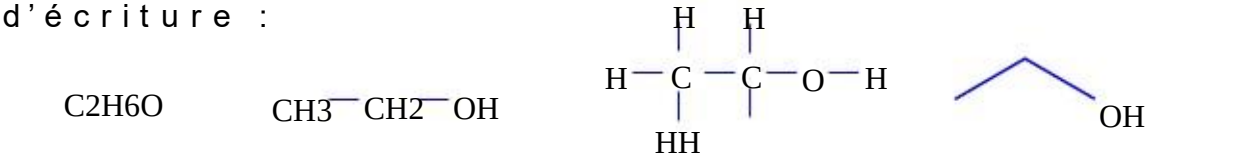
Nomenclature des molécules organiques

La chimie organique est la chimie des composés du carbone. La nomenclature est un ensemble de règles permettant de nommer, un composé donné en précisant l'enchaînement de ses atomes de carbone, ainsi que la nature et la position des différentes fonctions qu'il renferme.

Une nomenclature systématique a été établie par un organisme international, l'UICPA (Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée), souvent désigné par son nom anglais IUPAC (International Union for Pure and Applied Chemistry) ;
afin de définir les noms des composés organiques.
Une molécule organique est constituée :

- d'un squelette carboné (chaîne principale) constitué par des enchaînements carbonés aux formes diverses (chaîne, cycle, ...).
- d'insaturations (doubles ou triples liaisons).
- de groupes fonctionnels caractéristiques des fonctions chimiques
  (alcool, acide, amine...)

Conventions d'écriture :



Formule brute — Formule semi-développée — Formule plane développée — Formule topologique

I. HYDROCARBURES

1. Hydrocarbures acycliques saturés :

Un hydrocarbure est une molécule comportant uniquement des atomes de carbone et d'hydrogène.

a) Hydrocarbures acycliques saturés linéaires :

Les alcanes sont des hydrocarbures saturés (pas de liaisons multiples), aliphatiques ou acycliques (à chaîne carbonée ouverte) linéaires ou ramifiés, de formule brute CnH2n+2.

Les alcanes portent un nom constitué de la façon suivante : Préfixe (indiquant le nombre de carbones de la chaîne) + suffixe « ane ».

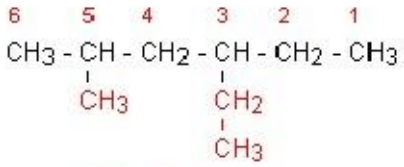
Nombre d'atomes de C	Nom de l'alcane	Formule brute	Nom du groupement Alkyle correspondant	Formule
1	Méthane	CH4	Méthyle	CH3 -
2	Ethane	C2H6	Ethyle	C2H5 -
3	Propane	C3H8	Propyle	C3H7 -
4	Butane	C4H10	Butyle	C4H9 -
5	Pentane	C5H12	Pentyle	C5H11 -
6	Hexane	C6H14	Hexyle	C6H13 -
7	Heptane	C7H16	Heptyle	C7H15 -
8	Octane	C8H18	Octyle	C8H17 -
9	Nonane	C9H20	Nonyle	C9H19 -
10	Décane	C10H22	Décyle	C10H21 -
11	Undécane	C11H24	Undécyle	C11H23 -
12	Dodécane	C12H26	dodécyle	C12H25 -
13	Tridécane	C13H28	Tridécyle	C13H27 -
14	Tétradécane	C14H30	Tétradécyle	C14H29 -
15	Pentadécane	C15H32	Pentadécyle	C15H31 -
16	Hexadécane	C16H34	Hexadécyle	C16H33 -
17	Heptadécane	C17H36	Heptadécyle	C17H35 -
18	Octadécane	C18H38	Octadécyle	C18H37 -
19	Nonadécane	C19H40	Nonadécyle	C19H39 -
20	Icosane	C20H42	Icosyle	C20H41 -
30	Triacontane	C30H62	Triacontyle	C30H61 -
40	Tétracontane	C40H82	Tétracontyle	C40H81 -
50	Pentacontane	C50H102	Pentacontyle	C50H101 -
60	Hexacontane	C60H122	Hexacontyle	C60H121 -
100	Hectane	C100H202	Hectyle	C100H201 -

b) Hydrocarbures acycliques saturés à chaîne carbonée ramifiée

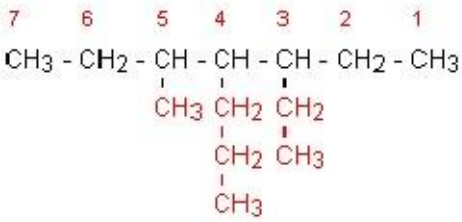
Un alcane ramifié est constitué d'une chaîne principale et de substituants (groupements alkyles). Pour le nommer, on applique les règles IUPAC :

- Règle IUPAC n°1 : La chaîne principale est toujours la chaîne carbonée la plus longue, elle porte le nom de l'alcane correspondant. Si une molécule présente deux ou plusieurs chaînes d'égale longueur, on choisit comme chaîne principale, celle qui porte le plus grand nombre de substituants.

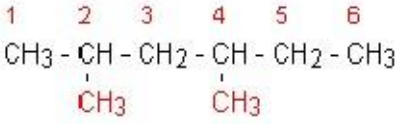
- Règle IUPAC n°2 : En préfixe, on ajoute le nom (sans le « e » final) du groupement alkyle fixé sur la chaîne principale. On donne le plus petit indice au carbone qui porte ce groupement. Lorsqu'il y a plusieurs groupements, on numérote la chaîne dans le sens qui donne l'indice le plus faible entre les deux modes de numérotage possibles.
- Règle IUPAC n°3 : Lorsqu'il y a plusieurs groupements identiques, on place les indices: di, tri, tétra, penta, hexa, hepta, octo, nona, déca… devant le nom du groupement.
- Règle IUPAC n°4 : Lorsqu'il y a plusieurs chaînes latérales, on les nomme dans l'ordre alphabétique. Le plus petit nombre étant affecté au groupe placé en tête dans l'ordre alphabétique.



3-éthyl-5-méthylhexane

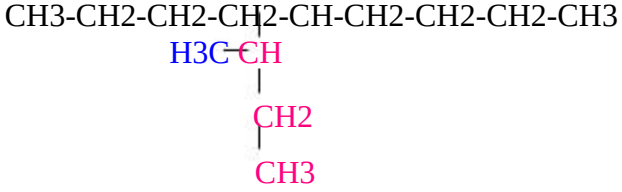


3-éthyl-5-méthyl-4-propylheptane



2,4-diméthylhexane

- Règle IUPAC n°5 : La nomenclature des chaînes latérales suit les mêmes règles que celle des chaînes principales avec la seule exception que le carbone d'attache à la chaîne principale porte le numéro 1 :



5-(1-méthylpropyl)nonane

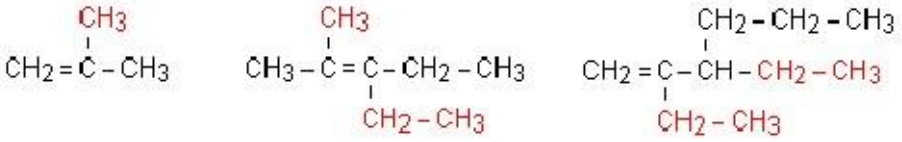
2. Hydrocarbures acycliques insaturés :

a) Alcènes

Les alcènes sont des hydrocarbures de formule brute CnH2n dont la chaîne carbonée renferme une liaison double C=C. On dit que la molécule est insaturée.

- Les alcènes portent un nom constitué de la façon suivante : Préfixe (indiquant le nombre de carbones de la chaîne) + terminaison « ène ».

- On indique la position de la double liaison par un indice placé avant le suffixe «ène». La double liaison, a priorité sur les substituants pour le choix du sens de numérotage : celui-ci doit obligatoirement donner à la liaison multiple le plus petit indice de position possible.
- La chaîne principale est la plus longue chaîne contenant l'insaturation.
- La chaîne principale n'est pas nécessairement la plus longue mais celle qui contient le plus d'insaturations.



méthylpropène 3-éthyl-2-méthylpent-2-ène 2,3-diéthylhex-1-ène

b)

Alcynes

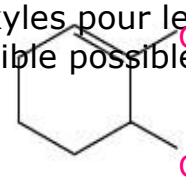
Les alcynes sont des hydrocarbures insaturés de formule brute CnH2n-2 comportant une liaison triple C≡C.

Le nom se déduit de celui de l'alcane en remplaçant le suffixe "ane" par "yne" dans la plus longue chaîne carbonée contenant la liaison multiple. La position de la triple liaison dans la chaîne principale est indiquée par un indice placé avant le suffixe «yne». Les atomes de carbone portant la triple liaison doivent avoir les plus petits indices.

3. Hydrocarbures monocycliques :

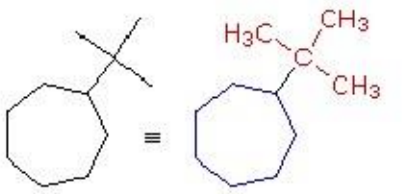
Les hydrocarbures monocycliques sont des cycloalcanes de formule: CnH2n

- Les hydrocarbures monocycliques qui ne possèdent pas de chaîne latérale se nomment en faisant précéder du préfixe «cyclo», le nom de l'hydrocarbure acyclique linéaire (saturé ou non saturé), comportant le même nombre de carbones.
- S'ils possèdent une ou plusieurs chaînes latérales, on considère le cycle comme «chaîne principale», et on nomme en préfixe,
les groupes substituants, dans l'ordre alphabétique et avec des indices de position. Une liaison multiple a priorité sur les groupements alkyles pour le sens de numérotage ; elle doit avoir l'indice le plus faible possible.

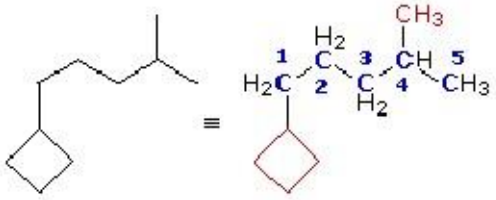


2,3-diméthylcyclohex-1-ène

Cependant, le cycle peut perdre la place de chaîne principale au dépend de ses chaînes latérales, si celles-ci sont plus complexes.



tert-butylcycloheptane



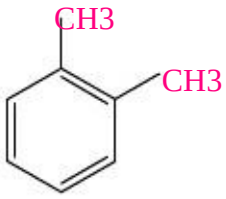
1-cyclobutyl-4-methylpentane

4. Hydrocarbures benzéniques ou aromatiques:

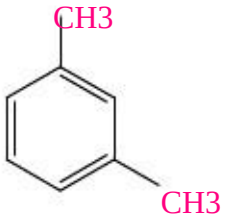
- Dans une molécule aromatique simple, le benzène devient la chaîne principale. On nomme en préfixe les noms des chaînes latérales greffées sur le benzène.

1-éthyl-2-méthylbenzène

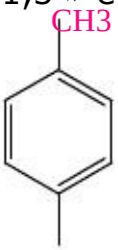
- Les dérivés disubstitués du benzène peuvent exister sous trois formes isomères, pour lesquelles on emploie les préfixes ortho, méta et para, souvent abrégés en o, m et p, au lieu de « 1,2 », « 1,3 » et « 1,4 ».



1,2-diméthylbenzène
o-diméthylbenzène



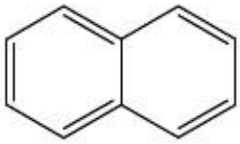
1,3-diméthylbenzène
m-diméthylbenzène



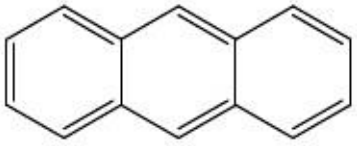
1,4-diméthylbenzène
p-diméthylbenzène

- Les dérivés du benzène possèdent, en général, des noms consacrés par l'usage :

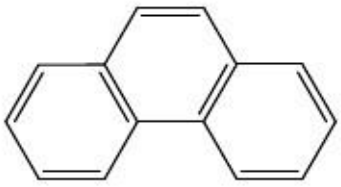
Benzène



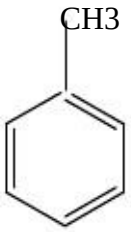
Naphtalène



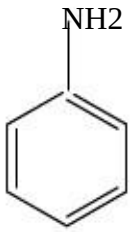
Anthracène



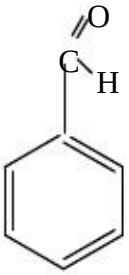
Phénanthrène



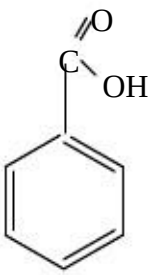
Toluène



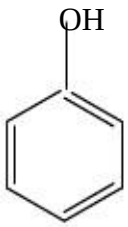
Aniline



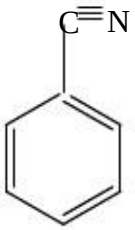
Benzaldéhyde



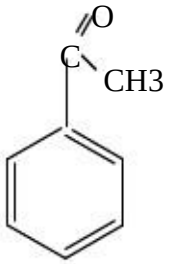
Acide benzoïque



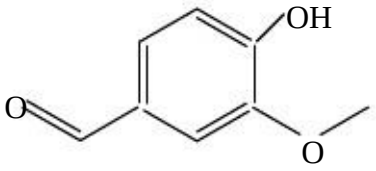
Phénol



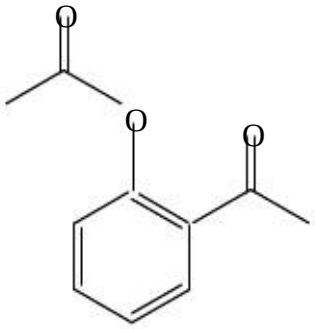
Benzonitrile



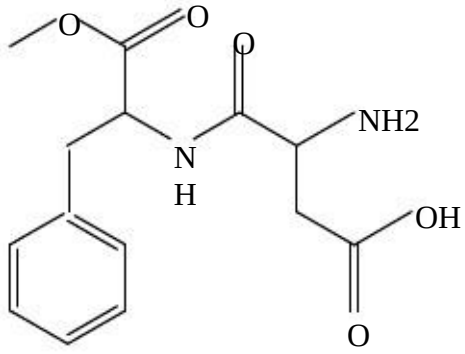
Acétophénone



Vanilline



Aspirine

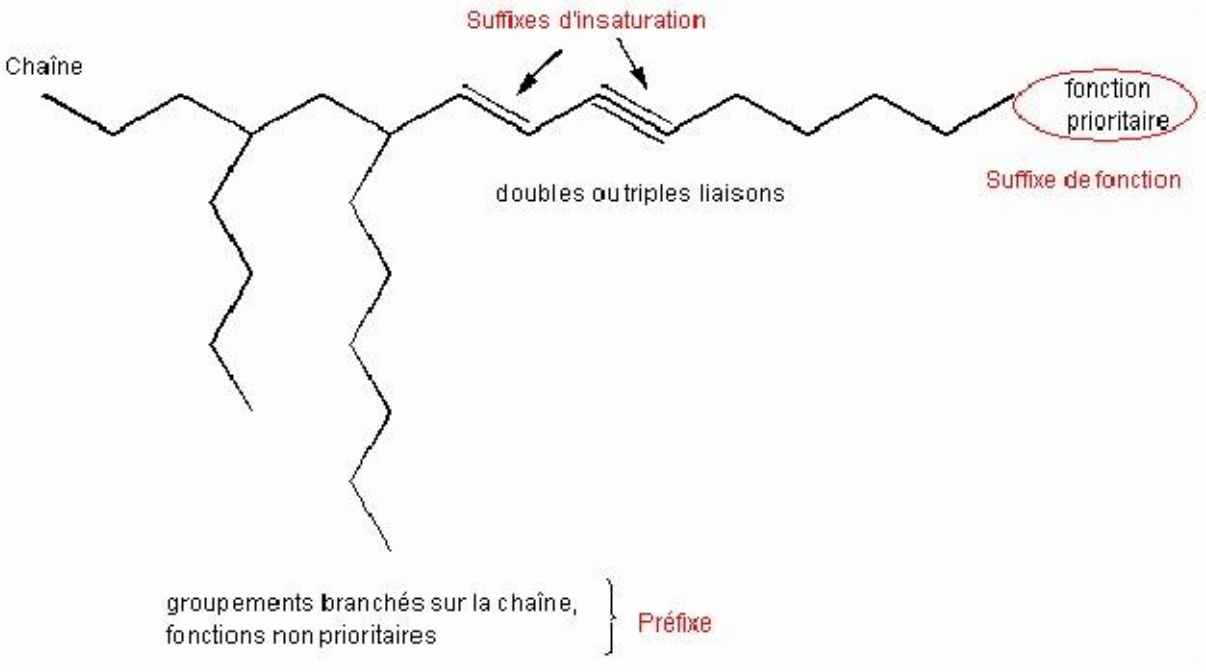


Aspartame

II. LES GROUPEMENTS FONCTIONNELS

Un groupement fonctionnel (ou fonction) est un groupement d'atomes auquel se rattache, au moins un hétéroatome (atome autre que C ou H : O, N, S, P…). Les groupements fonctionnels constituent (avec les insaturations), le siège essentiel de la réactivité de la molécule organique. Le carbone auquel est lié l'hétéroatome est dit " carbone fonctionnel ".

- Si la molécule comporte un seul groupe fonctionnel, son nom sera obtenu en ajoutant, après le nom de l'hydrocarbure correspondant, un suffixe indiquant la nature de la fonction.
- Si une molécule possède plusieurs groupements fonctionnels, une des fonctions doit être placée en suffixe (sauf les halogénures d'alkyle qui ne sont jamais fonctions prioritaires), toutes les autres en préfixe.



~~Détermination du nom d'une molécule comportant plusieurs groupements fonctionnels~~ :

- La fonction prioritaire est désignée par un suffixe et les autres sont indiquées par un préfixe précédé d'indices de position.
- Les suffixes de chaîne ("ane", "ène", "yne") sont placés avant le suffixe de la fonction prioritaire.
- La chaîne principale est la chaîne la plus longue contenant le carbone fonctionnel.
- Le sens du numérotage de la chaîne principale est choisi de façon à attribuer au carbone fonctionnel, l'indice le plus petit possible.

Préfixes de fonction non prioritaire	Chaîne principale	Suffixe ane, ène ou yne	Suffixe de la fonction prioritaire
A	B	C	D

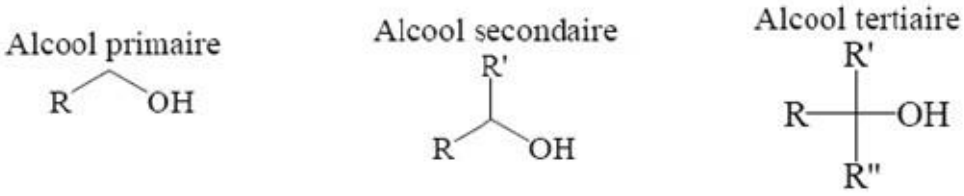
Le sens du numérotage de la chaîne doit affecter par priorité décroissante l'indice de position le plus petit à D, puis à C, et enfin à A.

1. Les composés oxygénés :

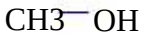
a) ~~Alcools~~ : Un alcool est caractérisé par la présence d'un groupement hydroxyle (-OH) lié à un atome de carbone tétravalent (R-OH).

Le nom de l'alcool dérive de celui de l'alcane correspondant en remplaçant la terminaison « -ane » par « -ol ».

L'atome de carbone portant le groupement (–OH) doit avoir l'indice le plus faible.
Il existe trois classes d'alcool :

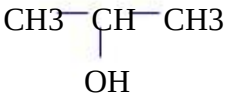


Alcool I



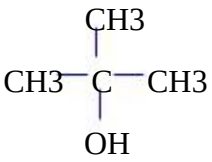
Méthanol

Alcool II



Propan-2-ol

Alcool III



2-méthylpropan-2-ol

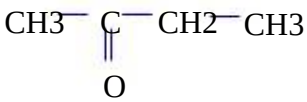
b) Aldéhydes : Un aldéhyde porte un groupement carbonyle (C=O) ou
bout de la chaîne carbonée.

Le nom de l'aldéhyde dérive de celui de l'alcane correspondant en remplaçant le suffixe « -ane » par « -al ».
Le carbone du groupe CH=O porte toujours le numéro 1.

Ethanal

c) Cétones : Une cétone porte un groupement carbonyle (C=O). L'atome C du groupe carbonyle est lié à deux groupes alkyles (R-CO-R').

Le nom d'une cétone dérive de celui de l'alcane correspondant en remplaçant le suffixe « -ane » par « -one ».
La chaîne principale est la plus longue des chaînes contenant un groupement le groupement (C=O).

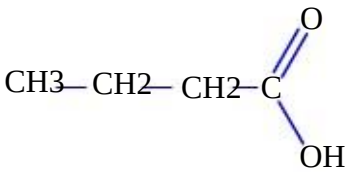


Butan-2-one

d) Acides carboxyliques : Un acide carboxylique porte un groupement carboxyle (COOH) situé à l'extrémité de la chaîne carbonée.

Le nom de l'acide dérive de celui de l'alcane correspondant en remplaçant le suffixe « -ane » par « -oïque ».
Le nom est précédé du terme « acide ».
Le carbone du groupement COOH porte toujours le numéro 1.

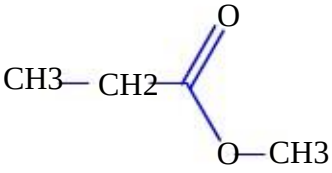
Acide éthanoïque



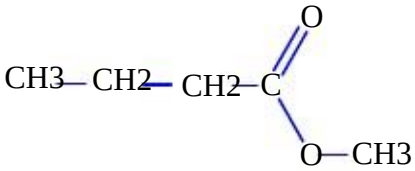
Acide butanoïque

e) Esters : Un ester résulte de la réaction de "greffe" entre un alcool et un acide carboxylique (R–CO–OR').

Le nom est celui du groupement alkanoate (dérivant du nom de l'acide) + "de" + le nom du groupement alkyle dérivant du nom de l'alcool.

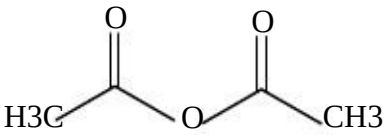


Propanoate de méthyle

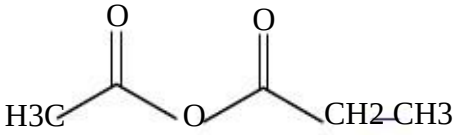


Butanoate de méthyle

f) Anhydrides d'acide : Un anhydride d'acide résulte de la "greffe"
(avec élimination d'eau) de deux molécules d'acide carboxylique.
Le nom dérive de l'acide correspondant en remplaçant le terme « acide » par « anhydride ».

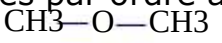


Anhydride éthanoïque

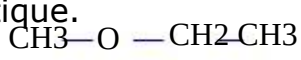


Anhydride éthanoïque et propanoïque

g) Ether-oxydes : Un ether-oxyde correspond à la formule R–O–R
(éthers symétrique) ou R–O–R' (éthers mixtes). On fait suivre le nom « oxyde » par celui des groupes alkyle R et R' (liés à l'atome O), classés par ordre alphabétique.



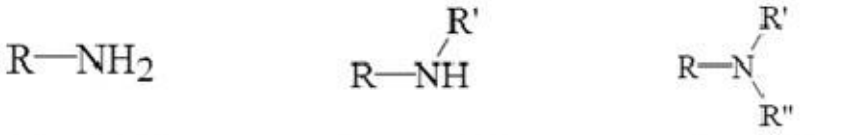
Oxyde de diméthyle
ou
Méthoxyméthane



Oxyde d'éthyle et de méthyle
ou
Méthoxyéthane

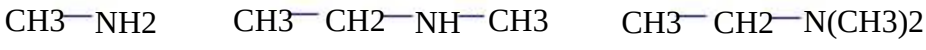
2. Les composés azotés :

a) Amines : Les amines dérivent de l'ammoniac NH3. Il existe trois classes d'amines :



Amine primaire | Amine secondaire | Amine tertiaire

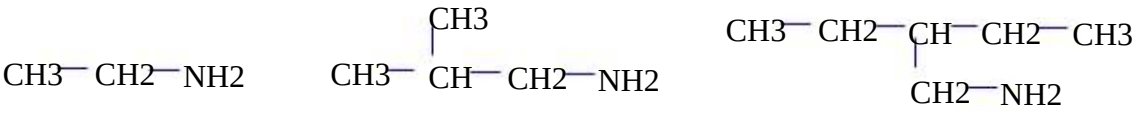
Les groupements R, R' et R" peuvent être identiques ou différents.



Amine primaire | Amine secondaire | Amine tertiaire

Amines primaires

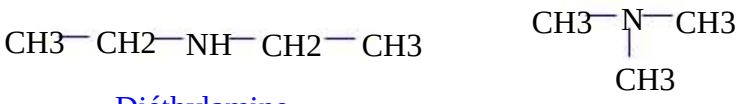
L'alcane ayant la plus longue chaîne correspond à la chaîne principale (+ suffixe "amine").
Si le groupement alkyle est ramifié, sa chaîne principale doit contenir le carbone lié au groupe NH2 (carbone 1 = carbone attaché à l'azote).



Ethanamine | 2-méthylpropan-1-amine | 2-éthylbutan-1-amine

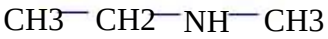
Amines secondaires et tertiaires

Si les groupements alkyles (R) sont identiques : On fait précéder le nom des groupements alkyle du préfixe di ou tri.

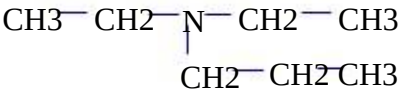


Diéthylamine | Triméthylamine

Si les groupements alkyles (R) sont différents : Le groupement alkyle ayant la plus longue chaîne correspond à la chaîne principale. On énonce les noms des autres groupements devant celui de l'amine, dans l'ordre alphabétique, en les faisant précéder de la lettre N (azote).



N-méthyléthanamine



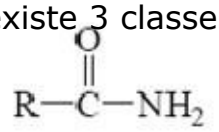
N,N-diéthyl propan-1-amine

N-éthyl N-méthylpropan-1-amine

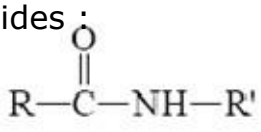
b) Amides : Un amide résulte du remplacement du groupement hydroxyle d'un acide carboxylique par une amine (R-CO-NRR').

Le suffixe " amide " remplace le suffixe " oïque ".

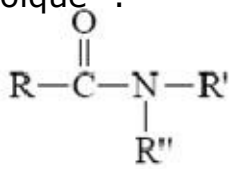
Il existe 3 classes d'amides :



Amide primaire

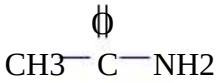


Amide secondaire

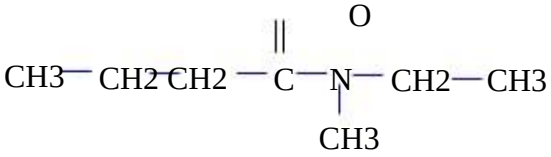


Amide tertiaire

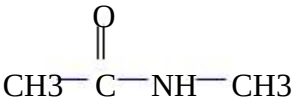
La substitution des amides est similaire à celle des amines.
Les préfixes « alkyle » sont précédés de la lettre N (azote).



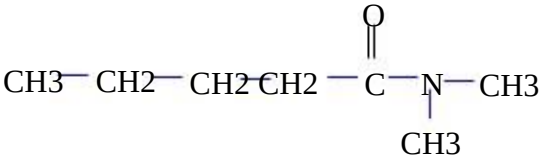
Ethanamide



N-éthyl N-méthyl butanamide

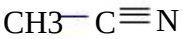


N-méthyléthanamide

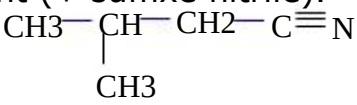


N,N-diméthyl pentanamide

c) Nitriles : Un nitrile correspond à la formule R-C≡N. Le nom dérive de l'alcane correspondant (+ suffixe nitrile).



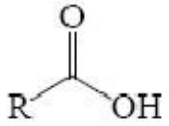
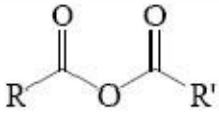
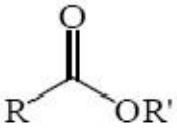
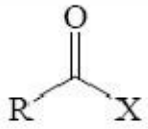
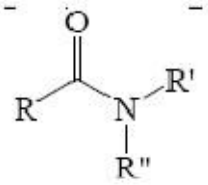
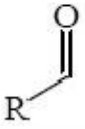
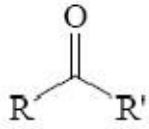
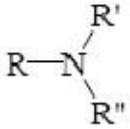
Ethanenitrile



3-méthylbutanenitrile

III. CLASSEMENT DES FONCTIONS ORGANIQUES

La nomenclature des principales fonctions organiques ainsi que l'ordre de priorité sont donnés dans l'ordre décroissant sur le tableau suivant :

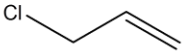
Fonction	Formule	Si la Fonction n'est pas Prioritaire (préfixe)	Si la Fonction est Prioritaire (suffixe)
Acide carboxylique		carboxy……	Acide……oïque
Anhydride d'acide		acyloxy……	Anhydride……oïque
Ester		yloxycarbonyl……	……oate de ……yle
Halogénure d'acide		Halogénocarbonyl…	Halogénure de…oyle
Amide		Alcanamido…	Alcaneamide
Nitrile	R-C≡N	Cyano…	….nitrile
Aldéhyde		formyl…	……al
Cétone		Oxo….	…..one
Alcool	R-OH	Hydroxyl….	….ol
Thiol	R-SH	Mercapto….	….thiol
Amine I Amine II Amine III		Amino… N-alkylamino… N, N-dialkylamino….	alkylamine N-alkyl amine N, N-dialkyl amine

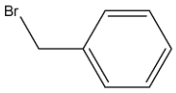
Imine	R-C=N-	Imino.....	.....imine
Ether-oxyde	R-O-R'	Alkoxy.....	Oxyde de R (..yle) et de R'(..yle)
Alcène	-CH=CH-		....ène
Alcyne	-C≡C-		....yne
Alcane	CH_3-CH_2-		....ane
Halogénure d'alkyle*	R-X	Halogéno.....	

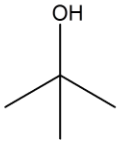
* Les halogénures d'alkyles ne sont jamais prioritaires, ils sont toujours désignés par des
préfixes.
Nom des halogénures d'alkyle : préfixes fluoro, chloro, bromo, iodo + nom de l'hydrocarbure, précédés des préfixes multiplicateurs (di, tri…) et des indices de position.

La nomenclature radico-fonctionnelle À côté de la nomenclature officielle, il existe une nomenclature moins stricte quant à ses règles mais dont l'usage est suffisamment courant pour qu'il soit nécessaire d'en donner un bref aperçu. Avant de donner quelques exemples il est tout d'abord nécessaire de présenter quelques groupements propres à cette nomenclature.

Sans donner de règles rigoureuses voyons quelques exemples de molécules décrites avec cette nomenclature (les noms entre parenthèses sont ceux de la nomenclature officielle) :

chlorure d'allyle (3-chloroprop-1-ène) 

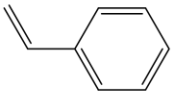
bromure de benzyle (bromophénylméthane) 

tertiobutanol (2-méthylpropan-2-ol) 

Les noms triviaux Un certain nombre de composés courants ont des noms d'usage qui ne rentrent dans aucune nomenclature systématique (exemples ci-après).

Chloroforme $CHCl_3$

Ether $C_2H_5O\ C_2H_5$

Acétone $CH_3CO\ CH_3$

Styrène