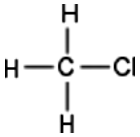
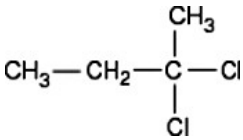
Les groupes fonctionnels

Les molécules ne sont pas uniquement composées d'atomes de carbone et d'hydrogène.
Souvent l'élément carbone est associé à d'autres éléments (halogènes, oxygène, azote ...) pour former des groupes caractéristiques ou fonctionnels.
Ces groupes fonctionnels déterminent les propriétés physico-chimiques des molécules.

I. Les molécules halogénées.

Elles sont obtenues par substitution d'un ou plusieurs atomes de carbone d'un alcane par un ou plusieurs atome d'halogène (avant dernière colonne du tableau périodique : fluor, chlore, brome, iode).
Ces molécules ainsi formées forment la **famille des dérivés halogénés**.

Exemples :  *Le chlorométhane*  *2,2-dichlorobutane*

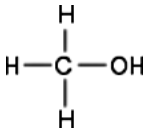
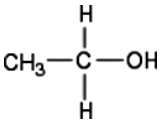
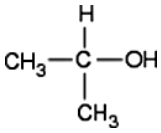
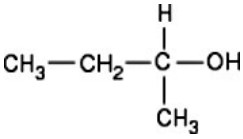
II. Les molécules oxygénées.

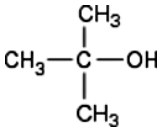
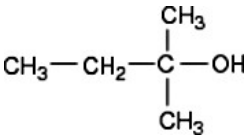
Comme le nom l'indique, il s'agit de groupes fonctionnels contenant un ou plusieurs atomes d'oxygène.

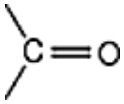
1. Le groupe fonctionnel hydroxyle – OH

Les alcools sont des molécules organiques possédant un groupe fonctionnel hydroxyle – OH lié à un atome de carbone tétragonal.
Ces molécules appartiennent à la **famille des alcools** : nom qui se termine en **-ol** (méthanol, éthanol ...)
Au niveau nomenclature, on repère toujours la position du groupe fonctionnel en numérotant la chaîne principale afin de donner le plus petit nombre au carbone qui porte le groupe hydroxyle. Dans le cas où il n'y a pas d'ambiguïté il est inutile de préciser.

Remarque : selon la position du groupe hydroxyle dans la molécule on distingue 3 classes d'alcool :
- *les alcools primaires (alcool I): le carbone fonctionnel est lié à un seul atome de carbone.*
- *les alcools secondaires (alcool II): le carbone fonctionnel est lié à 2 atomes de carbone.*
- *les alcools tertiaires (alcool III): le carbone fonctionnel est lié à 3 atomes de carbone.*

Exemples : 
méthanol

éthanol

propan-2-ol

butan-2-ol

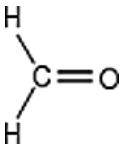
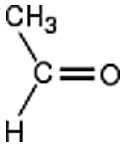
methylpropan-2-ol  *2-methylbutan-2-ol* 

2. Le groupe fonctionnel carbonyle 

Selon la position du groupe carbonyle dans la molécule on distingue 2 familles distinctes.

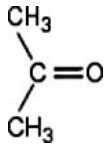
- **Les aldéhydes** : le carbone fonctionnel est lié à au moins un atome d'hydrogène.

Ces molécules appartiennent à la **familles des aldéhydes** : molécules dont le nom se termine en **-al** (méthanal, éthanal ...)
Vu la présence nécessaire d'au moins 1 atome d'hydrogène, la fonction carbonyle est toujours présente en bout de chaîne.

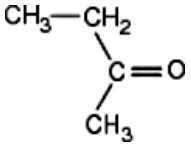
Exemples :  *Le méthanal*  *L'éthanal*

– **Les cétones** : le carbone fonctionnel n'est lié à aucun atome d'hydrogène.
Ces molécules appartiennent à la **familles des cétones** : nom qui se termine en **-one** (propanone, butanone ...)
On repère la position du groupe fonctionnel en numérotant la chaîne principale afin de donner le plus petit nombre au carbone qui porte le groupe carbonyle. Comme toujours s'il n'y a pas d'ambiguïté, il est inutile de préciser.

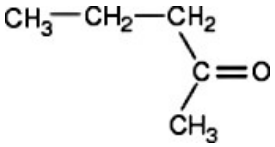
Exemples :



La propanone (ou acétone)

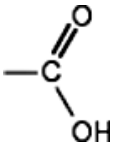


butanone



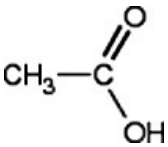
pentan-2-one

3. Le groupe fonctionnel carboxyle – COOH



Ce groupement est lié à 2 atomes d'oxygène.
Le premier est doublement liée au carbone fonctionnel.
Le deuxième est lié au carbone fonctionnel et à un atome d'hydrogène.
Ces molécules appartiennent à la famille des **acides carboxyliques** : nom **acide .....-oïque** (acide éthanoïque, acide butanoïque ...)
Pour respecter la valence du carbone, la fonction carboxyle est toujours présente en bout de chaîne.

Exemple :



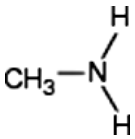
L'acide éthanoïque (ou acide acétique)

III. Les molécules azotées.

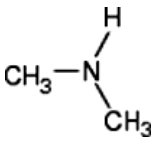
C'est la présence d'un atome d'azote dans une molécule qui caractérise la **famille des amines**.
On peut considérer (comme pour les dérivés halogénés) qu'à partir de la molécule d'ammoniac (NH_3) on substitue un ou plusieurs atome d'hydrogène par un ou plusieurs groupes alkyle C_nH_{2n+1} pour obtenir un amine.

Selon que cet atome d'azote est lié à 1, 2 ou 3 atomes de carbone, on distingue 3 classes d'amine :
- *les amines primaires : l'atome d'azote est lié à un seul atome de carbone.*
- *les amines secondaires : l'atome d'azote est lié à 2 atomes de carbone.*
- *les amines tertiaires : l'atome d'azote est lié à 3 atomes de carbone.*

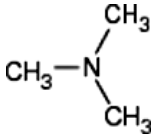
Exemples :



méthylamine



diméthylamine



triméthylamine

IV. Tests caractéristiques.

Pour mettre en évidence les différentes familles de molécules, il est important de connaître un certain nombre de tests.

1. Test au DNPH

Une molécule qui porte le groupe fonctionnel carbonyle réagit positivement (apparition d'un précipité jaune-orangé) à la présence de DNPH (2,4-dinitrophénylhydrazine).
Ce test met donc en évidence la présence d'un aldéhyde ou d'une cétone.

2. Propriétés réductrices des aldéhydes.

Les aldéhydes présentent un caractère réducteur. *(voir réactions d'oxydo-réduction)*

On peut par exemple considérer le couple oxydant / réducteur :
acide éthanoïque / éthanal : $CH_3\text{-}COOH$ / $CH_3\text{-}CHO$
On peut écrire la demi-équation d'oxydoréduction (en milieu acide) :

$$CH_3\text{-}COOH + 2\,e^- + 2\,H^+ = CH_3\text{-}CHO + H_2O$$

oxydant *réducteur*

a. Test au réactif de TOLLENS : expérience du miroir d'argent.
Lorsque l'on chauffe un tube à essais contenant un aldéhyde et des ions diammine argent $Ag(NH_3)_2^+$, la paroi du tube se recouvre d'un dépôt d'argent métallique.

b. Test à la liqueur de FEHLING.
En chauffant un mélange d'aldéhyde et de liqueur de FEHLING, un précipité rouge brique d'oxyde de cuivre I (Cu_2O) apparaît.

c. Test au réactif de SCHIFF.
Convenablement refroidis dans un bain marie d'eau glacé, les aldéhydes colorent en rose-fushia le réactif de SCHIFF.

3. Propriétés acido-basique des acides carboxyliques et amines.

On peut mettre en évidence le caractère acide des solutions aqueuses d'acide carboxylique ainsi que le caractère basique des solutions aqueuses aminées par de simples tests de pH (pH-mètre, papier pH, indicateurs colorés ...)

- pH < 7 pour les acides
- pH > 7 pour les bases

Considérons le couple acide / base :
acide éthanoïque / ion éthanoate : $CH_3\text{-}COOH$ / $CH_3\text{-}COO^-$
On peut écrire la demi-équation acido-basique :

$$CH_3\text{-}COOH = CH_3\text{-}COO^- + H^+$$

acide *base*

Les acides carboxyliques ont donc un caractère acide.

De la même manière que l'on peut considérer le couple acide-base
ammonium / ammoniac (NH_4^+ / NH_3)
On peut considérons les couple acide / base génériques du style :
ions méthylammonium / méthylamine : $CH_3\text{-}NH_3^+$ / $CH_3\text{-}NH_2$
On peut écrire la demi-équation acido-basique :

$$CH_3\text{-}NH_3^+ = CH_3\text{-}NH_2 + H^+$$

acide *base*

Les amines ont donc un caractère basique.