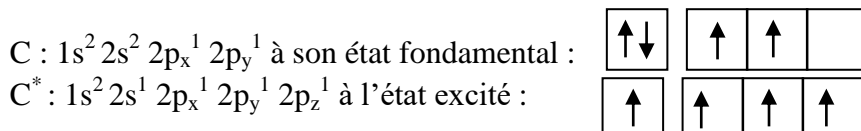


## CHAPITRE III- Chimie organique - Les composés organiques : formules et nomenclature

La chimie organique a pour but l'étude des molécules à **base de carbone**. Elles contiennent également des atomes d'hydrogène et parfois des hétéroatomes comme l'oxygène (O), le soufre(S), l'azote (N), Cl, Br ,I...

Rappelons que l'atome de carbone est, dans la plupart des cas tétravalent ; il a quatre électrons célibataires autour de lui :



- Ces atomes de carbone peuvent se lier entre eux par des liaisons simples C-C, par liaisons doubles C=C ou triples liaisons C≡C.
- La facilité de liaison entre les différents carbones donne lieu à un nombre important de composés organiques (protéines, acides gras, vitamines....
- La chimie organique produit plusieurs autres composés( produits chimiques : médicaments...), d'où la nécessité d'utiliser une NOMENCLATURE.

La nomenclature en chimie organique est issue des règles de l'IUPAC : International Union of Pure and Applied Chemistry (Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée) \*. Elle permet de

- a) Trouver le nom d'une molécule connaissant sa structure.
- b) Trouver la structure d'une molécule connaissant son nom.

- NOMENCLATURE : Ensemble de règles que l'on doit respecter pour NOMMER les molécules organiques (Ou, au contraire, ATTRIBUER une formule précise à partir du nom d'une molécule donnée).
- Les molécules organiques sont composées, entre autres de trois grands groupes :
  - Les hydrocarbures aliphatiques ou à chaînes carbonées ouvertes (C-C-C-C...)
  - Les hydrocarbures cycliques
  - Les hydrocarbures aromatiques

### III-1/ Nomenclature des hydrocarbures

Les hydrocarbures sont formés de carbone et d'hydrogène. Ils existent sous forme cyclique ou acyclique, saturés( que de simples liaisons) ou insaturés (au moins une double liaison ou triple liaison). Ils sont nommés, à la base, selon le nombre d'atomes de carbone constituant **la chaîne principale**. Cette dernière apparaît, dans le nom de l'hydrocarbure, avec un préfixe suivi d'une terminaison comme indiqué dans le tableau III.

Tableau III : Préfixes des chaînes carbonées de 1 à 12 atomes de carbone.

Nombre d'atomes C	Préfixe	Nombre d'atomes C	Préfixe	Nombre d'atomes C	Préfixe
1	méth	5	pent	9	non
2	eth	6	hex	10	déc
3	prop	7	hept	11	undéc
4	but	8	oct	12	dodéc

L'identification de la chaîne principale dépend de la structure de l'hydrocarbure.

### III-1-a/ Les hydrocarbures saturés acycliques (non cycliques) : les alcanes ; $C_nH_{2n+2}$

n : nombre de carbones

- La chaîne principale est la chaîne la plus longue, c.à.d. celle qui est composée du plus grand nombre d'atomes de carbone liés.

Nom de l'alcane = préfixe de la chaîne principale + **terminaison ane**.

Exemple :  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$  Hexane

- Si l'alcane est ramifié, c.à.d. présente plusieurs chaînes carbonées, la chaîne la plus longue est la chaîne principale numérotée selon la somme des indices la plus faible par rapport aux ramifications (chaînes carbonées secondaires appelées aussi radicaux). Un radical apparaît, avant la chaîne principale, par son préfixe précédé de son indice et suivi de la **terminaison yl**.

1 2 3 4

Exemple :  $CH_3-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_2-CH_3$  2-méthyl butane. La numérotation de droite à

gauche donnerait un indice plus fort pour le radical méthyl (indice 3).

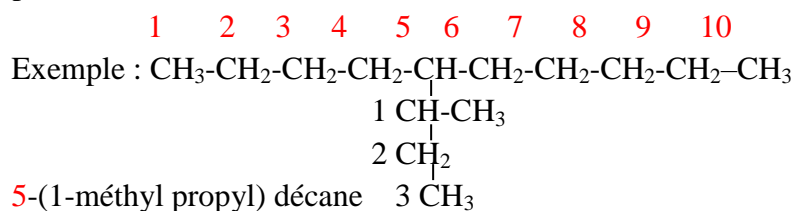
- Si le même substituant se répète 2, 3 ou 4 fois, il est précédé du préfixe di, tri ou tétra respectivement.

1 2 3 4 5 6 7

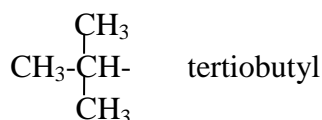
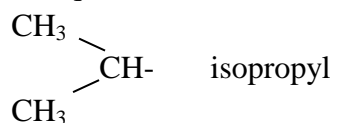
Exemple :  $CH_3-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_2-CH_2-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_2-CH_3$  2,5-diméthyl heptane ( $2+5=7$ )

et non 3,6-diméthyl heptane ( $3+6=9$ ).

- En présence de ramifications multiples, les chaînes latérales sont numérotées à partir du carbone lié à la chaîne principale. Le nom de la chaîne secondaire est donné entre parenthèses.

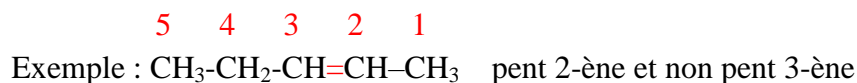


Remarque : Certains radicaux alkyl ont des noms spécifiques. Exemple :

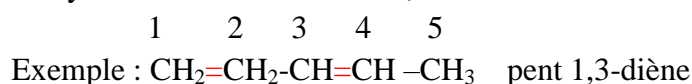


### III-1-b/ Les hydrocarbures **insaturés** acycliques à doubles liaisons : les alcènes ; $\text{C}_n\text{H}_{2n}$

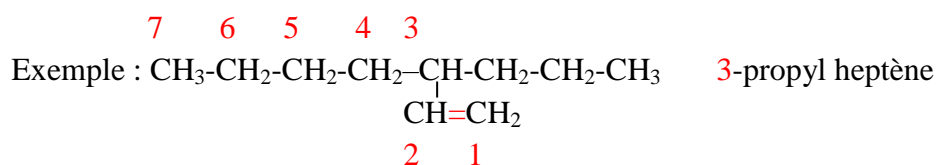
- La présence d'une double liaison apparaît, dans le nom de l'alcène, par le plus faible indice et par la terminaison ène (la double liaison est prioritaire dans sa chaîne).



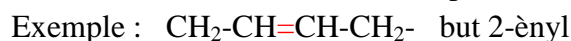
- S'il y a 2 ou 3 doubles liaisons, elles seront notées diène ou triène respectivement.



- Pour les alcènes ramifiés, la chaîne principale n'est pas forcément la plus longue mais celle qui contient le plus d'insaturations.



- Les substituants à double liaisons portent la terminaison ènyl

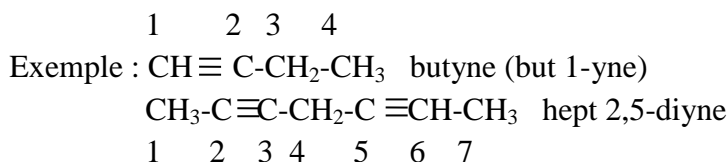


Remarque :

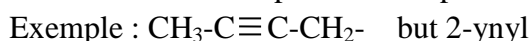
- L'alcène  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  est appelé éthylène.
- Le groupement  $\text{CH}_2=\text{CH}-$  est nommé vinyle.
- Le groupement  $\text{CH}_2=\text{CH}_2-\text{CH}-$  est nommé allyle

### III-1-c/ Les hydrocarbures **insaturés** acycliques à triples liaisons : les alcynes ; $C_nH_{2n-2}$

- Les mêmes règles de nomenclature des alcènes sont appliquées pour la nomenclature des alcynes en utilisant la terminaison yne.



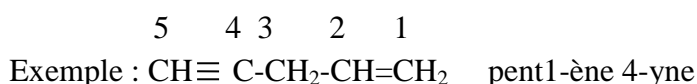
- Les substituants à triples liaisons portent la terminaison ynyl



Remarque : l'alcyne  $CH \equiv CH$  est nommé acétylène et non éthyne

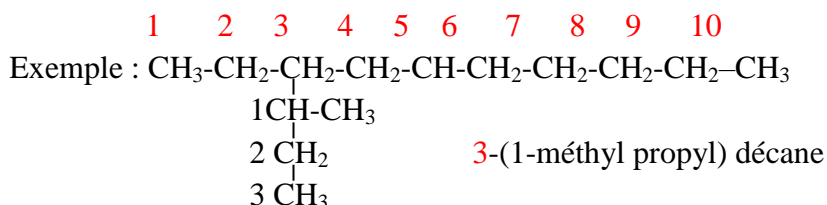
### III-1-d/ Les hydrocarbures insaturés acycliques à doubles et triples liaisons

On utilise le préfixe de l'hydrocarbure saturé et une terminaison ènyne. Les liaisons multiples ont les indices les plus faibles. S'il subsiste un choix, la double liaison a l'indice le plus faible.



Remarque :

- En présence de ramifications multiples, les chaînes latérales sont numérotées à partir du carbone lié à la chaîne principale. Le nom de la chaîne secondaire est donné entre parenthèses.



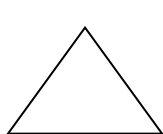
- L'hydrocarbure  $HC \equiv CH$  est nommé acétylène et non éthyne.



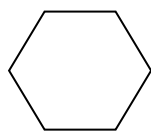
### III-1-e/ Les hydrocarbures monocycliques

La nomenclature des hydrocarbures monocycliques suit les mêmes règles que les hydrocarbures acycliques en précédant le nom du préfixe cyclo.

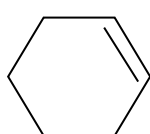
Exemples :



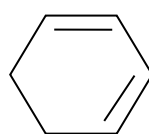
Cyclopropane



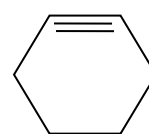
cyclohexane



cyclohexène



cyclohex1,3-diène



cyclohexyne

Les noms des radicaux commencent également par le préfixe cyclo et finissent par la terminaison yl.

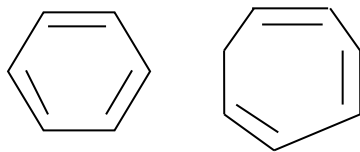
Exemples : cyclopropyl, cyclohexyl, cyclohexényl

### III-1-f/ Les hydrocarbures monocycliques aromatiques

Un composé est aromatique si :

- 1) Il possède des doubles liaisons alternées.
- 2) Il comprend  $(4n + 2)$  électrons  $\pi$  ; n étant un nombre entier.

Exemple :



Alternance    oui

non

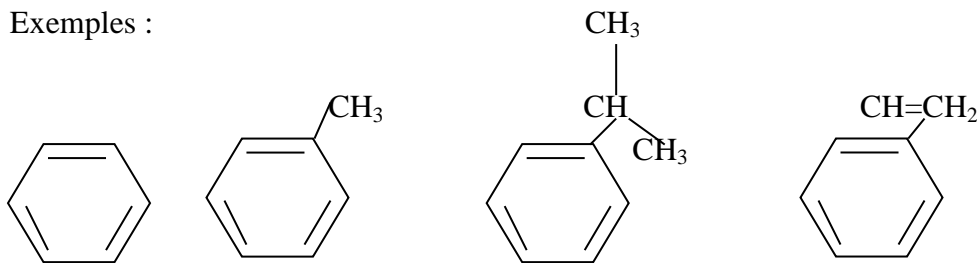
$(4n+2) e^- \pi$

Aromatique

non aromatique

La plupart des hydrocarbures monocycliques aromatiques ont un nom non-systématique qui ne suit pas les règles de l'IUPAC(ou nom usuel) :

Exemples :



Benzène

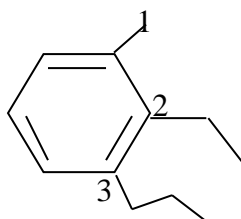
Toluène

Cumène

Styrène

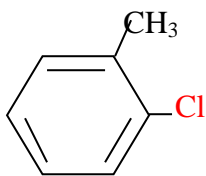
Lorsqu'un cycle aromatique est substitué, il existe deux façons pour le nommer :

- ✓ En numérotant les sommets du cycle aromatique tout en attribuant les indices les plus faibles pour les sommets substitués.

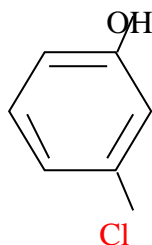


2-éthyl 1-méthyl 3-propyl benzène

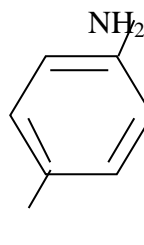
✓ En utilisant les préfixes ortho méta et para. Exemples :



ortho-chloro toluène  
ortho-chloro-méthylbenzène



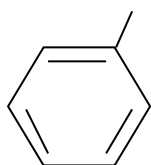
méta-chloro phénol  
méta-chloro-hydroxybenzène



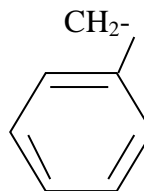
para-chloro aniline  
para-chloro-aminobenzène

Remarque : Les radicaux aromatiques sont :

le phényle



le benzyle



### Remarques générales sur cette première partie :

Une molécule organique est composée :

- D'un squelette carboné constitué par des enchaînements carbonés aux formes diverses (chaînes normales c-c-c-c-c..., cycliques).
- Des groupements fonctionnels : caractéristiques des fonctions chimiques (COOH, COH...)
- **Formule brute** : cette formule nous renseigne sur le nombre d'atomes de chaque élément dans la molécule.

Exemple :  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$  2 atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène

$\text{CH}_4 \rightarrow$  un atome de carbone et 4 atomes d'hydrogène

**Formule développée** : on met en évidence toutes les liaisons dans la molécule.

**Formule semi-développée**, exemple :  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$   
(c'est la plus utilisée)

## III-2/ Nomenclature des composés organiques fonctionnels

- Les différentes fonctions organiques

**\*Notion de fonction :** si on introduit, dans une chaîne carbonée, un ou plusieurs hétéroatomes (autre que le C et l'H), les molécules présentent des propriétés caractéristiques : l'ensemble de ces propriétés définit une fonction.

### 1- La fonction acide : - COOH, terminaison **OÏQUE**

Pour nommer une molécule portant la fonction acide, on met le mot « **Acide** » au début du nom

Exemples : CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH le carbone N°1 est celui de la fonction acide

4 3 2 1  
**Acide** butanoïque

CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH **Acide** hexanoïque  
6 5 4 3 2 1

Remarques : a) Si plusieurs groupes carboxyliques (fonction acide) existent sur une même chaîne carbonée, on utilise le préfixe « carboxy ».

Exemples ; HOOC- CH<sub>2</sub>-CH- CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH **Acide-3-carboxyhexandioïque**

6 5 4 | 3 2 1  
COOH

b) si d'autres fonctions (alcool, amine, ...) sont sur la même chaîne carbonée, c'est la fonction acide qui est **toujours** prioritaire.

### 2- La fonction ester : -COOR (R est un radical alkyle) : terminaison **OATE**

3 2 1  
Exemple : CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-C-OCH<sub>3</sub> Propanoate de méthyle  
||  
O

CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-COOCH<sub>3</sub> hexanoate de méthyle  
6 5 4 3 2 1

### 3-La fonction amide -C-N<<sup>R'</sup><sub>R</sub> ou -CONRR' ( R et R' sont des groupements alkyles ou simplement des H)

||  
O

\*terminaison :Amide

4 3 2 1  
Exemple : CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-C-NH<sub>2</sub> butanamide

||  
O

CH<sub>3</sub>-C- N<<sup>CH<sub>3</sub></sup><sub>CH<sub>3</sub></sub> **N,N**-diméthyléthanamide

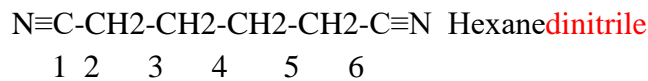
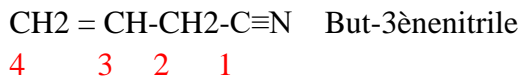
||  
O

### 3-La fonction nitrile - C≡N

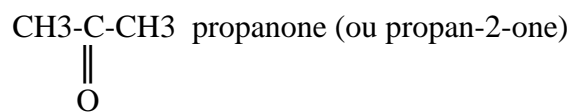
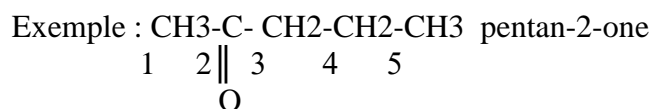
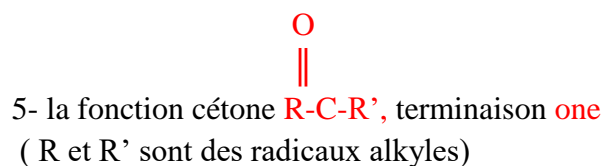
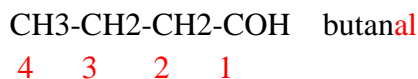
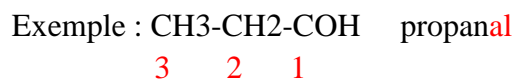
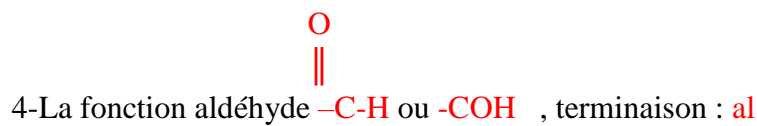
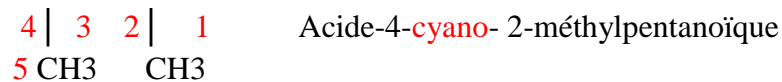
- Si cette fonction **est prioritaire** la terminaison est « **nitrile** » (ici, on compte le carbone de la fonction nitrile)

2 1

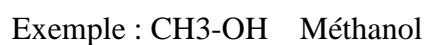
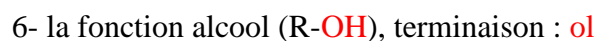
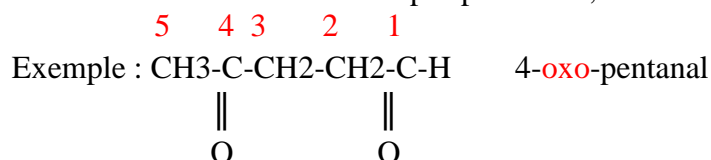
Exemple : CH<sub>3</sub>-C≡N éthanenitrile



Si cette fonction n'est pas prioritaire, on utilise le préfixe cyano (on ne compte pas le carbone de cette fonction)

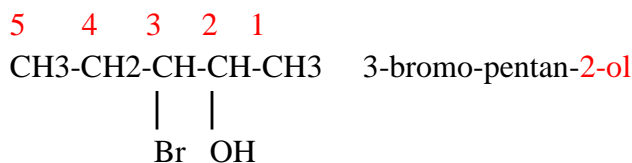
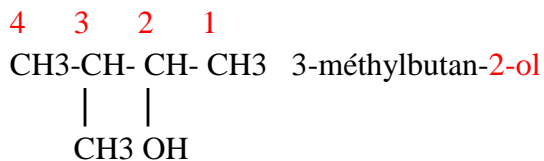


\*Si cette fonction n'est pas prioritaire, on utilise le préfixe oxo



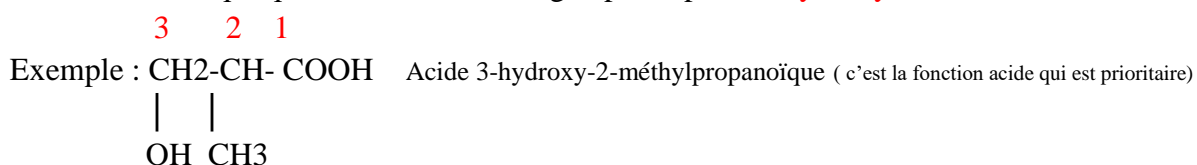
Autres exemples :





Remarque :

- Si cette fonction est avec d'autres fonctions sur une chaîne carbonée et qu'elle n'est pas prioritaire ; on la désigne par le préfixe **hydroxy**.



- Radicaux dérivés des alcools (RO)

CH<sub>3</sub>-O : radical méthoxy

CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O : radical butoxy

C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-O : radical éthoxy

CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O : radical pentyloxy

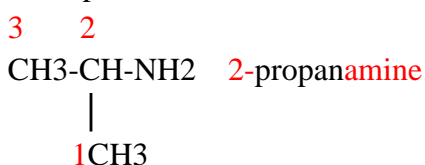
CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O : radical propoxy ...

## 7- la fonction **Amine**

- Amine primaire : **R-NH<sub>2</sub>**

Nom : Alcanamine

Exemples : CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-**NH<sub>2</sub>** butanamine



- Amine secondaire **R- NH-R'**

$$\begin{array}{ccc}
 3 & 2 & 1 \\
 \text{CH}_3 & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2
 \end{array}$$

Exemple : CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-NH-CH<sub>3</sub> 1-(N-méthyl)propanamine

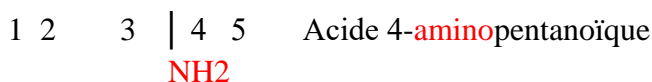
- Amine tertiaire : R-NR<sub>1</sub>R<sub>2</sub>

Exemple : CH<sub>3</sub>-N-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> N-éthyl, N-méthylpropanamine



- Si la fonction amine n'est pas prioritaire, on utilise le préfixe « amino »

Exemple : HOOC-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH-CH<sub>3</sub>



8- La fonction Ether-oxyde ; **R-O-R'** (R et R' sont de groupements alkyles)

Exemple : CH<sub>3</sub>-O-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> Oxyde d'éthyle et de méthyle

### En résumé

La nomenclature des composés organiques fonctionnels se résume dans les points suivants :

1) Déterminer la fonction prioritaire (principale), elle est donnée à la fin du nom par son suffixe.

2) Déterminer la structure de base : chaîne ou cycle et la numéroter de façon à attribuer l'indice le plus faible au carbone porteur de la fonction principale.

3) Nommer les fonctions secondaires par leurs préfixes et précédées de leurs indices.

4) Nommer les substituants précédés de leurs indices.

5) Assembler les noms des substituants et des fonctions secondaires selon l'ordre alphabétique.

**Le nom systématique (nom selon l'IUPAC) est donné comme suit :**

<b>substituants et fonctions secondaires + chaîne principale +insaturation + fonction prioritaire</b> (ou préfixes )	<b>(ou suffixe)</b>
---	---------------------

Le tableau IV regroupe les principales fonctions organiques et leur classement par ordre de priorité décroissante.

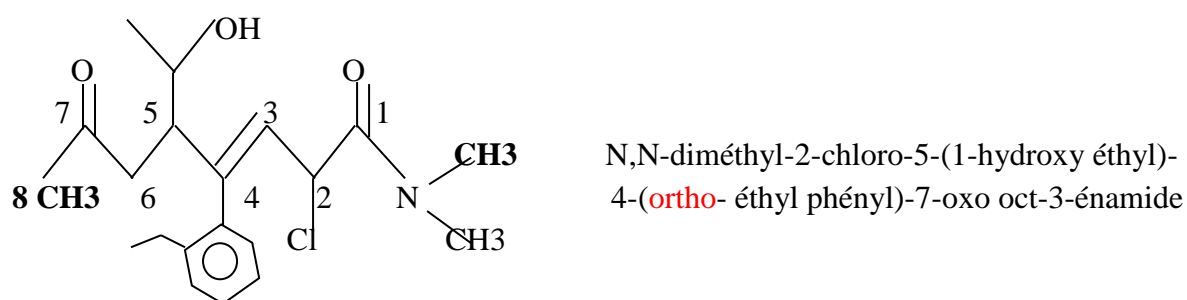
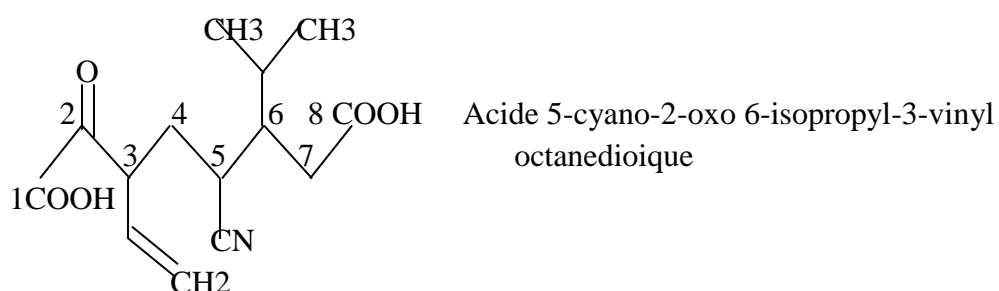
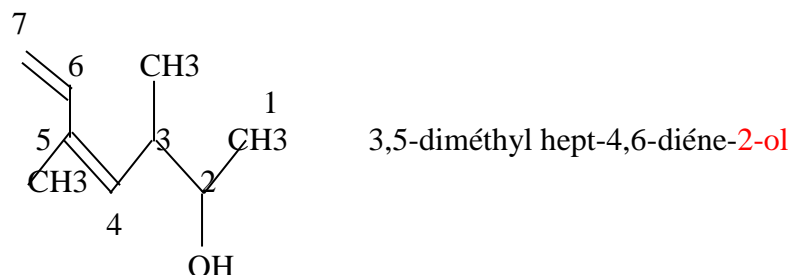
**Tableau IV :** Classement des principales fonctions organique par **ordre décroissant** de priorité.

Groupe ment fonctionnel	Nom	Terminaison (suffixe)	Préfixe
-COOH	Acide carboxylique	oïque	carboxy
-SO <sub>3</sub> H	Acide sulfonique	sulfonique	sulfo
-COOR	Ester	oate d'alkyle	
-CO-NH-	Amide	amide	
-CN	Nitrile	nitrile	cyano
-CHO	Aldéhyde	al	oxo
-CO	Cétone	one	oxo
-OH	Alcool	ol	hydroxy
-NH <sub>2</sub>	Amine	amine	amino
R-O-R'	Ether	oxyde d'alkyle et d'alkyle'	alkyloxy
C=C	Alcène	ène	
C≡C	Alcyne	yne	

--	--	--	--

Remarque : les halogènes ne sont jamais prioritaires, ils sont toujours désignés par des préfixes : fluoro, chloro, bromo, iodo.

Quelques exemples de molécules nommées sont donnés dans ce qui suit :



\*L'I.U.P.A.C., créée en 1919, est l'autorité en matière de règles à adopter pour la nomenclature, les symboles et la terminologie des éléments chimiques et de leurs dérivés. Sa branche francophone est l'*Union Internationale de Chimie Pure & Appliquée* (U.I.C.P.A.). Le siège de cette institution non-gouvernementale est à ZÜRICH (CH).

## Références

<http://www.univ-lemans.fr/enseignements/chimie/02/gressier/nice/nomenclature/page1.htm>

Chimie Organique : Nomenclature chimique & isomérisation. Dr Jean Guillon.

<https://www.unine.ch/files/live/sites/macrochem/files/shared/Cours/Nomenclature.pdf>

<http://ism2.univ-amu.fr/sites/default/files/documents/public/enseignement/2016-01-18-UE23-Livret-Nomenclature-2015-2016.pdf>

<http://clemspcreims.free.fr/Chimie/TS-Nomenclature-1S.pdf>