
	Première Spécialité	Thème : Constitution et transformations de la matière	Cours	
	Chapitre 15 : <b>Structure des composés organiques</b>			

## I Qu'est-ce qu'un composé organique ?

### 1) Définition d'un composé organique

Un **composé organique** est une molécule constituée majoritairement d'atomes de carbone et d'hydrogène.

Les molécules organiques sont constituées de **chaînes d'atomes de carbone** plus ou moins longues, sur lesquelles **un nombre très réduit d'autres atomes** vient se greffer, comme des atomes d'oxygène, d'azote ou de chlore.

### 2) Les différentes chaînes carbonées

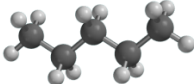
On appelle **chaîne carbonée** l'enchaînement des atomes de carbone constituant une molécule organique.

Il existe deux types de chaînes : les chaînes linéaires (les plus simples) et les chaînes ramifiées.

- Une chaîne carbonée est **linéaire** si elle est constituée d'atomes de carbone liés les uns à la suite des autres et qu'elle ne se ferme pas sur elle-même (pas de cycles). Chaque atome de carbone n'est lié qu'à deux autres atomes de carbone au maximum.



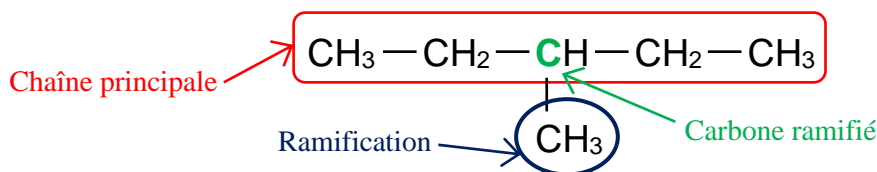
*Exemple :*

Nom	Formule brute	Formule semi-développée	Modèle moléculaire
Pentane	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>3</sub>	

*Remarque :* les atomes de carbone sont tétravalents et ont une géométrie tétraédrique. Les chaînes carbonées prennent donc la forme d'un « zig-zag », qui n'est pas visible sur la formule semi-développée.

- Une chaîne carbonée est **ramifiée** si au moins un des atomes de carbone, appelé **carbone ramifié**, est lié à plus de deux autres atomes de carbone. On appelle **chaîne principale** la chaîne comportant le plus d'atomes de carbone.

*Exemple :*



## II Les alcanes

### 1) Définition

Un **alcane** est une molécule organique qui :

- ne contient que des atomes de **carbone C** et d'**hydrogène H** (pas d'autres atomes) ;
- ne comporte que des **liaisons simples** entre ses atomes de carbone (pas de liaisons doubles ou triples).

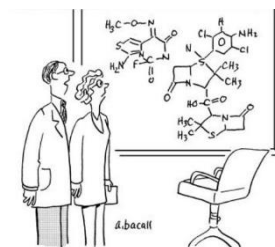
La formule brute générale des alcanes est C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>.

*Exemple :* Si n = 3, alors 2n + 2 = 2 × 3 + 2 = 8. L'alcane aura pour formule brute : C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.

## 2) Nomenclature des alcanes linéaires

La **nomenclature** donne l'ensemble des règles permettant de **donner un nom** aux molécules.

*Laissons tomber la nomenclature et appelons-le composé X ...*



Nombre d'atome(s) de carbone	Nom de l'alcane	Formule brute	Formule semi-développée
1	<b>Méthane</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	CH <sub>4</sub>
2	<b>Ethane</b>	<b>C<sub>2</sub>H<sub>6</sub></b>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>
3	<b>Propane</b>	<b>C<sub>3</sub>H<sub>8</sub></b>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
4	<b>Butane</b>	<b>C<sub>4</sub>H<sub>10</sub></b>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
5	<b>Pentane</b>	<b>C<sub>5</sub>H<sub>12</sub></b>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
6	<b>Hexane</b>	<b>C<sub>6</sub>H<sub>14</sub></b>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
7	<b>Heptane</b>	<b>C<sub>7</sub>H<sub>16</sub></b>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
8	<b>Octane</b>	<b>C<sub>8</sub>H<sub>18</sub></b>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
9	<b>Nonane</b>	<b>C<sub>9</sub>H<sub>20</sub></b>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
10	<b>Décane</b>	<b>C<sub>10</sub>H<sub>22</sub></b>	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>

**Les 4 premiers alcanes ont des noms historiques (il faut les apprendre !!).**

**Les noms des autres alcanes s'obtiennent en prenant un préfixe en grec correspondant au nombre d'atomes de carbone et en ajoutant la terminaison « -ane ».**

A apprendre par cœur :

**Méthane / Ethane / Propane / Butane / Pentane / Hexane / Heptane / Octane / Nonane / Décane**

## 3) Nomenclature des alcanes ramifiés

**Les ramifications venant se greffer sur la chaîne principale sont appelées groupements alkyles.**

**Le nom du groupement alkyle dérive du nom de l'alcane linéaire contenant le même nombre d'atomes de carbone. On retire la terminaison « -ane » et on la remplace par la terminaison « -yl- ».**

Exemple : Le **méthane** de formule CH<sub>4</sub> donne le groupement **méthyl-** de formule -CH<sub>3</sub>.

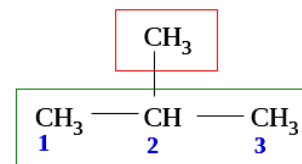
Ces groupements alkyles n'existent jamais tous seuls puisque ce sont des ramifications. Ils font toujours partie d'une molécule organique. Le petit tiret « - » devant leur formule brute représente la liaison covalente leur permettant de venir se « coller » à une chaîne principale.

Nombre d'atome(s) de carbone	Nom du groupement alkyle	Formule brute	Formule semi-développée
1	méthyl-	-CH <sub>3</sub>	-CH <sub>3</sub>
2	éthyl-	-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
3	propyl-	-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
4	butyl-	-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>
5	pentyl-	-C <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>

## Règles de nomenclature

- On repère la chaîne carbonée la plus longue. C'est la **chaîne principale**. Attention, elle n'est pas toujours en ligne droite.  
On compte le nombre d'atomes de carbone dans cette chaîne : le nom de l'alcane ramifié dérivera de l'alcane linéaire correspondant.

Exemple 1 : il y a 3 atomes de carbone dans la chaîne principale, donc le nom dérivera de « **propane** ».



Exemple 1

- On repère les groupements alkyles qui viennent se fixer sur la chaîne la plus longue. Ce sont des **ramifications**. On compte le nombre d'atomes de carbone de chaque ramification. Le nom de la ramification va dériver de l'alcane correspondant, en remplaçant le suffixe « -ane » par « -yl- ».

Exemple 1 : la ramification n'a qu'un seul atome de carbone, son nom est donc « **méthyl-** ».

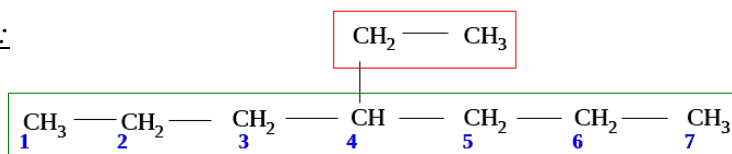
- On numérote la chaîne de manière que la **somme des indices** portés par les ramifications soit la **plus faible** possible.

On indique le **numéro** de l'atome de carbone sur lequel vient se fixer la ramification, suivi d'un **tiret** puis du nom du groupement **alkyle**, et enfin le nom de l'**alcane** de la chaîne principale.

Exemple 1 :

**2-méthylpropane**

Exemple 2 :



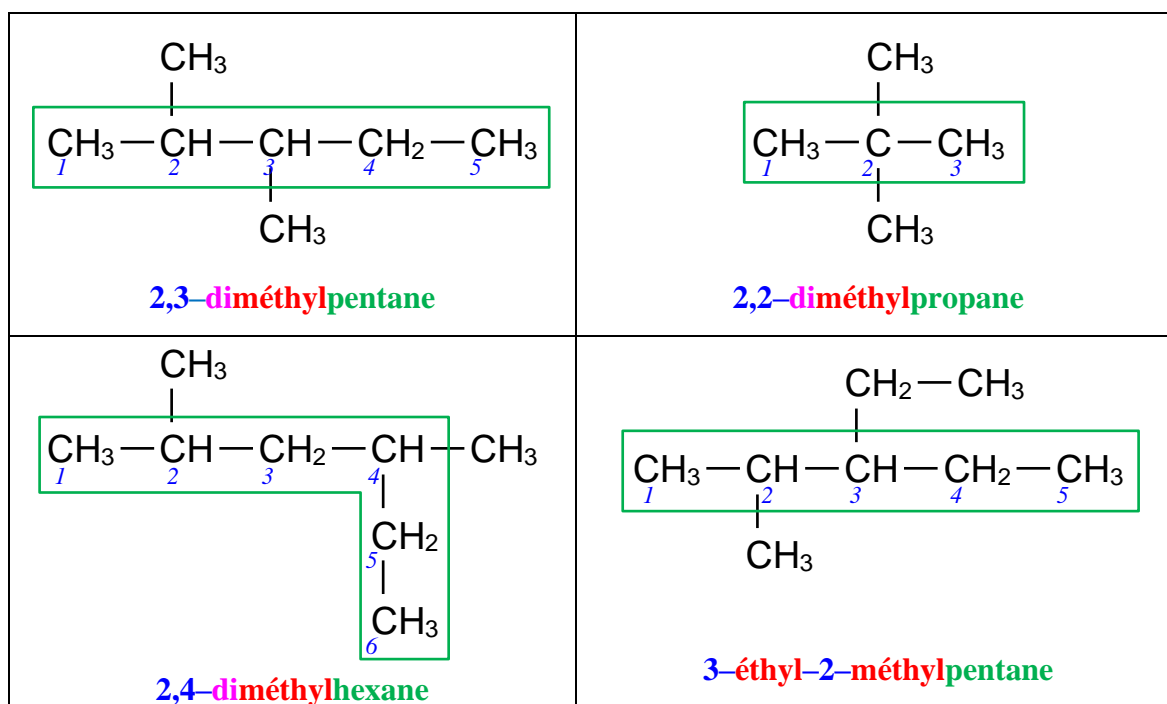
**4-éthylheptane**

Une chaîne carbonée peut avoir plusieurs ramifications. Dans ce cas, il faut noter **les indices de tous les groupements alkyles** qui viennent s'attacher à la chaîne principale.

- S'il y a plusieurs groupements **identiques**, il faut également préciser leur nombre avec un préfixe grec (**di** pour 2, **tri** pour 3, **tétra** pour 4 ...). Par exemple, deux groupements méthyl- donnent du « **diméthyl-** ».
- S'il y a des groupements **différents**, il faut les citer par ordre alphabétique sans se préoccuper des préfixes « di » ou « tri ». Par exemple, le groupe **éthyl-** est à écrire avant le groupe **méthyl-**.

Exercice :

Nommer les molécules suivantes :

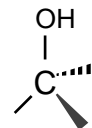


### III Les alcools

#### 1) Définition

Un alcool est une molécule organique qui :

- contient le **groupe caractéristique hydroxyle « -OH »**, appelé aussi fonction alcool ;
- dont l'atome de carbone porteur du groupe -OH n'est lié à aucun autre groupe caractéristique ni engagé dans une double liaison. Il s'agit d'un carbone tétraédrique.



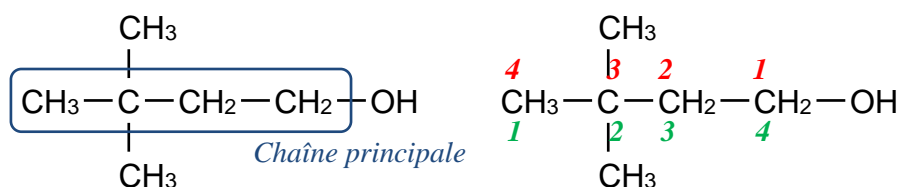
#### 2) Nomenclature des alcools

Les règles de nomenclature sont les mêmes que pour les alcanes avec quelques nouveautés :

- On remplace le « e » de la terminaison « ane » par la terminaison « ol ».  
*Exemple* : « méthane » devient « méthanol ».
- La chaîne principale est la chaîne carbonée la plus longue qui **inclut le carbone portant le groupe hydroxyle** -OH, appelé *carbone fonctionnel*, car il porte la fonction alcool.
- La numérotation de la chaîne principale se fait toujours de manière à attribuer **le plus petit numéro au carbone fonctionnel**.
- On indique la position du groupe hydroxyle par un indice placé devant la terminaison « ol », séparé du reste du nom par des tirets. Par exemple : butan-2-ol.
- Pour finir, on place le nom des groupements alkyles présents dans l'ordre alphabétique avec leur indice de position, puis on leur attribue si besoin un préfixe multiplicateur.

*Remarque* : Si la lecture dans les deux sens donne le même nombre pour le carbone fonctionnel, on utilise la loi des groupements alkyles (somme la plus petite).

*Exemple* :



\* La chaîne carbonée la plus longue contenant le groupement hydroxyde -OH contient 4 atomes de carbone. Le nom de l'alcool dérivera du **butanol**.

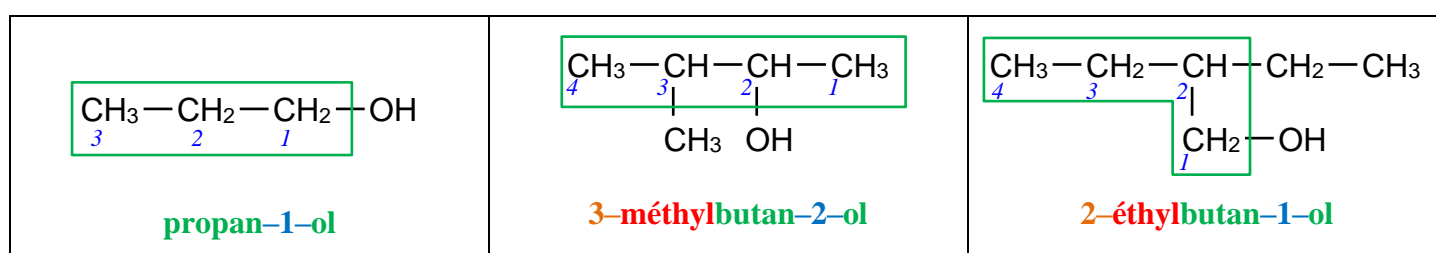
\* Il y a deux sens de numérotation possible. Le carbone fonctionnel (contenant le groupement hydroxyle) doit avoir **le plus petit numéro possible**. Il faut donc numérotter la chaîne de droite à gauche (numéros en rouge), ce qui donne l'indice « 1 » au groupement hydroxyle.

\* Il y a **deux groupements méthyl-** qui se fixent en position **3** et **3** sur la chaîne principale.

**3,3-diméthylbutan-1-ol**

*Exercice* :

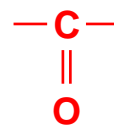
Nommer les molécules suivantes :



## IV Les aldéhydes et les cétones

### 1) Point commun et différence entre aldéhyde et cétone

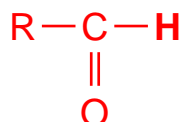
Les aldéhydes et les cétones sont des composés oxygénés qui contiennent le groupe caractéristique carbonyle « C=O ». Ils sont appelés composés carbonylés.



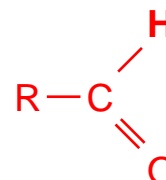
Le carbone fonctionnel est celui du groupe carbonyle. Il est trigonal (lié à 3 autres atomes, dont l'atome d'oxygène par liaison double).

Un aldéhyde (nom masculin) est un composé carbonylé dont le carbone fonctionnel est lié à au moins un atome d'hydrogène. Le groupe carbonyle se trouve donc obligatoirement en bout de chaîne (au début ou à la fin).

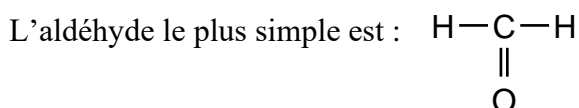
Sa formule générale est :



On le note également ainsi :

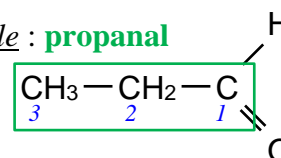


« R » représente une chaîne carbonée quelconque (ou un atome d'hydrogène pour le cas le plus simple).



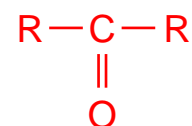
Il s'agit du **méthanal** (1 seul atome de carbone)

Autre exemple : **propanal**

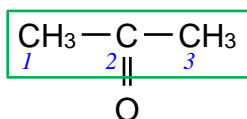


Une cétone (nom féminin) est un composé carbonylé dont le carbone fonctionnel est lié à deux autres atomes de carbone. Le groupe carbonyle se trouve donc obligatoirement dans la chaîne.

Sa formule générale est :

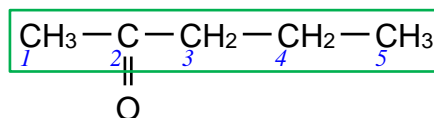


Exemples :



**propan-2-one**

(ou propanone ou acétone)



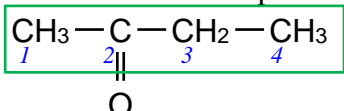
**pentan-2-one**

### 2) Nomenclature des aldéhydes et des cétones

Les règles de nomenclature des aldéhydes et des cétones ressemblent beaucoup à celles des alcools.

- On recherche la chaîne la plus longue (chaîne principale) comportant l'atome de **carbone fonctionnel**.
- On numérote les atomes de carbone pour que le **numéro** du carbone fonctionnel soit le **plus petit possible**.
- On nomme la chaîne principale comme s'il s'agissait d'un alcane.
- On remplace le « e » de l'alcane par la terminaison « **al** » pour les aldéhydes et « **one** » pour les cétones.
- Pour les cétones, le groupe carbonyle peut être n'importe où dans la chaîne, il faut donc préciser sa position en intercalant l'indice de position avant la terminaison « one ».

Exemple :

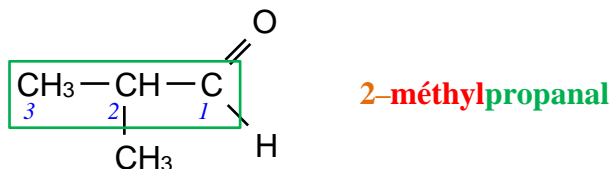


**butan-2-one**

Les aldéhydes sont obligatoirement en bout de chaîne, l'indice de position du groupe carbonyle est donc obligatoirement « 1 ». Ce n'est donc pas la peine de l'écrire. Il n'est donc jamais écrit avant la terminaison « al ».

- On repère les éventuelles ramifications 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.

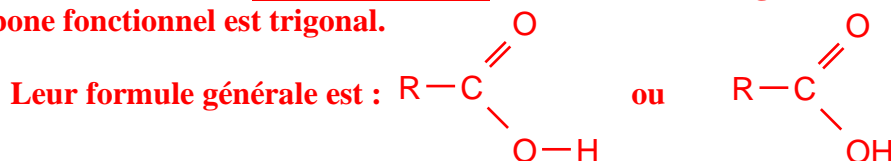
*Exemple :*



## V Les acides carboxyliques

### 1) Définition des acides carboxyliques

**Les acides carboxyliques sont des composés oxygénés qui contiennent le groupe caractéristique carboxyle – COOH, encore noté – CO<sub>2</sub>H. Le groupe carboxyle se trouve donc obligatoirement en bout de chaîne. L'atome de carbone fonctionnel est trigonal.**



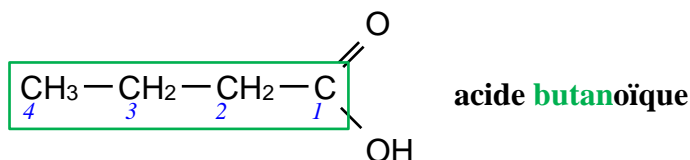
« R » représente une chaîne carbonée quelconque (ou un atome d'hydrogène pour le cas le plus simple).

### 2) Nomenclature des acides carboxyliques

Pour trouver le nom d'un acide carboxylique :

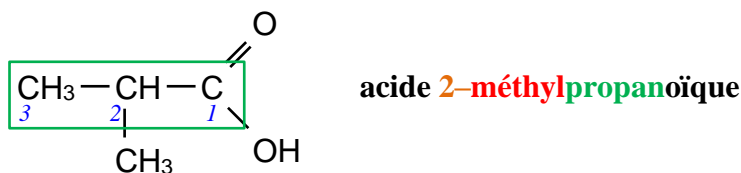
- On recherche la chaîne la plus longue comportant l'atome de carbone fonctionnel.
- On numérote les atomes de carbone **en démarrant toujours par celui du groupe carboxyle**.
- On nomme la chaîne principale comme s'il s'agissait d'un alcane.
- On remplace le « e » de l'alcane par la terminaison « **oïque** ». On ajoute devant le nom le mot « **acide** ».

*Exemple :*



- On repère les éventuelles ramifications 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.

*Exemple :*

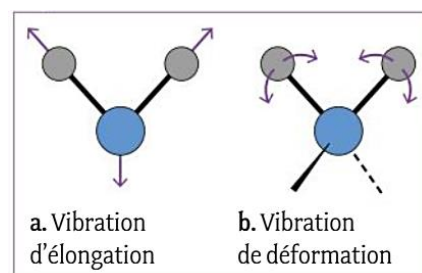


## VI La spectroscopie infrarouge

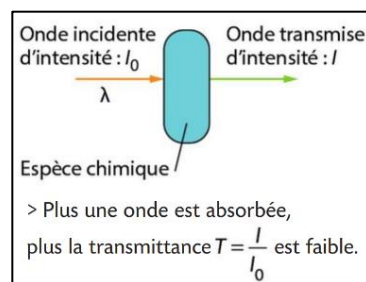
### 1) Le spectre infrarouge

Dans une molécule, les liaisons peuvent absorber un rayonnement infrarouge pour vibrer ou tourner. Chaque type de liaison (O – H, C – O, C – H, ...) absorbe une longueur d'onde bien précise.

Ces longueurs d'onde absorbées sont caractéristiques des liaisons chimiques présentes dans la molécule et permettent d'identifier les groupes caractéristiques présents.



On peut envoyer sur une molécule inconnue un rayonnement infrarouge de différentes longueurs d'onde (entre 800 nm et 25 000 nm) et repérer celles qui sont absorbées. L'ensemble des longueurs d'onde absorbées sont rassemblées dans un **spectre infrarouge** et permettent d'identifier la molécule.



En **ordonnée**, on ne représente pas les longueurs d'onde absorbées mais on représente celles transmises. On utilise la **transmittance** notée  $T$ . Elle est égale au rapport de l'intensité de l'onde transmise  $I$  sur l'intensité de l'onde incidente  $I_0$ .

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

La transmittance est sans unité, on l'exprime parfois en pourcentage.

- Si  $T = 100\%$  (ou 1), cas pour lequel  $I = I_0$ , la longueur d'onde n'est pas absorbée, elle est transmise et traverse l'échantillon comme s'il était transparent.
- Si  $T = 0\%$ , la longueur d'onde n'est pas transmise, elle est absorbée par l'échantillon.
- Entre 0 et 100 %, la longueur d'onde est plus ou moins absorbée. Plus une longueur d'onde est absorbée, plus la transmittance est faible.

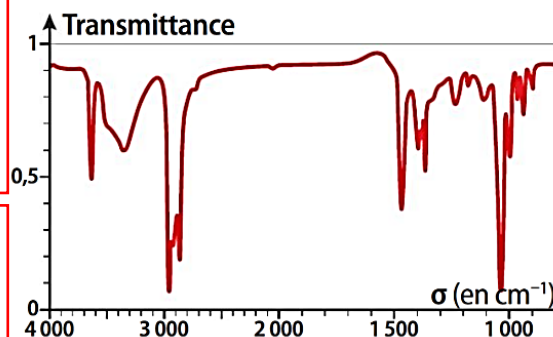
En **abscisse**, plutôt que de travailler avec la longueur d'onde  $\lambda$ , on utilise une grandeur qui lui est directement reliée : le **nombre d'onde** noté  $\sigma$  (lettre grecque sigma).

Le **nombre d'onde**  $\sigma$  est relié à la longueur d'onde  $\lambda$  par la

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

L'unité du nombre d'onde est l'inverse d'une longueur. On le mesure par habitude en  $\text{cm}^{-1}$ .

Un **spectre infrarouge** d'un échantillon est un graphique présentant la transmittance  $T$  en fonction du nombre d'onde  $\sigma$  en  $\text{cm}^{-1}$ .



## 2) Identification de groupes caractéristiques

La présence d'une liaison dans une molécule se manifeste par la présence sur son spectre d'une **bande d'absorption** caractéristique dirigée vers le bas, que l'on reconnaît à son allure.

Elle est caractérisée par sa **largeur** (fine ou large), par son **intensité** (intense, moyenne ou faible) et par son **nombre d'onde**, en les comparant avec des valeurs dans des tables.

L'identification d'une molécule nécessite donc d'utiliser des **tables de spectroscopie IR** dans lesquelles ces données sont notées (intensité et largeur des bandes d'absorption et nombre d'onde correspondant).

**Remarque** : Quand la bande est fine et pointue, on parle de pic.

Intensité des bandes d'absorption			Largeur des bandes d'absorption	
Intense	Moyenne	Faible	Large	Fine

Type de liaison	$\sigma$ (en $\text{cm}^{-1}$ )	Largeur de la bande	Intensité de la bande
C-H	2 900 - 3 100	Variable	Moyenne à forte
O-H (phase gazeuse)	vers 3 600	Fine	Forte
O-H (alcool, phase condensée)	3 200 - 3 550	Large	Forte
O-H (groupe carboxyle)	2 500 - 3 500	Large	Moyenne à forte
C=O (acide carboxylique)	1 700 - 1 730	Fine	Forte
C=O (aldéhyde)	1 720 - 1 740	Fine	Forte
C=O (cétone)	1 700 - 1 720	Fine	Forte

Doc. 13 Extrait de tables spectroscopiques.