

Chapitre 16 : Identification de molécules organiques

Extrait Programme 1^{ère} spé

Formules brutes et semi-développées Squelettes carbonés saturés, groupes caractéristiques et familles fonctionnelles	<ul style="list-style-type: none">- 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.- <i>Utiliser des modèles moléculaires ou des logiciels pour visualiser la géométrie de molécules organiques.</i>
Lien entre le nom et la formule semi-développée	
Identification des groupes caractéristiques par spectroscopie infrarouge	

I- Représenter une molécule

1- Différentes formules pour une même molécule

La **formule brute** d'une molécule indique le symbole de ses atomes ainsi que leur nombre (il est précisé en bas à droite du symbole de chaque atome). Aucune information n'est donnée sur la structure de la molécule.

Dans la **formule développée**, tous les symboles des atomes sont écrits et chaque liaison est indiquée par un trait.

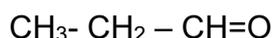
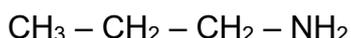
Dans la **formule semi-développée**, les liaisons avec un hydrogène n'apparaissent plus. On écrit le symbole des atomes d'hydrogène et leur nombre à côté de celui auquel ils sont attachés.

Exemple :

1) Écrire la formule semi-développée et la formule brute des molécules suivantes :



2) Écrire la formule développée des molécules suivantes :



On retiendra (voir Chapitre 12) le nombre de liaisons covalentes réalisées par les atomes principalement utilisés en chimie organique :

Atomes	C	H	O	N
Nombre de liaisons	4	1	2	3

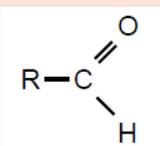
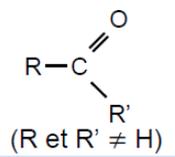
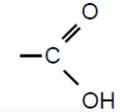
2- La structure de la chaîne carbonée

La chaîne carbonée est le réseau des atomes de carbone de la molécule. La chaîne carbonée peut être linéaire, ramifiée ou cyclique.

Application : Reconnaître la structure de la chaîne carbonée <https://learningapps.org/7865066>

3- Groupes caractéristiques et familles

La présence de certains groupes d'atomes dans une molécule lui confère des propriétés particulières. Les chimistes regroupent donc les molécules en familles chimiques, caractérisées par des groupes caractéristiques.

Familles chimiques		ALCOOL	ALDÉHYDE	CÉTONE	ACIDE CARBOXYLIQUE
Groupe caractéristique	Formule	-OH			
	Nom	Hydroxyle	Carbonyle HC=O (lié à un atome d'hydrogène)	Carbonyle C=O (lié à deux atomes de carbone.)	Carboxyle

Applications :

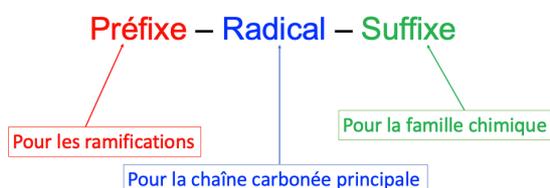
Exemple 1 : Reconnaître le maximum de familles : <http://chimie.ostralo.net/fonctionsorganiques/>

Exemple 2 : Reconnaître les cétones et les aldéhydes : <https://learningapps.org/7868318>

II- Nommer une molécule

Le nom d'une molécule est codifié par des règles bien précises, identiques dans le monde entier. On appelle l'étude des noms des molécules la nomenclature.

Chaque nom est constitué de la même manière :



1- Nommer les alcanes

La famille de molécules de base de la chimie organique est la famille des alcanes, composées uniquement d'atomes de C et de H, liés entre eux par des liaisons simples.

Pour un alcane non cyclique, sa formule brute générale est C_nH_{2n+2} .

Le suffixe pour tous les alcanes est **-ane**.

Alcanes à chaîne carbonée linéaire : aucun préfixe.

Le radical renseigne sur le nombre d'atomes dans la chaîne carbonée :

Nombre de C	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Radical	méth-	éth-	prop-	but-	pent-	hex-	hept-	oct-	non-

Alcanes à chaîne carbonée ramifiée : On considère qu'ils sont formés d'une chaîne principale sur laquelle se fixent des groupements.

- 1) La chaîne carbonée principale est la chaîne comptant le plus de C. Elle est nommée suivant la règle des alcanes à chaîne carbonée linéaire.
- 2) Les groupements présents sur les ramifications (ou substituants) sont nommés et sont intégrés au nom dans le préfixe.

Pour différencier les groupements présents sur une ramification des atomes de la chaîne carbonée principale, les noms des substituants se terminent par « -yl »

Nombre de C sur le substituant	1	2	3	4
Nom	méthyl	éthyl	propyl	butyl

Point méthode :

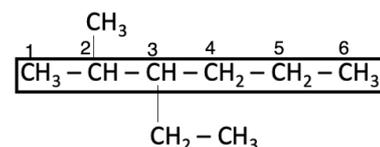
- 1) On vérifie qu'il n'y a que des C et H avec des liaisons simples : le suffixe est -ane.
- 2) On cherche la chaîne carbonée la plus longue qui donne le radical de la molécule.
- 3) On numérote la chaîne principale afin de donner le plus petit nombre au carbone sur lequel est fixé le groupement.
- 4) En préfixe, on ajoute le nom du groupement fixé sur la chaîne principale avec sa position.

Remarques :

- S'il y a plusieurs groupements identiques dans la molécule, on place le préfixe di-, tri-, devant le nom du groupement.
- S'il y a plusieurs groupes différents, on les nomme dans l'ordre alphabétique (di, tri ne comptant pas pour l'ordre alphabétique).

Exemple :

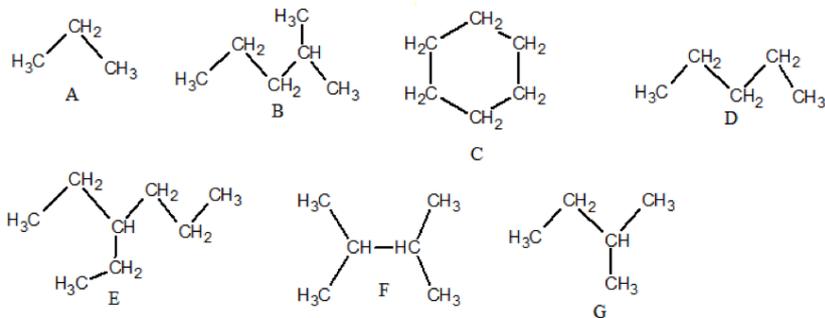
- 1) C'est bien un alcane, il n'y a que des C et des H avec des liaisons simples.
- 2)  est la chaîne carbonée la plus longue (6 C) : le nom se termine par hexane.
- 3) La numérotation est faite telle que les groupements aient le numéro le plus petit.
- 4) Il y a 2 groupements : 1 méthyl en n°2 et 1 éthyl en n°3.
Le nom de la molécule est 3-éthyl,2-méthylhexane.



Alcane à chaîne carbonée cyclique : Le radical est le même que pour un alcane à chaîne carbonée linéaire, et le préfixe est « -cyclo ».

Applications :

- 1) **Nommer les alcanes suivants :**



2) Écrire la formule semi-développée des molécules suivantes :

- 1,4-diméthylcyclohexane
- 3-méthyl,5-éthyl-octane
- 3-éthyl-2-méthylpentane
- 2,2-diméthylhexane

Applications : n°38 p 144 (corrigé), n°39 p 144

2- Nommer les autres molécules

Les molécules qui possèdent un groupe caractéristique sont nommées de la même façon que les alcanes, avec des spécificités :

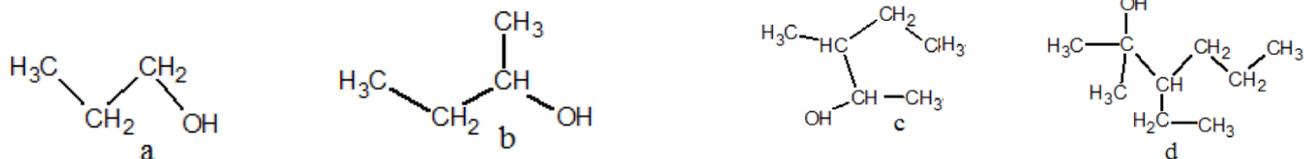
- On rajoute au radical la terminaison -an avant de mettre le suffixe.
- Le suffixe change en fonction du groupe caractéristique présent.
- La chaîne carbonée principale contient obligatoirement le C accroché au groupe caractéristique.
- Lorsque l'on numérote la chaîne carbonée principale, le numéro du C accroché au groupe caractéristique doit être le plus petit possible.
- Entre le radical et le suffixe, on indique (sauf cas particulier) le numéro du C portant le groupe caractéristique.

Familles chimiques	Groupe caractéristique	Suffixe :
ALCOOL	Hydroxyle -OH	-ol
ALDÉHYDE	Carbonyle C=O lié à un atome d'hydrogène (CHO)	-al (Inutile de préciser le numéro du C portant la double liaison =O car c'est forcément le n°1)
CÉTONE	Carbonyle C=O lié à deux atomes de carbone.	-one
ACIDE CARBOXYLIQUE	Carboxyle - COOH	Le nom est précédé du terme « acide ». Le suffixe est -oïque . (Inutile de préciser le numéro du C du COOH car c'est forcément le n°1)

Applications :

1) Les alcools

- Nommer les molécules ci-dessous :

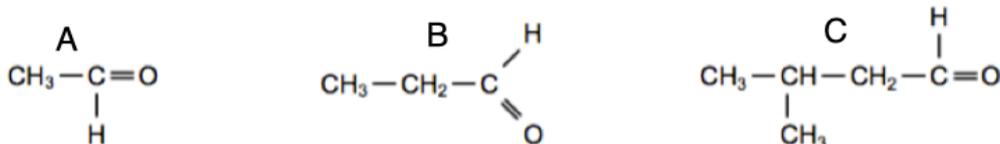


b. Écrire la formule semi-développée des molécules ci-dessous :

- A) 2-éthylbutan-1-ol B) 2-méthylpropan-2-ol
C) méthanol D) 2,3-diméthylbutan-1-ol

2) Les aldéhydes

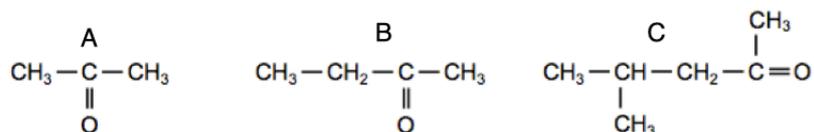
a. Nommer les molécules ci-dessous :



b. Écrire la formule semi-développée du 2-éthylpentanal.

3) Les cétones

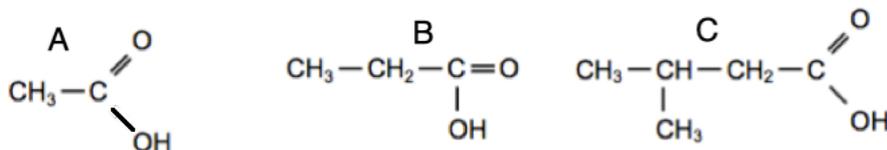
a. Nommer les molécules ci-dessous :



b. Écrire la formule semi-développée du 3-éthylhexan-2-one.

4) Les acides carboxyliques

a. Nommer les molécules ci-dessous :



b. Écrire la formule semi-développée de l'acide 3-méthylpentanoïque

6) En autonomie :

- a. Nommer les alcools simples : <https://learningapps.org/7412764>
b. Nommer les alcanes et les alcools : <https://learningapps.org/4507388>

Applications : n°43 p 144

III- La spectroscopie IR (Infrarouge)

En présence de rayonnement IR, les liaisons chimiques se mettent à vibrer dans une molécule. L'intensité de la vibration et la longueur d'onde pour laquelle la liaison vibre dépendent de la nature de la liaison.

Un spectre infrarouge renseigne ainsi sur la nature des liaisons présentes dans une molécule et donc sur ses groupes caractéristiques.

La grandeur représentée en ordonnée du spectre infrarouge est la transmittance T, et celle représentée en abscisse est le nombre d'onde σ (en cm^{-1}).

Remarque : L'axe des abscisses est gradué en valeurs décroissantes de nombre d'onde de 4000 à 500 cm^{-1} .

La vibration d'une liaison se visualise par une absorption du rayonnement IR pour un certain nombre d'onde, on observe donc une baisse de la transmittance et un pic vers le bas dans le spectre.

On distingue deux zones principales dans un spectre IR :

- $4\ 000 > \sigma > 1\ 300\ \text{cm}^{-1}$ environ : cette partie du spectre rassemble des bandes caractéristiques des liaisons classiques
- $1\ 300 > \sigma > 500\ \text{cm}^{-1}$: cette partie du spectre, plus complexe, est propre à un composé donné. Elle est souvent appelée « empreinte digitale ». Elle n'est quasiment jamais regardée dans l'étude d'un spectre IR.

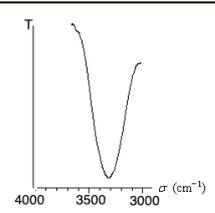
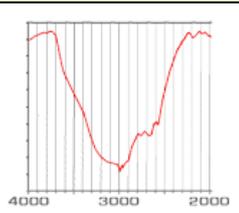
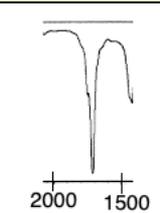
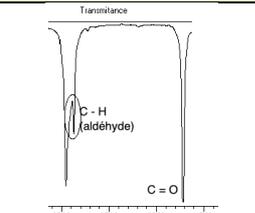
Voir Activité IR

Il existe des tables de données spectroscopiques qui décrivent le comportement des différentes liaisons dans un spectre IR (voir p 143 manuel).

Pour analyser un spectre IR, il faut :

- Utiliser les tables de données des bandes IR caractéristiques (rabat V manuel)
- Repérer les liaisons chimiques grâce à leurs nombres d'onde ;
- Rechercher les groupes caractéristiques possédant ces liaisons. Certaines liaisons appartiennent à plusieurs groupes ;
- Vérifier que toutes les bandes caractéristiques des groupes retenus sont présentes sur le spectre ;
- Utiliser éventuellement les valeurs précises des nombres d'onde pour départager deux groupes.

Quelques bandes caractéristiques à retrouver rapidement :

Liaison chimique	O – H alcool	O – H acide carbox	C = O	Aldéhyde
Bande IR				

[Applications](#) : n°48 p 145 (corrigé), n°49 p145, n°50 p 145, n°53 p 146, n°54 p 146, n°56 p 147