



**COURS**

Chapitre 6 « Structure des entités organiques »

**Les compétences à acquérir...**

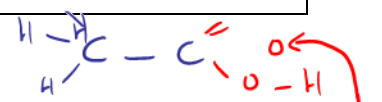
- Formules brutes et semi développées.
- Squelettes carbonés saturés, groupes caractéristiques et familles fonctionnelles.
- Identifier, à partir d'une formule semi-développée, les groupes caractéristiques associés aux familles de composés : alcool, aldéhyde, cétone et acide carboxylique.
- Justifier le nom associé à la formule semi-développée de molécules simples possédant un seul groupe caractéristique et inversement.
- 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.  
 - Identification des groupes caractéristiques par spectroscopie infrarouge.

**I- Représenter une molécule et nomenclature et des alcanes:**

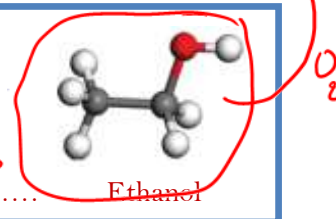
**1- Représentation d'une molécule :**



Une molécule est formée par un assemblage d'atomes. Elle est électriquement neutre.

En général, les molécules de la chimie organique comportent des atomes de **carbone C**, **l'hydrogène H** et, en nombre réduit, des atomes **oxygène O**, **azote N**, **chlore Cl**, etc.

Cette année nous allons étudier des quelques familles de molécules : **alcanes, alcools, aldéhydes, cétones, acides carboxyliques**.



Il existe plusieurs manières de représenter une molécule, certaines permettant de visualiser ces liaisons internes.

Formule brute de l'éthanol	Formule développée de l'éthanol	Formule semi-développée de l'éthanol
$C_2H_6O$		$CH_3-CH_2-OH$
La <b>formule brute</b> d'une molécule donne sa composition en précisant par des indices le nombre de chacun des atomes qui la constituent.	La <b>formule développée</b> d'une molécule permet de représenter toutes les liaisons chimiques entre les atomes qui la constituent.	Dans la <b>formule semi-développée</b> d'une molécule, les liaisons mettant en jeu l'atome d'hydrogène ne figurent pas

**Remarques :**

- Les atomes de carbone et d'hydrogène sont écrits en premier dans cet ordre, suivis des autres atomes dans l'ordre alphabétique
- Un atome de carbone forme toujours **4** liaisons ; un atome d'hydrogène toujours **1** ; l'atome d'oxygène **2** liaisons, **l'azote N** possède **3** liaisons

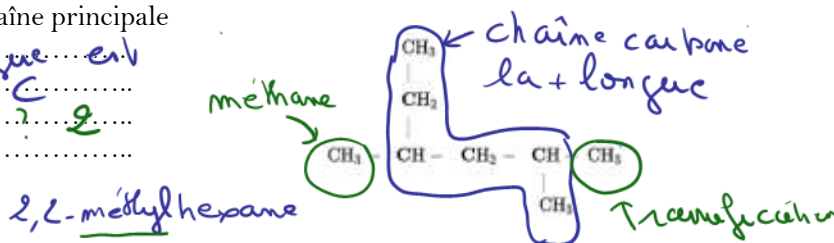
**2- Squelette carboné saturé :**

Les atomes de carbone sont liés les uns aux autres pour former des **chaînes carbonées** qui peuvent être **linéaires**, **ramifiées** ou **cycliques**.  
 Ces chaînes constituent le **squelette** des molécules organiques.  
 Le squelette d'une molécule est **saturé** si toutes les liaisons chimiques entre atomes de carbone sont des **liaisons simples**.

$C_nH_{2n+2}$ 		
Chaîne <b>linéaire</b>	Chaîne <b>ramifiée</b>	Chaîne <b>cyclique</b>

**Remarque :** La chaîne carbonée la plus longue ou chaîne principale

**chaîne carbonée la + longue en**  
**composé de 6 atomes de C**  
**compter de ramifications ? 2**



### 3- Nomenclature des alcanes :

Les alcanes (hydrocarbures...) sont des molécules composées de carbone et d'hydrogène à chaîne linéaire ou ramifiée ou cyclique dont la formule brute est  $C_m \cdot H_{2m+2}$ .  
Ces ne comportent que des liaisons simples C - C et C - H.

$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_3$	$H_3C - CH - CH_3$   $CH_3$	
Chaîne .....	Chaîne .....	Chaîne .....

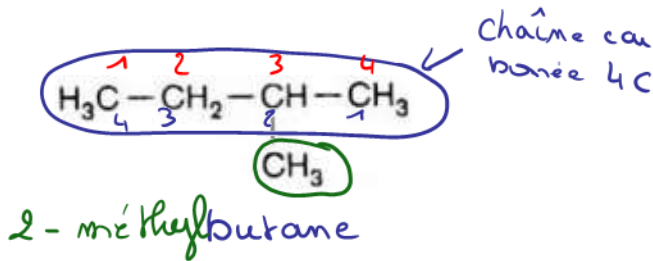
Leur nom doit être connu car on va utiliser l'utiliser pour nommer les molécules organiques (en gras) pour nommer les composés oxygénés. Les 4 premiers possèdent un nom d'usage qui est à connaître :

méthane	éthane	propane	butane	pentane
$CH_4$ méthane	$C_2H_6$ éthane	$C_3H_8$ propane	$C_4H_{10}$ butane	$C_5H_{12}$ pentane

hexane  $C_6H_{14}$     heptane  $C_7H_{16}$     octane  $C_8H_{18}$     nonane  $C_9H_{20}$     décane  $C_{10}H_{22}$     undécane  $C_{11}H_{24}$     dodécane  $C_{12}H_{26}$

**Groupements alkyle** notés -R sont des ramifications de formule  
Exemples :  $CH_3-$  : méthyl     $CH_3-CH_2-$  : éthyl  
 $CH_3-CH_2-CH_2-$  : propyl

Exemples :



**Nomenclature des alcanes :**

- Repérer la chaîne carbonée la plus longue.
- Le nom sera basé sur le nombre d'atomes de carbone de cette chaîne : ...ane
- Repérer d'éventuelles ramifications
- Numéroté la chaîne de façon à ce que la ramification ait le numéro le plus petit.
- ...

3-méthylpentane	2,4-diméthylhexane <del>3,5-diméthylhexane</del>	4-éthyl-2-méthylhexane

**Complément nomenclature des alcanes :**

- 2 ramifications (identiques) : di
- 3 ramifications : tri
- les ramifications sont classées par l'ordre d.

## II- Groupe caractéristique et nomenclature de certaines familles de composés oxygénés

Un groupe **caractéristique** est un groupe d'atomes qui donne des propriétés spécifiques aux molécules qui le possèdent. On dit que ces molécules forment une **...famille... chimique**

### 2-Famille des alcools:

Un **alcool** est un composé organique possédant un **groupe caractéristique**  $-OH$ , appelé **groupe hydroxyle** relié à un atome de carbone tétragonal

La formule générale de l'alcool est  $R-OH$  ou  $C_m H_{2m+1} - OH$

Remarque: un atome de carbone tétragonal réalise toujours 4 liaisons covalentes simples.

Le **nom d'un alcool** dérive de celui de l'alcane correspondant, en remplaçant le "e" final par la terminaison "ol", précédée du plus petit indice de position du groupe hydroxyle ( $-OH$ ) sur la chaîne carbonée principale.

Exemples :

pentan-2-ol	3-méthylpentan-2-ol	3,3-diméthylbutan-1-ol <del>2,2-diméthylbutan-4-ol</del>

Complément nomenclature des alcools :

• On numérote la chaîne carbonée de façon à ce que le numéro de  $-OH$  soit le plus petit possible!

### 3- Famille des aldéhydes et des cétones :

Aldéhydes et cétones sont des composés organiques possédant un **groupe carbonyle**  $C=O$  relié respectivement:

- à zéro ou un atome de carbone (aldéhyde) $\text{C}=\overset{\text{O}}{\text{H}}$ en bout de chaîne	Formule générale des aldéhydes $R-C\overset{\text{O}}{\parallel}-H$
- deux atomes de carbone (cétone)	Formule générale des cétones $R-C\overset{\text{O}}{\parallel}-R'$

- Le nom d'un aldéhyde dérive de celui de l'alcane correspondant, en remplaçant le "e" final par la terminaison "...al...".

- Le nom d'une cétone dérive de celui de l'alcane correspondant, en remplaçant le "e" final par la terminaison "...one...", précédée du plus petit indice de position du groupe carbonyle sur la chaîne carbonée.

### Exemples

2-méthylpropanal	3-méthylpentan-2-one	3-éthylpentanal
3-éthyl-4-méthylpentan-2-one	3-méthylpentanal	méthanal

### Complément nomenclature des aldéhydes et des cétones :

- Pour les aldéhydes, le  $\text{C}=\text{O}$  est toujours en bout de chaîne pas de numérot.
- Pour les cétones, on choisit une numérotation de façon à ce que le numéro de  $\text{C}=\text{O}$  soit le + petit.

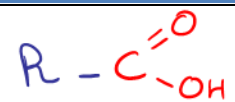
### 3- Famille des acides carboxyliques :

Un acide carboxylique est un composé organique possédant un groupe carboxyle

groupe fonctionnel.

caractéristique toujours en bout de chaîne

Formule générale



Le nom d'un acide carboxylique dérive de celui de l'alcane correspondant, en remplaçant le "e" final par la terminaison ".....oïque.....".  
préfixe de acide.

### Exemples

acide 2-méthylpropanoïque	acide 2-méthylbutanoïque	acide 2-éthyl-4-méthylheptanoïque

### Complément nomenclature des acides carboxyliques :

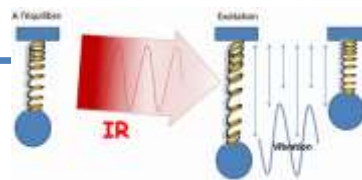
Toujours en bout de chaîne



### III- Quels sont les renseignements fournis un spectre infra rouge ?

#### 1- Principe :

La spectroscopie infrarouge (IR) est dans son principe identique à la spectroscopie UV-visible. Le domaine de longueur d'onde utilisé est (2500 nm - 25000 nm).



**Des ondes électromagnétiques OEM sont envoyées sur la matière et on regarde celles qui sont transmises et celles qui sont absorbées.**

Les OEM dans l'infrarouge possèdent des énergies plus faibles que celles dans le visible et ne peuvent pas être absorbées par les atomes.

Par contre, dans les longueurs choisies, les OEM ont une énergie suffisante pour mettre en « vibration » les liaisons de la molécule : Une liaison C = O n'absorbe pas la même énergie (longueurs d'onde différentes) qu'une liaison C - O ou C - N

Pour cette raison la spectroscopie IR permet de repérer ..... et d'en déduire les groupes caractéristiques présents dans la molécule.

#### 2- Interprétation d'un spectre IR :

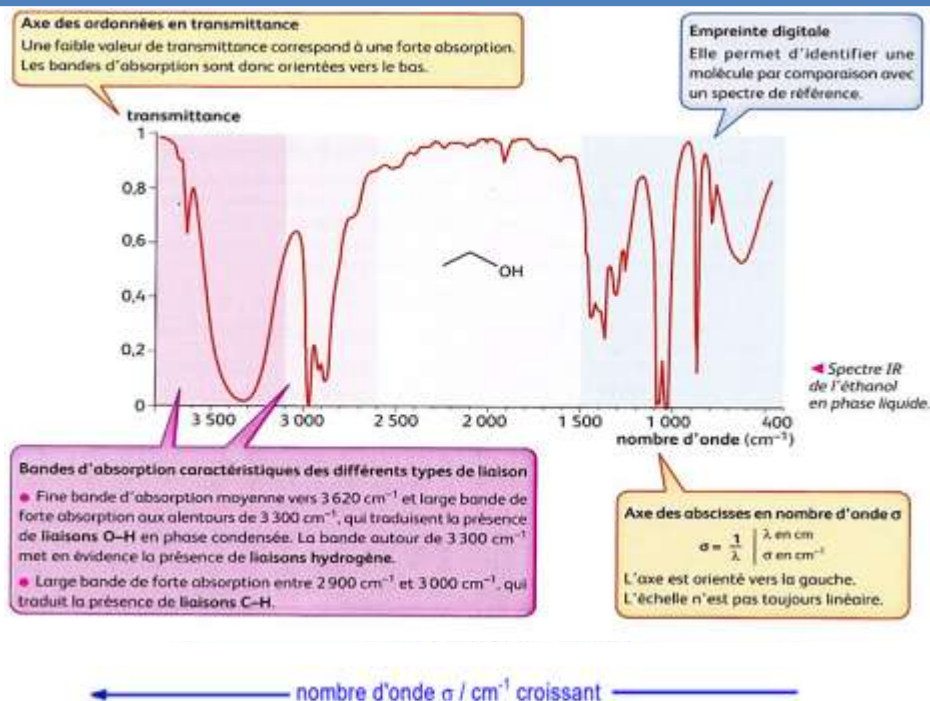
En ordonnée figure la

.....

Une transmittance de 100 % signifie qu'il n'y a pas .....

Si la transmittance diminue alors l'absorption ..... et traduit la présence d'une liaison particulière.

C'est la raison pour laquelle les bandes d'absorption pointent vers le .....



#### En abscisse,

La grandeur représentée en abscisses est le nombre d'onde noté  $\sigma$  (.....) qui est l'inverse de la longueur d'onde  $\lambda$  :

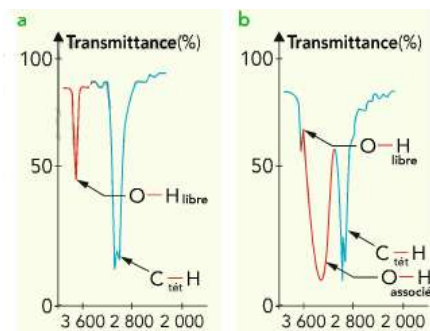
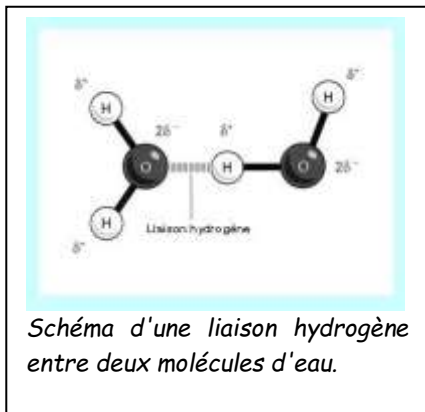
#### On distingue deux domaines sur un spectre :

- La région pour faibles valeurs de  $\sigma$  ( $<1500 \text{ cm}^{-1}$ ), qui est caractéristique du composé et des fonctions présentes est appelée "**empreinte digitale**". Dans cette zone, il est en général difficile d'attribuer les pics observés à des groupes d'atomes. Cette zone permettra de comparer le spectre avec un ou des spectres de référence.
- La région qui correspond aux grandes valeurs de  $\sigma$  ( $4000\text{-}1500 \text{ cm}^{-1}$ ) où apparaissent les bandes caractéristiques de certaines liaisons, par exemple C=O, C=C, C-H, O-H, N-H...qui permet l'identification de groupes caractéristiques. Dans cette zone chaque bande d'absorption dont le nombre d'onde se trouve dans les plages ci-dessous et dans des tables de référence est caractéristique d'un type de liaison chimique.

liaison	nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ )	intensité	liaison	nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ )	intensité
O-H libre	3580 à 3650	F, fine	C=O acide	1680 à 1710	F
O-H lié (associé)	3200 à 3400	F, large	C=O aldéhyde et cétone	1705-1725	F
C <sub>tri</sub> -H (carbone trigonal)	3000 à 3100	m	C <sub>tét</sub> -H	1415 à 1470	F
C <sub>tét</sub> -H (carbone tétragonal)	2800 à 3000	F	C-O	1050 à 1450	F
C=C	1625 à 1685	F	C-C	1000-1250	F
			C≡N (liaison triple)	2 250	Forte, fine

### 3- Particularité de la liaison hydrogène.

La présence de liaisons hydrogène O-H, influence les positions et l'allure des bandes d'absorption.

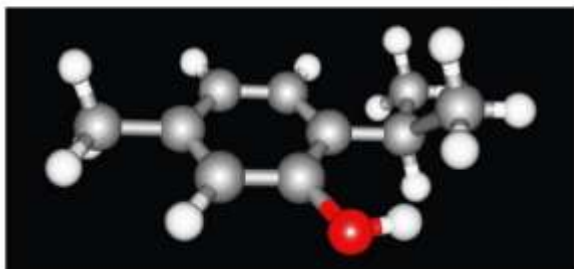


Sur le spectre a, on observe un pic d'absorption au nombre d'onde  $\sigma = 3600 \text{ cm}^{-1}$ . Il est ..... et ..... D'après le tableau précédent, ce pic est donc dû due à une liaison O-H ne présentant pas de liaison .....

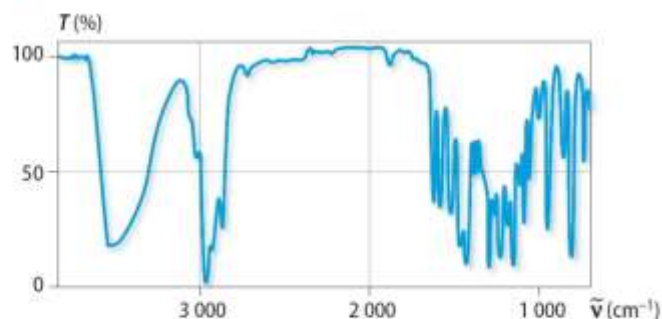
Sur le spectre b, on observe un pic ..... de ..... intensité vers  $3300 \text{ cm}^{-1}$ . D'après le tableau précédent, ce pic est donc dû due à une liaison O-H .....

### 4- Un exemple :

Utilisé en cuisine comme aromate, le thym est aussi une plante médicinale aux vertus antiseptiques. Une des molécules constituant son huile essentielle est le thymol, dont la représentation se trouve ci-après :



1. Quel groupe d'atomes caractéristique comportant de l'oxygène reconnaît-on dans sa représentation ?
2. À quelle famille chimique correspond-il ?
3. Le spectre infrarouge du thymol pur est donné ci-dessous :



En analysant ce spectre, indiquer la bande caractéristique de la fonction déterminée à la question 2.