des 6 premiers
alcanes
linéaires

n	nom
1	Méthane
2	Ethane
3	Propane
4	Butane
5	Pentane
6	Hexane
7	Heptane
8	Octane
9	Nonane



Exemple : cette molécule est linéaire et à deux carbones c'est donc de l'éthane.

- Pour un alcane ramifié :
 - ✓ Chercher la chaîne carbonée la plus longue et le nom de l'alcane à chaîne linéaire comportant le même nombre de carbone. L'alcane (terminaison ane) ramifié est considéré comme un dérivé de cet alcane à chaîne droite.
 - ✓ Identifier les groupements substituant sur cette chaîne.

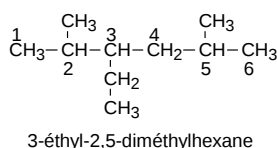
Nom de groupes alkyle

Groupe	Substituant
CH_3-	méthyl-
CH_3-CH_2-	éthyl-
$CH_3-CH_2-CH_2-$	propyl-
$\begin{array}{c} CH_3-CH- \\ \\ CH_3 \end{array}$	1-méthyléthyl-

Thème 1 : Constitution et transformations de la matière.

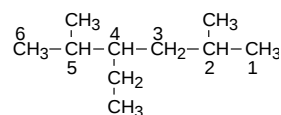
- ✓ Déterminer la place des groupements par un indice de position. On numérote à partir d'un des deux bouts de cette chaîne. Déterminer le sens de numérotation en retenant celui qui correspond au nombre le plus petit

Soit sur cet exemple (2,3,5)
au lieu de (2,4,5)

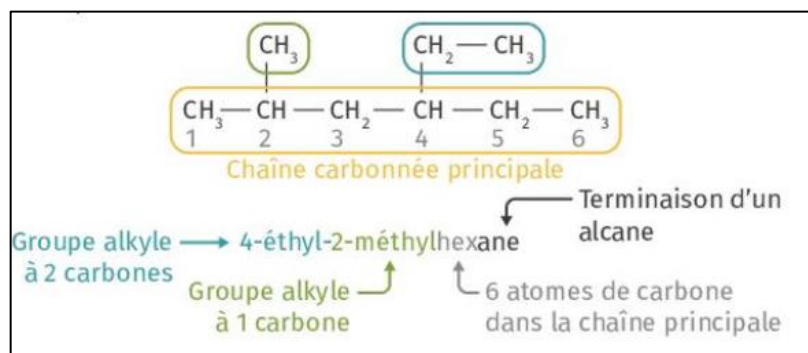


3-éthyl-2,5-diméthylhexane

et non

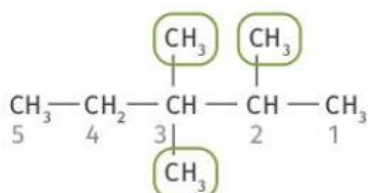
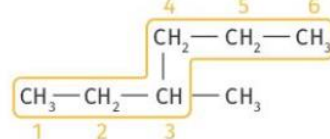


4-éthyl-2,5-diméthylhexane



Éviter les erreurs

➔ Attention, la chaîne carbonnée principale est celle qui comporte le plus grand nombre d'atome de carbone, elle n'est pas toujours représentée en ligne droite.



2,3-triméthylpentane

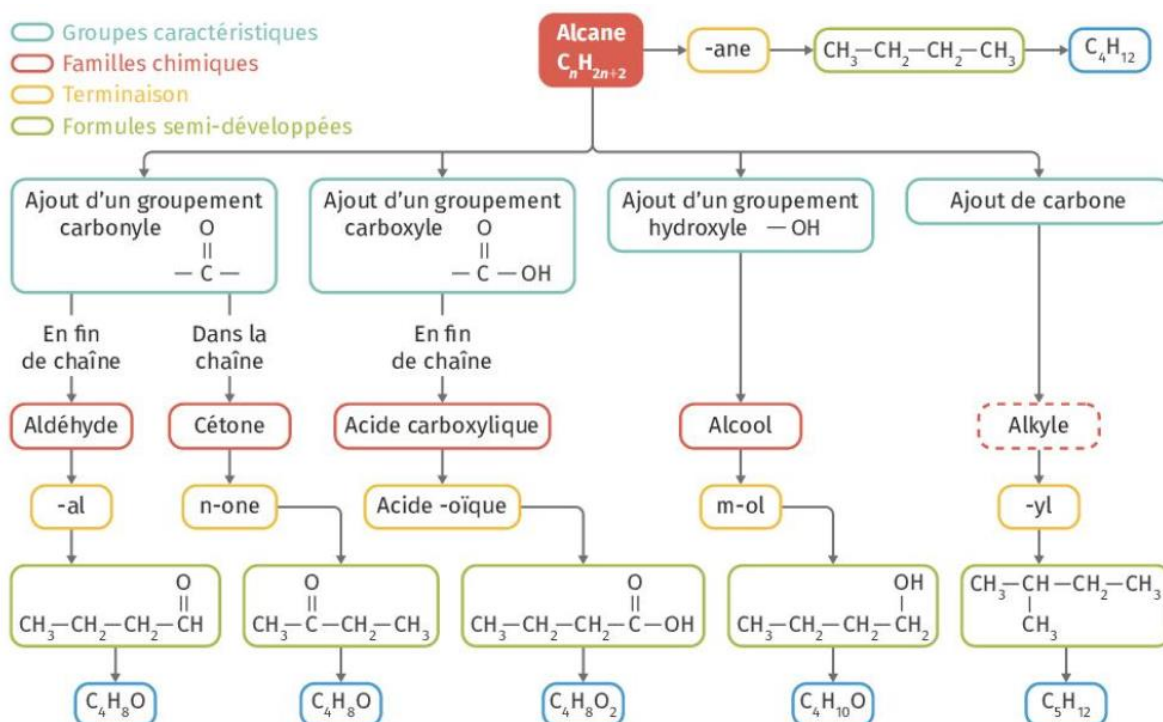
Si une chaîne carbonnée porte plusieurs groupes alkyles identiques, leur nombre est donné par les préfixes : di, tri, tétra.

Les indices de position sont placés immédiatement avant la partie du nom à laquelle ils se réfèrent. Ils sont reliés par des tirets placés de part et d'autre mais séparés entre eux par des virgules lorsqu'ils sont devant un terme multiplicatif.

2) Nomenclature d'autres composés organiques.

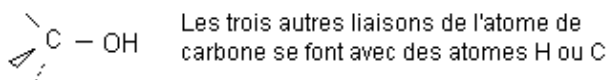
Famille	Alcool	Aldéhyde	Cétone	Acide carboxylique
Terminaison	n-ol	n-al	n-one	Acide-oïque

 Groupes caractéristiques
 Familles chimiques
 Terminaison
 Formules semi-développées



a) Nomenclature des alcools.

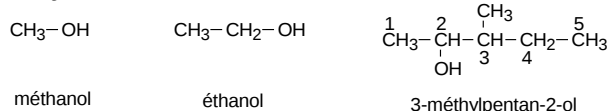
Un alcool est un hydrocarbure possédant le groupement -OH :



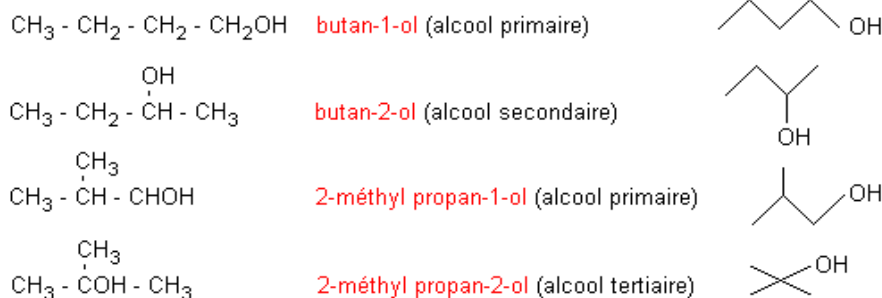
Les règles de nomenclature pour un alcool sont les mêmes que pour un alcane

La terminaison « ane » de l'alcane est remplacé par la terminaison « ol ».

On précise la position de la fonction « ol ».

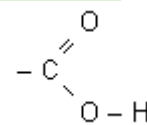


Nommons et classons les alcools de formule brute $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.



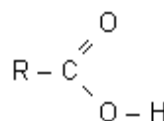
b) Les acides carboxyliques.

Un acide carboxylique est caractérisé par son groupement fonctionnel appelé groupe carboxyle :



La formule générale d'un acide carboxylique (organique) est :

R peut être un atome H ou un groupes hydrocarboné.



Le nom de cet acide dérive de celui de l'alcane de même chaîne carbonée en remplaçant le -e final de l'alcane par la terminaison -oïque et précédé du mot « acide » .

acide butanoïque ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$)	$ \begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \text{O} & \\ & & & & & & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & - & \text{C} & \\ & & & & & & \\ & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \text{O} & -\text{H} \end{array} $
acide 4-méthylpentanoïque	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-(CH}_2\text{)}_2\text{-C(=O)OH} \end{array} $

c) Les aldéhydes et cétones.

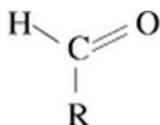
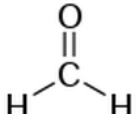
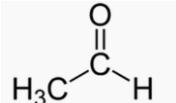
nom	modèle éclaté	formule brute	groupe caractéristique
aldéhyde <u>éthanal</u> (produit par les plantes)		$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	groupe carbonyle
cétone propanone (produit par les plantes)		$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	groupe carbonyle

Les aldéhydes et les cétones sont des composés oxygénés qui contiennent le groupe carbonyle .
Ils sont appelés **composés carbonylés**.

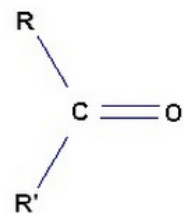
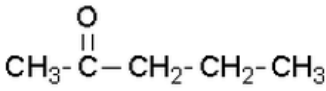
Thème 1 : Constitution et transformations de la matière.

Le carbone fonctionnel est celui du **groupe carbonyle**. Il est **trigonal** (lié à 3 autres atomes).

Un composé carbonylé dont le carbone fonctionnel est lié à au moins un atome d'hydrogène est un aldéhyde.

Sa formule générale est:	Exemple: le méthanal	l'éthanal
		
R: hydrogène ou chaîne carbonée		

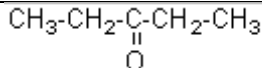
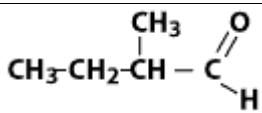
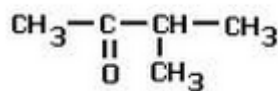
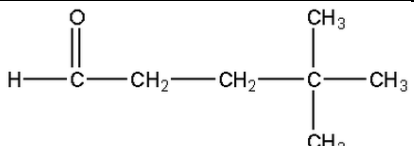
Un composé carbonylé dont le carbone fonctionnel est lié à 2 atomes de carbone est une cétone.

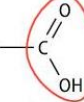
Sa formule générale est:	Exemple: le pentan-2-one
	
R et R' : chaîne carbonée	

Pour établir le nom des composés carbonylés que sont les aldéhydes et cétones

1. on recherche la chaîne la plus longue comportant l'atome de carbone fonctionnel
2. on numérote les atomes de carbone en minimisant l'indice du carbone fonctionnel
3. on repère les ramifications alkyle sur la chaîne principale, on écrit le numéro du carbone portant la ramification, puis un tiret et enfin le nom de la ramification avant le nom de la chaîne principale.
4. on remplace le e de l'alcane correspondant par la terminaison « **al** » pour les aldéhydes et « **one** » pour les cétones.

Exemples:

formule semi-développée	nom
	pentan-3-one
	2-méthylbutanal
	3-méthylbutan-2-one
	4,4-diméthylpentanal

Formule et nom du groupe caractéristique	Nom de la famille (ou fonction)	Terminaison	Exemple	Commentaire
 hydroxyle	alcool	-ol	$\text{H}_3\text{C}-\overset{1}{\underset{\text{OH}}{\text{CH}}}-\overset{2}{\text{CH}_2}-\overset{3}{\text{CH}_2}-\overset{4}{\text{CH}_3}$ butan-2-ol	Le carbone fonctionnel, qui porte le groupe caractéristique, est repéré par un indice le plus petit possible.
 carbonyle	aldéhyde	-al	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{O}$ propanal	Le groupe carbonyle est toujours situé à l'extrémité de la chaîne carbonée.
	cétone	-one	$\text{H}_3\text{C}-\overset{1}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\overset{2}{\text{CH}_2}-\overset{3}{\text{CH}_2}-\overset{4}{\text{CH}_3}$ butanone	Le groupe carbonyle est toujours lié à deux atomes de carbone.
 carboxyle	acide carboxylique	-oïque	$\text{HC}=\text{O}$ OH acide méthanoïque	Le nom d'un acide carboxylique est précédé du mot « acide ».

III. Identification des groupes caractéristiques par spectroscopie infrarouge.

- Exploiter, à partir de valeurs de référence, un spectre d'absorption infrarouge.
- Utiliser des modèles moléculaires ou des logiciels pour visualiser la géométrie de molécules organiques.

1) Principe de la spectroscopie infra-rouge.

La spectroscopie infrarouge apporte une aide précieuse au chimiste car elle permet de confirmer la présence ou l'absence de groupements fonctionnels.

Dans la région IR du spectre électromagnétique, les molécules absorbent la lumière et subissent une excitation vibrationnelle.

Chaque groupe fonctionnel subit une excitation qui lui est caractéristique à une fréquence précise. On définit le nombre d'onde σ comme l'inverse de la longueur d'onde associée à l'onde de fréquence f qui excite le groupement étudié.

En général, en spectroscopie I.R. on représente la transmittance, c'est à dire l'intensité transmise, comptée de 0 à 100%, par rapport à l'intensité du faisceau incident, en fonction du nombre d'onde.

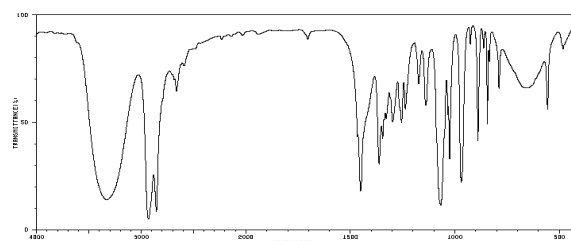
Ainsi, sur un spectre I.R. on trouve en abscisse le nombre d'onde (en cm^{-1}) et en ordonnée la transmittance T exprimée en pourcentage.

Éviter les erreurs

- Le nombre d'onde σ est différent de la longueur d'onde λ . $\sigma = \frac{1}{\lambda}$.
- Le nombre d'onde σ s'exprime en cm^{-1} .

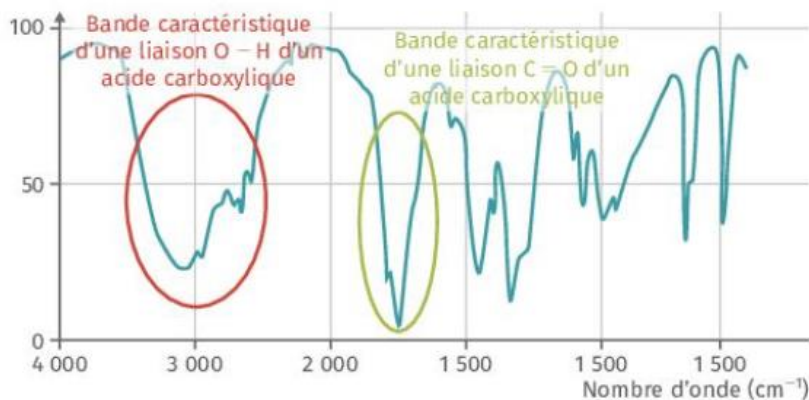
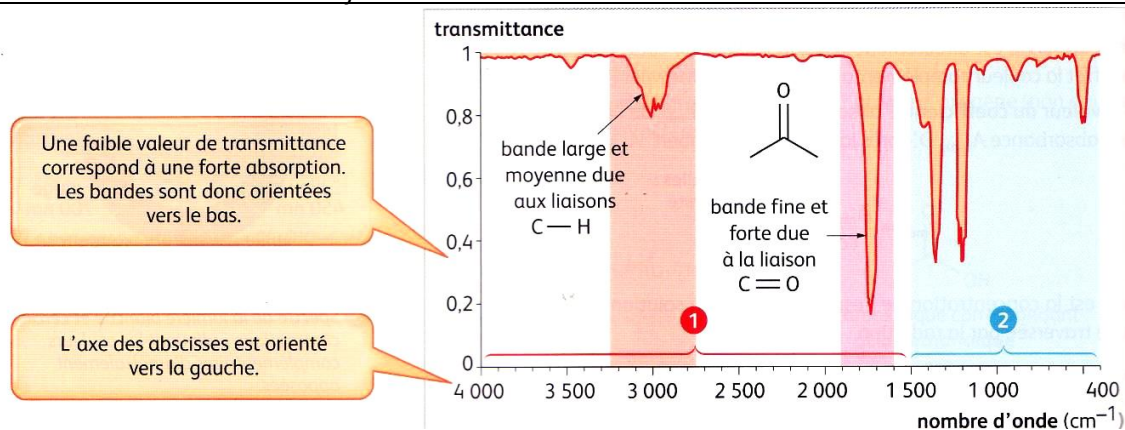
En spectroscopie, le nombre d'onde σ (exprimé sigma) est le nombre d'oscillations de l'onde par unité de longueur, il est ainsi défini comme : $\sigma = 1 / \lambda$ où λ est la longueur d'onde dans le vide mesurée en cm. L'unité du nombre d'onde est donc le cm^{-1} .

Une transmittance de 100% signifie qu'il n'y a pas d'absorption, donc en I.R. les bandes d'absorption pointent vers le bas.



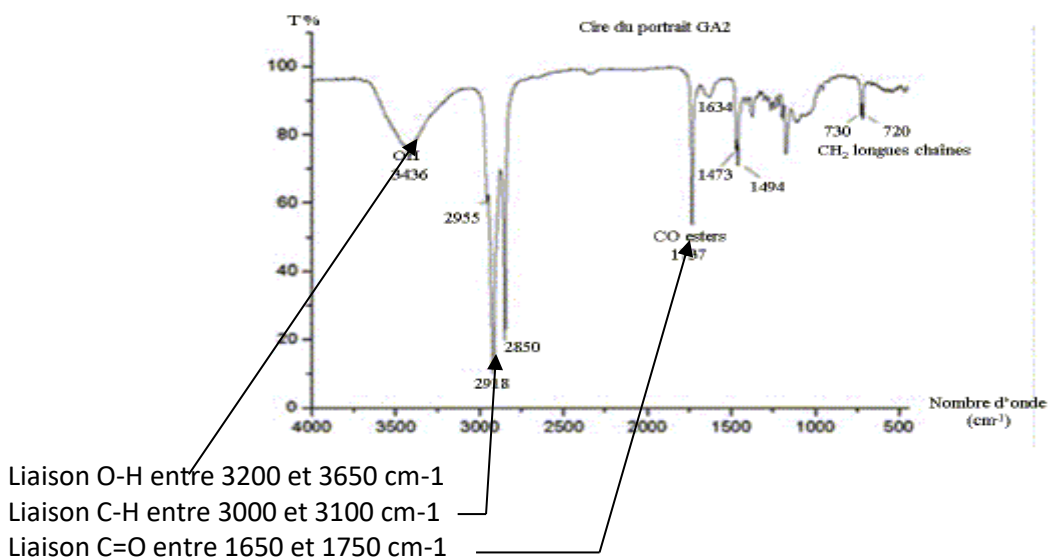
2) Interprétation de spectre IR

L'objet de l'interprétation d'un spectre IR est l'identification des différentes bandes d'absorption de ce spectre à l'aide de tables de valeurs.



Doc. 7 Bandes d'absorption IR

Liaison	σ (cm ⁻¹)	Forme
O—H libre	3 580-3 650	Bande fine
O—H lié	3 200-3 400	Bande large
C—H alcane	2 800-3 100	Plusieurs bandes
O—H acide carboxylique	2 500-3 200	Bande large
C=O aldéhyde et cétone	1 650-1 730	-
C=O acide carboxylique	1 680-1 710	-



3) Effet d'une liaison hydrogène

Une liaison hydrogène est une liaison qui se forme entre un oxygène d'une molécule avec un hydrogène d'une autre molécule (il n'y a pas mise en commun d'électrons mais interaction électrique). Si on considère une liaison hydrogène telle que A-H.....B, la constante de force de la liaison A-H se trouve abaissée par rapport à la liaison A-H non liée et par conséquent la fréquence de vibration de A-H sera abaissée également. Il y aura donc diminution du nombre d'onde et élargissement de la bande d'absorption.

