

Introduction : La matière organique (produite par les êtres vivants) est transformée dans le vivant, au laboratoire ou dans l'industrie pour produire de très nombreuses espèces chimiques organiques. Elle est aussi exploitée, en tant que combustibles, dans divers dispositifs de chauffage ou de production d'énergie électrique. [Vidéo](#) d'introduction (RMN hors programme).

## I) Les familles de composés organiques

### I-1 Modélisation des molécules ,rappel

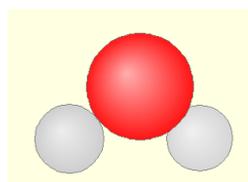
Il existe plusieurs façons de représenter des édifices atomiques (molécules ou ion polyatomiques):

- **la formule brute**: on écrit côte à côte les symboles des atomes qui les constituent, en précisant en indice, à droite du symbole le nombre d'atomes. Si ce nombre est égal à 1 on ne l'écrit pas.

**Exemple** : la molécule d'eau de formule brute  $H_2O$  est composé de 2 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène.

- **les modèles moléculaire** : ils représentent une molécule dans l'espace. On en distingue 2 types :

- **Le modèle compact** : chaque atome est représenté par une boule de couleur déterminée.

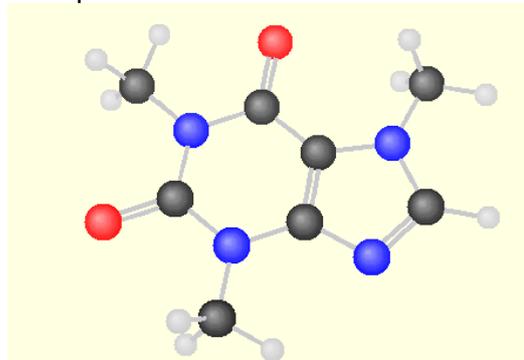


**Exemple** : modèle compact de l'eau de formule brute  $H_2O$

L'atome d'oxygène est de couleur rouge, les atomes d'hydrogène sont de couleur blanche.

- **Le modèle éclaté** : les atomes sont représentés par des boules de couleur déterminée, les liaisons sont représentées par des barres

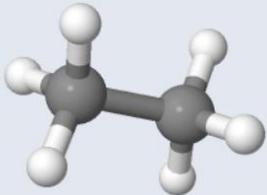
Exemple : modèle éclaté de la caféine

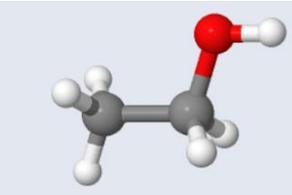
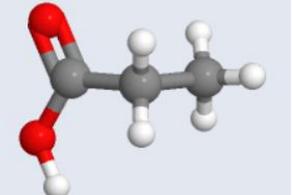
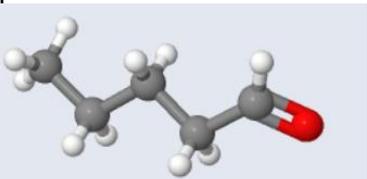
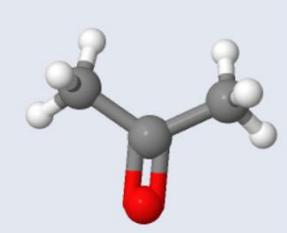


- **formules développées et semi-développées** :

L'enchaînement des atomes dans un édifice atomique peut être représenté par une formule développée ou semi-développée. Dans une formule développée, toutes les liaisons entre les différents atomes apparaissent. Dans une formule semi-développée, les liaisons concernant les atomes d'hydrogène ne sont pas représentées (pour gagner du temps et de la place!).

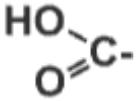
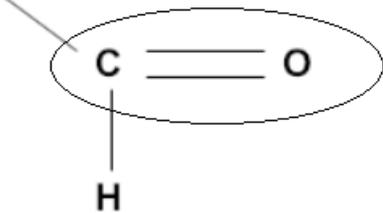
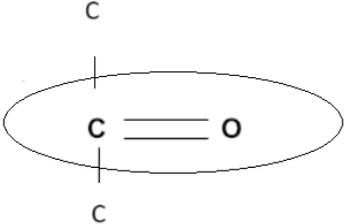
**Exercice** : à l'aide de l'animation [représentation spatiale des molécules](#), remplir le tableau suivant :

Modèle moléculaire	formule brute	formule développée	formule semi-développée
 <p>éthane</p>			

 éthanol			
acide propanoïque 			
pentanal 			
propanone 			

## I-2 Groupes caractéristiques et famille de composés

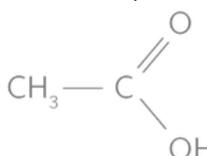
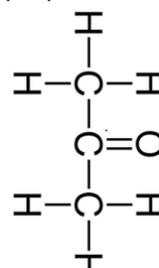
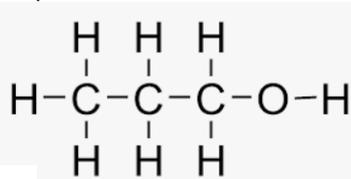
Un composé organique provient d'une **espèce vivante**. Il contient une **chaîne carbonée** et un ou plusieurs groupes caractéristiques. Les molécules possédant le **même groupe caractéristique** ont des **propriétés chimiques similaires**. Ces propriétés définissent la **fonction chimique**.

Famille chimique	acide carboxylique	alcool	aldéhyde	cétone
groupe d'atome caractéristique de la fonction chimique	carboxyle 	hydroxyle -O-H	carbonyle (groupe entouré) 	carbonyle (groupe entouré) 

Remarque : dans la famille des aldéhydes, le carbone du groupe carbonyle est lié à au moins un hydrogène. Dans la famille des cétones, le carbone du groupe carbonyle est lié à 2 atomes de carbone.

Exercice 1 : clique sur l'animation [reconnaître les fonctions de chimie organique](#), effectue les exercices.

Exercice 2 : remplir le tableau suivant

	<p>acide éthanóïque</p> 	<p>propanone</p> 	<p>éthanal</p> 	<p>propan-1-ol</p> 
famille chimique				
nom du groupe caractéristique à entourer dans la formule développée ou semi-développée				

## II) Nomenclature des composés organiques:

### II-1 rappel sur le nom des 5 premiers alcanes à chaîne linéaire

Les alcanes à chaîne linéaire sont constitués à partir de carbone tétraédrique (lié à 4 autres atomes) et d'atomes d'hydrogène. Leur formule brute générale est  $C_nH_{2n+2}$ . Leur nom doit être connu car on va utiliser leur préfixe pour nommer les composés oxygénés. La phrase à connaître !

Un groupement alkyle correspond à une ramification de la chaîne principale

**Maman est partie bébé pleure**

Méthane éthane propane butane pentane

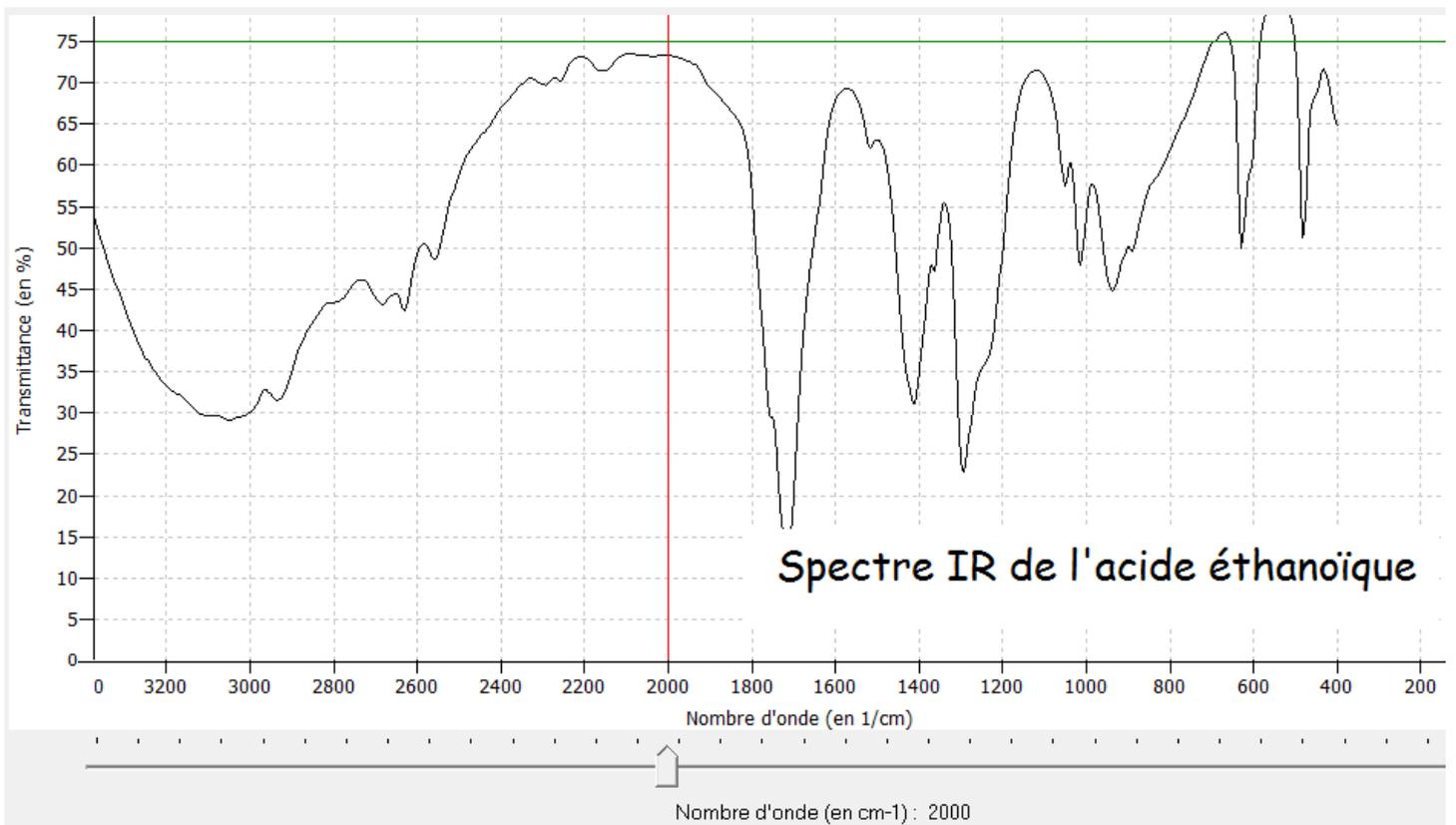
Nom	Nombre d'atomes de carbone	Formule brute	formule et nom du groupement alkyle correspondant
méthane	1		
éthane	2		
propane	3		
butane	4		
pentane	5		

### II-2 règles de nomenclature des acides carboxyliques

Attention ces règles ne sont pas à connaître par cœur ! Pour établir le nom des acides carboxyliques







A compléter avec les mots : transmittance  $T$  en %, absorbé, **nombre d'onde**  $\sigma$  (sigma) (2 fois).

**Le spectre IR d'une espèce chimique** représente sa \_\_\_\_\_ en ordonnée en fonction du \_\_\_\_\_ en abscisse. Généralement le \_\_\_\_\_ est exprimé en  $\text{cm}^{-1}$ , il est égal à l'inverse de sa longueur d'onde

$\lambda$ :  $\sigma =$

unités légales :  $\lambda(\text{m})$ ,  $\sigma(\text{m}^{-1})$

**La transmittance  $T$**  est égale au rapport de l'intensité transmise  $I$  à travers la substance à analyser sur l'intensité  $I_0$  transmise par le solvant. La transmittance n'a **pas d'unité**, sa valeur est comprise entre 0 et 1 :  $T = I/I_0$ .

Une transmittance de 100 % indique que l'IR n'est pas \_\_\_\_\_. Lorsqu'un IR ou une bande d'IR est absorbé alors on observe un pic ou une bande d'absorption orienté vers le bas.

**Exercice** : quelle est la longueur d'onde, en mètre, la plus absorbé par l'acide éthanoïque ? Quelle est la valeur de la transmittance correspondante ?

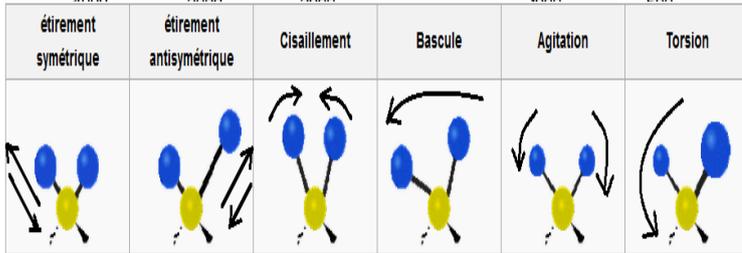
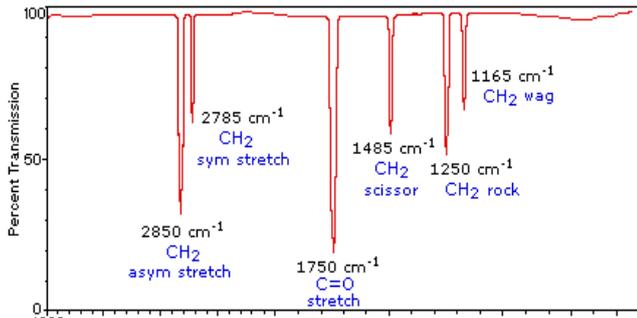
**Exemple vidéo**: [animation du spectre infrarouge du méthanal \(en anglais\)](#).

Le spectre IR du méthanal possède plusieurs pics d'absorption:

- 5 pics correspondant à la liaison entre le carbone et les 2 hydrogènes (notée  $\text{CH}_2$  sur le spectre)
- un pic correspondant à la double liaison entre le carbone et l'oxygène.

Ce spectre permet d'affirmer que l'espèce analysée est le premier aldéhyde : le méthanal. Sur le graphique sont indiqués les nombres d'onde correspondant aux absorptions les plus importantes donc aux transmittances les plus faibles.

## Gas Phase Infrared Spectrum of Formaldehyde, H<sub>2</sub>C=O



### III-3 Pourquoi l'espèce chimique absorbe-t-elle les IR?

Les atomes de la molécule peuvent se déplacer dans toutes les directions. Par exemple les atomes du groupe CH<sub>2</sub> peuvent vibrer de 6 manières différentes : étirements (stretching), symétrique et anti symétrique, cisaillement (scissoring), bascule (rocking), agitation hors du plan (wagging) et torsion (twisting). Voir [l'animation wikipédia](#).

A chaque vibration correspond une énergie  $E_n$ . Lorsque les IR correspondant à cette énergie interagissent avec l'espèce chimique, ils sont absorbés, leur transmittance est alors faible.

### III-4 Méthode pour analyser un spectre IR

1) repérer les liaisons chimiques ( C-O, C-H, C=O, O-H etc..) grâce à leurs nombres d'onde. Attention à une

liaison peut correspondre **plusieurs bandes d'absorption** car la liaison peut vibrer de différentes façons (symétrique, cisaillement etc..)

2) rechercher les groupes caractéristiques ( hydroxyle OH, carboxyle -COOH etc..) possédant ces liaisons. Attention certaines liaisons appartiennent à plusieurs groupes. Par exemple la liaison C=O appartient aux groupes carboxyle et carbonyle.

3) vérifier que toutes les bandes caractéristiques des groupes retenus se trouvent dans le spectre IR

4) utiliser éventuellement les valeurs précises des nombres d'onde pour départager les groupes.

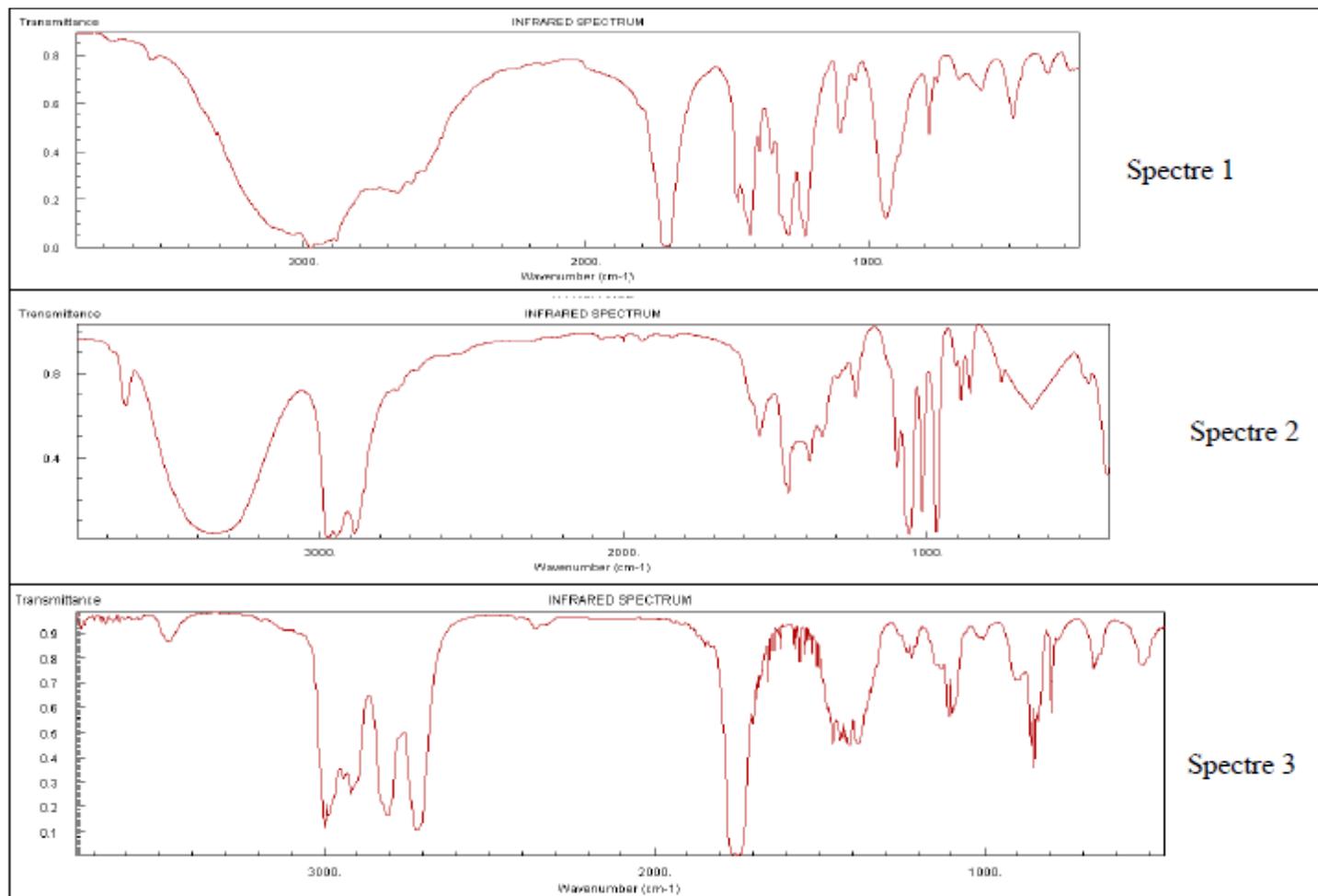
Plus la liaison est forte, plus le nombre d'onde  $\sigma$  d'absorption est élevé

### III-5 Quelques bandes d'absorption caractéristiques

Les nombres d'ondes utiles à la recherche des groupes caractéristiques sont supérieurs à 1500 cm<sup>-1</sup> (à part quelques exceptions comme pour la liaison C-O, voir tableau ci-dessous). Ceux inférieurs à 1500 cm<sup>-1</sup> ne sont utiles que pour comparer les spectres. Cliquez sur l'animation d'Ostralo.net : [spectres IR](#). Pour chaque molécule, remplir le tableau suivant :

formule développée et famille chimique	Nom et formule du groupe caractéristique	types de liaison	bande d'absorption
<b>molécule 1</b>			
<b>molécule 2</b>			
<b>molécule 3</b>			
<b>molécule 4</b>			
<b>molécule 6</b>			

molécule 7			
molécule 8			



### III-6 Exercice

Par oxydation de l'espèce A, on obtient l'espèce B. Lorsque l'oxydant est en excès, l'espèce B est à son tour oxydée en une espèce C.

Espèces	A	B	C
Formules	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{O}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C} \begin{matrix} \text{OH} \\ \diagup \\ \text{O} \\ \diagdown \end{matrix}$
type de liaison	C-H		
Familles			
Noms			

Données :

liaison	O-H (acide)	O-H (alcool)	C=O	C=C	C <sub>tert</sub> -H	N-H
Nombre d'onde en cm <sup>-1</sup>	2500-3200	3200-3650	1700-1740	1620-1690	2750-2900	3100-3500

1) Dans le tableau entourer les groupes caractéristiques ;2) Compléter le tableau ;3) Attribuer un spectre à chacune des espèces A, B et C. (à justifier sur les spectres). Exercice 15, 16 du livre

A) Structure des entités organiques	
Notions et contenus Capacités exigibles	Activités expérimentales support de la formation
<p>Formules brutes et semi-développées. Squelettes carbonés saturés, groupes caractéristiques et familles fonctionnelles</p> <p>Lien entre le nom et la formule semi-développée.</p> <p>Identification des groupes caractéristiques par spectroscopie infrarouge.</p>	<p>Identifier, à partir d'une formule semi-développée, les groupes caractéristiques associés aux familles de composés : alcool, aldéhyde, cétone et acide carboxylique</p> <p>Justifier le nom associé à la formule semi-développée de molécules simples possédant un seul groupe caractéristique et inversement</p> <p>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.</p>