



Chimie 2 - Option Sciences

Chapitre 2 : Composés et fonctions organiques

1) Les hydrocarbures

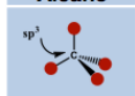
Les hydrocarbures ne sont composés que d'atomes de carbone et d'hydrogène

Le **nombre d'insaturations** correspond au nombre de **doublets σ ou π** (hormis les liaisons C-H) que comporte l'hydrocarbure, **en plus** par rapport à son homologue alcane (qui a le même nombre de carbones). A chaque insaturation correspond un **manque de 2 atomes d'hydrogène**

Les alcanes

A. Les alcanes (acycliques)

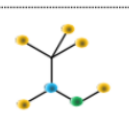
Alcane



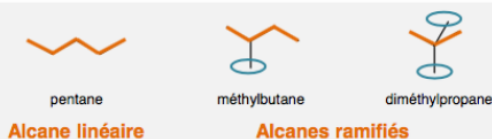
● : atome de C ou H

Composés **saturés** de formule brute $C_nH_{(2n+2)}$

Carbone quaternaire (relié à 4 C)
Carbone tertiaire (relié à 3 C)
Carbone secondaire (relié à 2 C)
Carbone primaire (relié à 1 C)



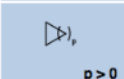
Exemples



Chaînes principales
Ramifications

B. Les cycloalcanes

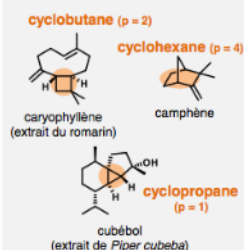
Cycloalcane



Composés **insaturés** de formule brute $C_nH_{(2n-2)}$

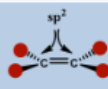
Alcanes	Cycloalcanes
C_6H_{14}	C_6H_{12}
 hexane	 cyclohexane
 2-méthylpentane	 méthylcyclopentane
	 1,2-diméthylcyclobutane
5 doublets liants C-C	6 doublets liants C-C 2 atomes H en moins ⇒ 1 insaturation

Exemples



Les alcènes

Alcène



● : atome de C ou H

Composés **insaturés (double liaison)** de formule brute C_nH_{2n}

Remarque : les cycloalcanes possèdent la même formule brute

Géométrie trigonale autour des C hybridés sp^2 de la double liaison

$L_{C=C} < L_{C-C}$ et $E_{C=C} > E_{C-C}$

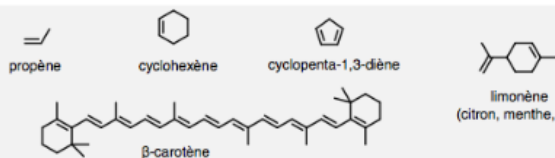
$E_{\pi C=C} < E_{\sigma C-C}$

⇒ Pas de rotation autour de la double liaison $C=C$

⇒ Liaison $C=C$ plus difficile à casser totalement que liaison $C-C$

Les électrons π sont plus mobiles et plus polarisables que les électrons σ : ce sont eux qui vont conférer ses propriétés chimiques à la molécule

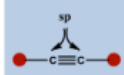
Exemples





Les alcynes

Alcyne



● : atome de C ou H

Composés insaturés (triple liaison) de formule brute est C_nH_{2n-2}

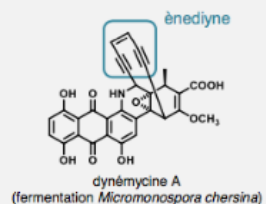
Exemples



Alcyne terminal = **alcyne vrai**
(H lié à la triple liaison : acide)



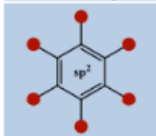
Alcyne interne



éthane	éthène (ou éthylène)	éthyne (ou acétylène)
H_3C-CH_3	$H_2C=CH_2$	$HC\equiv CH$
C_2H_6	C_2H_4	C_2H_2
saturé	1 insaturation	2 insaturations

Les composés aromatiques

Aromatique

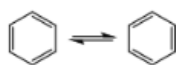


● : atome de C ou H

Les aromatiques sont des composés **insaturés**
(cycle + doubles liaisons).



A. Le benzène et ses dérivés



Structures de Kekulé du benzène

- ✓ 6 liaisons C-C identiques ($l = 1,39 \text{ \AA}$)
- ✓ 6 liaisons C-H identiques ($l = 1,09 \text{ \AA}$)



Représentation du benzène
sous forme d'une structure
unique

Nombre d'insaturations

Hydrocarbure saturé (alcane) : $C_nH_{(2n+2)}$



⇒ 8 atomes H en moins

⇒ 4 insaturations (1 cycle + 3 doublets π)

Exemples



toluène
(méthylbenzène)



phénol
(benzénol)



benzaldéhyde
(benzène-carbaldéhyde)



nitrobenzène



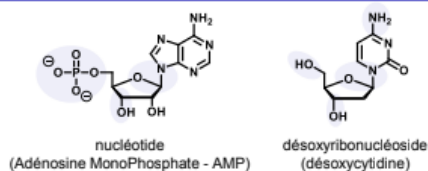
2) Les fonctions organiques

Quelques fonctions organiques en biochimie

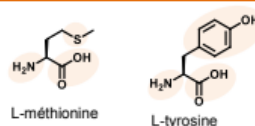
Généralité

- Les fonctions organiques ou groupements fonctionnels sont liés à la présence d'hétéroatomes (oxygène, soufre, azote, phosphore...).

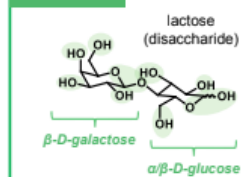
Nucléoside – Nucléotide – Acides Nucléiques



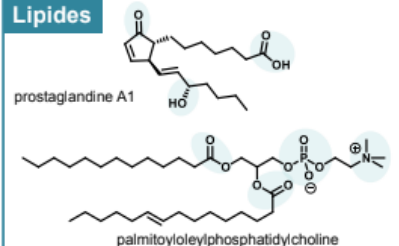
Acides aminés – Peptides



Glucides



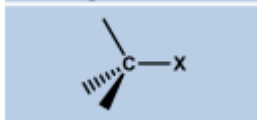
Lipides



Les fonctions organiques halogénées

- Les **halogénoalcanes** (ou **halogénures d'alkyle**) sont des alcanes dont un ou plusieurs atomes H ont été remplacés par un **halogène** noté X avec :
X = F, Cl, Br ou I.

Halogénoalcane



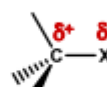
- Propriétés de la liaison C-X :

Longueur de liaison :
Électronégativité :

Liaison C-X polarisée :

Polarisabilité :
Force de liaison :
Réactivité relative :

C-F < C-Cl < C-Br < C-I
C << I < Br < Cl < F

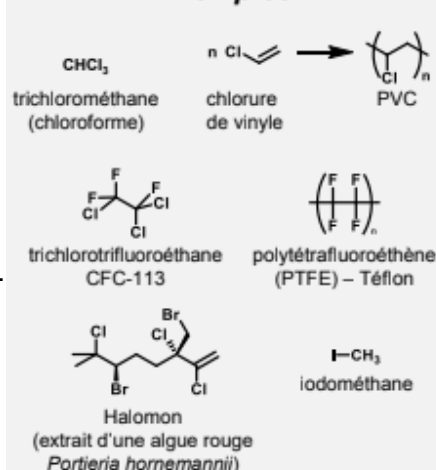


F < Cl < Br < I
C-F > C-Cl > C-Br > C-I
C-F < C-Cl < C-Br < C-I

Les halogénoalcanes

- Remarque : Conséquences sur les propriétés physiques :
- Halogénoalcanes = composés polaires → plus de forces intermoléculaires (dipôle-dipôle) que dans leurs homologues alcanes non polaires → températures de changement d'état élevées. A température ambiante, CH₃CH₃ : gaz, CH₃CH₂Cl : gaz, par contre CH₃CH₂Br et CH₃CH₂I : liquides.

Exemples

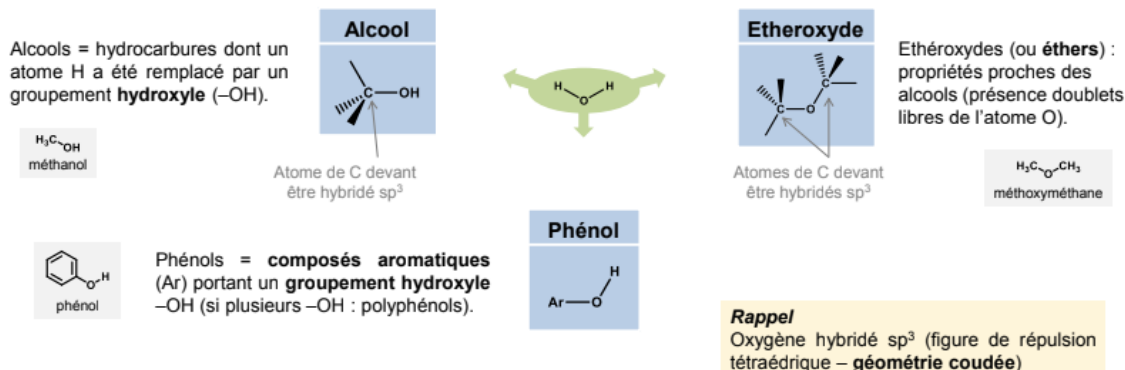




Les fonctions organiques oxygénées

La liaison simple C-O

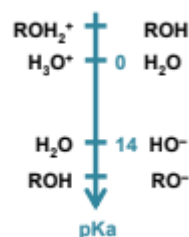
- Trois grandes classes de composés possèdent des liaisons simples C-O : les alcools, les phénols et les étheroxydes.
- Ces composés peuvent être considérés comme des dérivés de l'eau dans laquelle un ou deux atomes H ont été substitués.



- Liaisons C-O et O-H polarisées.



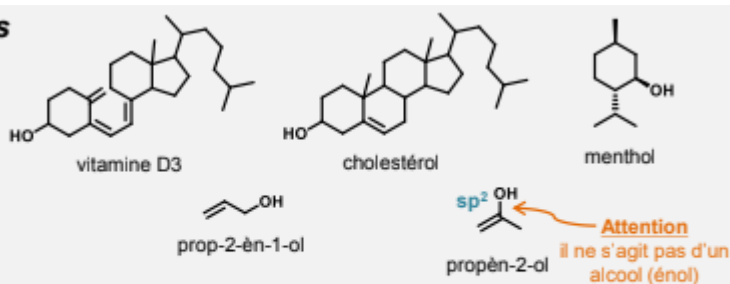
- Alcools = **acides** dans les couples ROH / RO- (RO- : alcoolate, R : alkyle).
→ Acides indifférents dans l'eau ($pK_a > 14$).
- Alcools = **bases** dans les couples ROH₂⁺ / ROH.
→ Bases indifférentes dans l'eau ($pK_a < 0$).



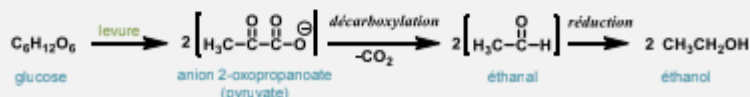
Les alcools

Classement des alcools		
méthanol	<chem>H3C-OH</chem>	Alcool primaire
éthanol	<chem>H3C-CH2-OH</chem>	
propan-2-ol isopropanol	<chem>CH3-CH(OH)-CH3</chem>	Alcool secondaire
méthylpropan-2-ol tertiobutanol	<chem>H3C-C(OH)(CH3)2</chem>	Alcool tertiaire

Exemples



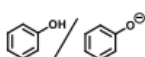
Production d'éthanol par fermentation



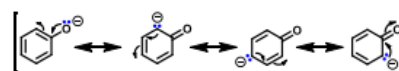


Les phénols

- Les phénols sont plus acides que les alcools (stabilisation de l'ion phénolate par mésomérie).

Couple acidobasique : 

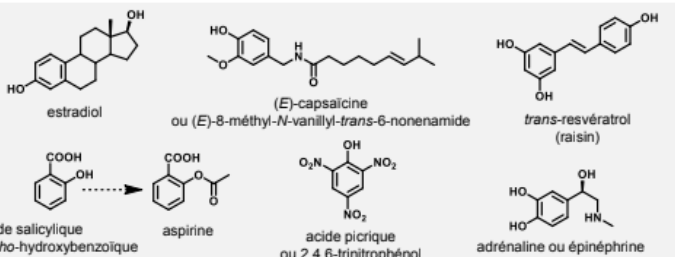
Formes mésomères de l'ion phénolate




Hybride de
résonance

Base conjuguée du phénol stabilisée → acidité plus importante du phénol

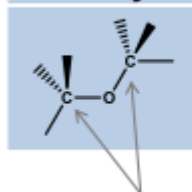
Exemples



Les étheroxydes

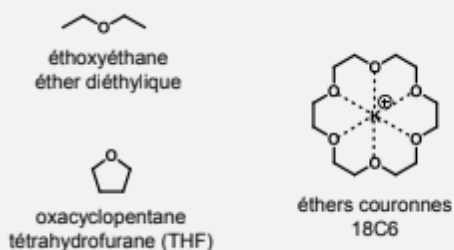
- Étheroxydes (ou éthers) : propriétés proches des alcools (présence doublets libres de l'atome O).

Etheroxyde



Atomes de C devant être hybridés sp^3

Exemples

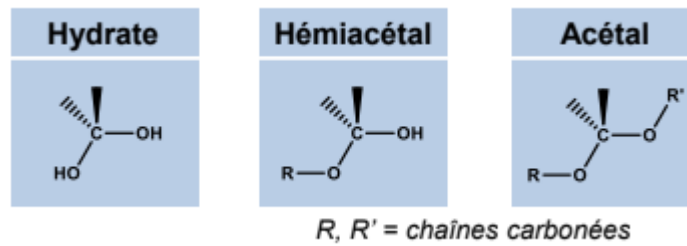


Charles J. Pederson, Jean-Marie Lehn,
Donald J. Cram : Prix Nobel de chimie en
1987 pour leurs travaux sur les molécules
dont la structure permet des interactions
spécifiques avec une haute sélectivité
(reconnaissance moléculaire).

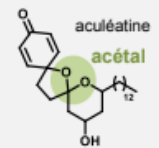
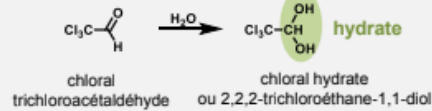


Autres
fonctions
comportant
une liaison
simple C-O

- Attention : Ne surtout pas confondre ces fonctions avec des alcools ou étheroxydes!!



Exemples

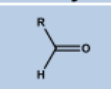


Atomes O et C hybridés sp^2

Formule générale des **carbonyles (C=O)**.

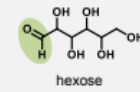
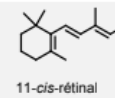
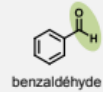
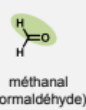
Dans cette famille, différentes fonctions existent suivant la nature des groupements X et Y.

Aldéhyde

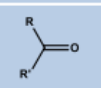


$R = H$ ou chaîne carbonée

Exemples

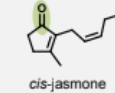
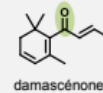


Cétone



$R, R' = \text{chaînes carbonées}$

Exemples

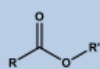


Acide carboxylique



$R, R' = \text{chaînes carbonées}$

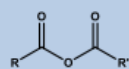
Ester



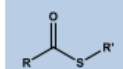
Chlorure d'acyle (chlorure d'acide)



Anhydride d'acide

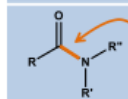


Thioester



'Thio' :
présence
de soufre

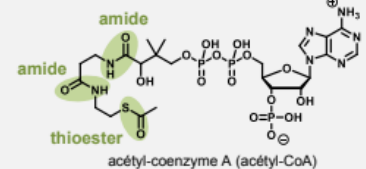
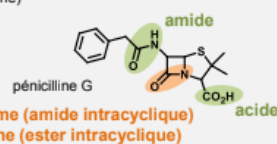
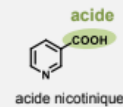
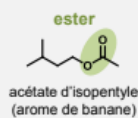
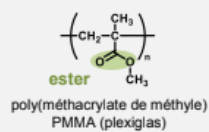
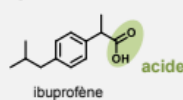
Amide



Liaison
peptidique

$R, R' = H$ ou chaînes carbonées

Exemples



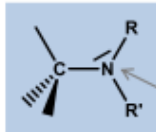
Lactame (amide intracyclique)
 Lactone (ester intracyclique)

La liaison
double C=O



Les fonctions organiques azotées

Amine



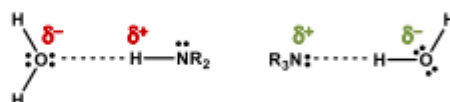
Amines = **dérivés de l'ammoniac** dont un ou plusieurs H sont remplacés par des chaînes carbonées.

$R, R' = H$ ou chaînes carbonées

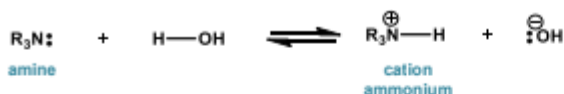
Atome N devant être hybridé sp^3

- Liaisons C–N et N–H polarisées + doublet libre sur N.

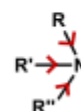
Liaisons
hydrogènes



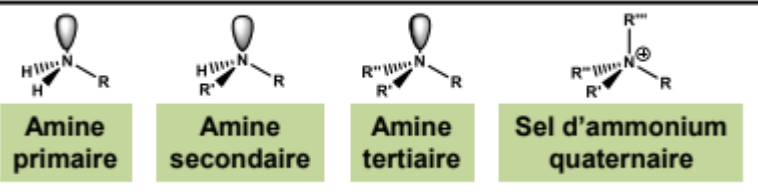
- Amines basiques (doublet libre sur N).



Effets inductifs
donneurs des
chaînes carbonées

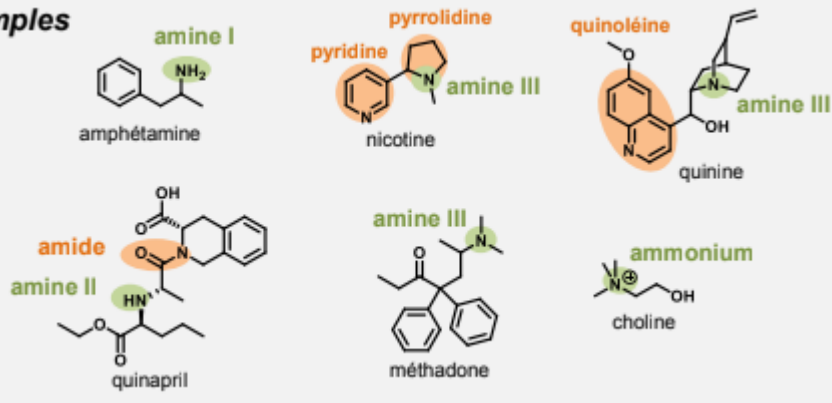


Classement des amines



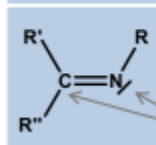
- Remarque : ce n'est pas la même définition que pour les alcools (on prenait en compte le C portant l'hydroxyle, ici c'est directement le N).

Exemples



- Si $R = \text{alkyl}$ ou aryl , on peut parler de bases de Schiff (imines stables).

Imine



Atomes de C et N devant être hybridés sp^2

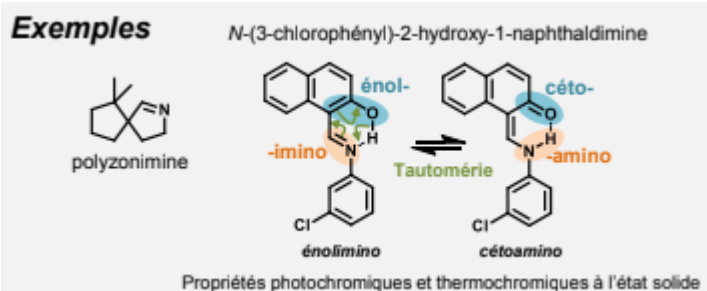
- $R, R', R'' = H$ ou chaînes carbonées

La liaison
simple C–N :
la fonction
amine

La liaison
double C=N
la fonction
imine

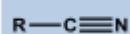


- **Tautomérie** : réaction chimique réversible faisant intervenir le déplacement concomitant d'un atome d'hydrogène et d'une liaison π (proportion des tautomères dépend du pH, du solvant, de la température).

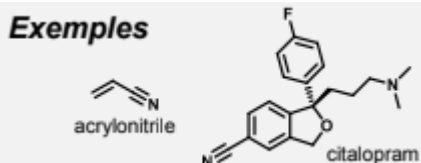


- Nitriles : géométrie linéaire autour du C.

Nitrile



- R = H ou chaînes carbonées



Liaison triple
 $C \equiv N$:
Fonction
nitrile

Autres hétéroatomes

Thiol (mercaptan)



Thiophénol



Thioéther

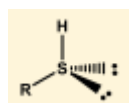


Disulfure



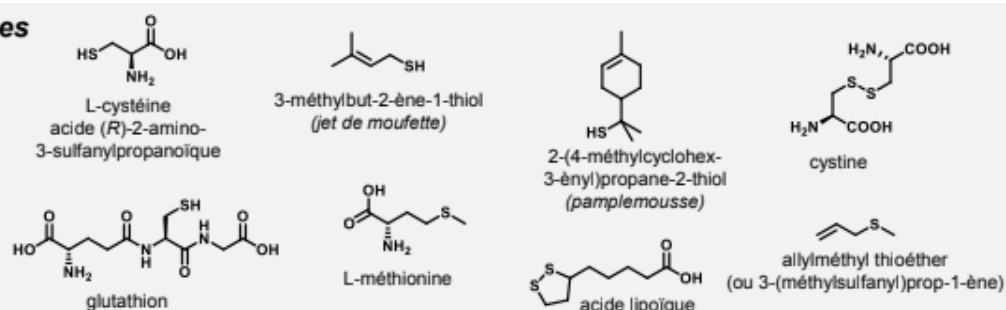
C relié au S sp^3

- Rappel : Soufre hybridé sp^3 (figure de répulsion tétraédrique – géométrie coudée).



Fonction
soufrée

Exemples





Fonction Phosphore

Phosphoester	Phosphodiester	Phosphotriester	Acylphosphate
monophosphate diphosphate triphosphate			
$R, R', R'' = \text{chaînes carbonées}$			

Rappels : Ion phosphate (PO_4^{3-})

✓ Propriétés acido-basiques

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{H}_3\text{PO}_4 & \xrightleftharpoons{-\text{H}^+} & \text{H}_2\text{PO}_4^- & \xrightleftharpoons{-\text{H}^+} & \text{HPO}_4^{2-} & \xrightleftharpoons{-\text{H}^+} & \text{PO}_4^{3-} \\
 \text{acide} & & \text{ion} & & \text{ion} & & \text{ion} \\
 \text{phosphorique} & & \text{dihydrogénophosphate} & & \text{hydrogénophosphate} & & \text{phosphate}
 \end{array}$$

$\text{p}K_{a1} = 2,1$ $\text{p}K_{a2} = 7,2$ $\text{p}K_{a3} = 12$

✓ Formules mésomères

$$\left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}^- - \text{P} - \text{O}^- \\ \mid \\ \text{O}^- \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{c} \text{O}^- \\ \mid \\ \text{O} = \text{P} - \text{O}^- \\ \mid \\ \text{O}^- \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{c} \text{O}^- \\ \mid \\ \text{O} = \text{P} - \text{O}^- \\ \mid \\ \text{O}^- \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{c} \text{O}^- \\ \mid \\ \text{O} = \text{P} - \text{O}^- \\ \mid \\ \text{O}^- \end{array} \right]$$

Exemples

phosphatidylcholine

ADP (adénosine diphosphate)

Structure ADN

Salut à toi ~~jeune-entrepreneur~~, jeune P1, ici un vieux D1 (ou un vieux P2, tout dépend des rattrapages d'immuno...) qui te parle, si tu ne sais pas ce que tu fais là, à cette page, à cet instant. Sache que tu fais ça pour réaliser tes rêves. Je crois en twa <3.

