

CHAPITRE 16 : CHIMIE ORGANIQUE ET NOUVEAUX MATÉRIAUX

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Mai 2016

I. Groupes caractéristiques

1. Molécules organiques

- Les molécules organiques sont constituées d'un squelette carboné sur lequel peuvent être liés d'autres atomes comme, par exemple : O, N, S, Cl, Br, etc appelés hétéroatomes.

2. Groupe caractéristique

- **Définition** : un groupe caractéristique est un groupe d'atomes qui donne des propriétés spécifiques à la molécule sur laquelle il se trouve, notamment en termes de réactivité chimique.
- Ces propriétés sont, la plupart du temps, due à l'électronégativité des hétéroatomes du groupe.

II. Les alcanes

Les alcanes sont des hydrocarbures (molécules ne contenant que de l'hydrogène et du carbone) ne comportant que des liaisons simples.

1. Les alcanes linéaires

- Les atomes de carbone sont liés les uns à la suite des autres (à la queue leu-leu).
- La formule générale d'un alcane linéaire est C_nH_{2n+2}
- Leur nom est basé sur le nombre d'atomes de carbone.
- Ce nom est donné par : [préfixe]+[ane].

II. Les alcanes

1. Les alcanes linéaires

Nombre de C	Préfixe	Suffixe	Nom	Formule
1	méth	ane	méthane	CH_4
2	éth	ane	éthane	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$
3	prop	ane	propane	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
4	but	ane	butane	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
5	pent	ane	pentane	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
6	hex	ane	hexane	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

II. Les alcanes

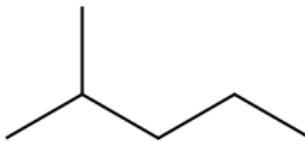
2. Les alcanes ramifiés

- Ces molécules présentent une bifurcation de la chaîne carbonée.
- Elles contiennent au moins un atomes de carbone liés à 3 ou 4 autres atomes de carbone.
- Leur nom est basé sur le nombre d'atomes de carbone dans la chaîne carboné la plus longue.
- Les autres portions de chaîne carbonée sont considérées comme des ramifications et sont appelées des **radicaux alkyles** dont le nom correspond à celui de l'alcane correspondant dans lequel le suffixe **ane** est remplacé par **yle**.

II. Les alcanes

2. Les alcanes ramifiés

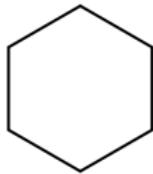
- Le nom des alcanes ramifiés s'obtient de la façon suivante :
[position ramif]–[nom ramif]+[préfixe]+[ane]
- Exemple : le 2-méthylpentane



II. Les alcanes

3. Les alcanes cycliques

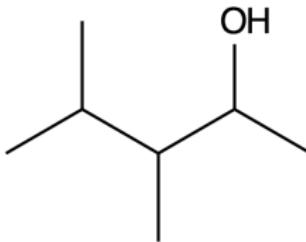
- Ces molécules présentent une chaîne carbonée fermée sur elle-même.
- Leur nom est celui de l'alcane linéaire correspondant au nombre d'atomes dans la chaîne carbonée, précédé du préfixe **cyclo**.
- Exemple : le cyclohexane



III. Les alcools

1. Définition

- Un alcool est une molécule organique contenant le groupe caractéristique hydroxyle $-\text{OH}$ lié à un atome de carbone, appelé **carbone fonctionnel**.
- Leur nom est celui de l'alcane correspondant dans lequel le suffixe **ane** est remplacé par la position de la fonction alcool et le suffixe **ol**.
- Nom : [position ramif]–[nom ramif]+[préfixe]+[an]–[position OH]–[ol]
- Exemple : le 3,4-diméthylpentan-2-ol



III. Les alcools

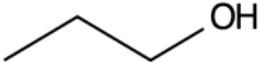
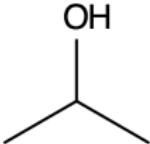
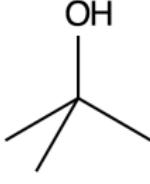
2. Trois classes d'alcools

- Selon leur structure, les alcools présentent des réactivités chimiques différentes.
- On les classe selon le nombre d'atomes de carbone liés au carbone fonctionnel.
- Alcool primaire : un seul atome de carbone sur le carbone fonctionnel
- Alcool secondaire : deux atomes de carbone sur le carbone fonctionnel
- Alcool tertiaire : trois atomes de carbone sur le carbone fonctionnel
- Exemples :

III. Les alcools

2. Trois classes d'alcools

- Exemples :

	propan-1-ol	alccol primaire
	propan-2-ol	alccol secondaire
	2-méthylpropan-2-ol	alccol tertiaire

III. Les alcools

3. Miscibilité avec l'eau

- **Définition** : deux substances sont dites miscibles si elles forment un mélange homogène.
- Les hydrocarbures sont généralement insolubles dans l'eau car ils sont apolaires.
- Si la chaîne carbonée comporte un groupe caractéristique polaire, comme le groupe hydroxyle, la molécule présente une certaine solubilité dans l'eau.
- Cette solubilité diminue toutefois lorsque la longueur de la chaîne carbonée (apolaire) augmente.

III. Les alcools

3. Miscibilité avec l'eau

- Exemples :

Nom de l'alcool primaire	Solubilité dans l'eau à 20°C
méthanol	en toutes proportions
éthanol	en toutes proportions
propan-1-ol	en toutes proportions
butan-1-ol	$77 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
pentan-1-ol	$22 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
hexan-1-ol	$5,9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
heptan-1-ol	$2,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

III. Les alcools

4. Température de changement d'état

- Lorsque la longueur de la chaîne carbonée d'un alcane ou d'un alcool linéaire augmente, l'intensité des interactions de Van der Waals entre les molécules augmente.
- Il en résulte une augmentation des températures de changement d'état (pour une pression donnée).
- Remarque : les températures de changement d'état augmentent aussi, en règle générale, avec la masse des molécules.

III. Les alcools

4. Température de changement d'état

- **Règle n°1** : au sein d'une même famille chimique (alcano, alcool ou autre), la température de changement d'état augmente avec la longueur de la chaîne carbonée.
- **Règle n°2** : entre deux alcanes (ou alcools) de même formule brute, celui qui contient le plus de ramifications présente la température de changement d'état la plus faible (pour une pression donnée).
- **Règle n°3** : Les alcools présentent des températures de changement d'état plus élevées que les alcanes correspondant.

III. Les alcools

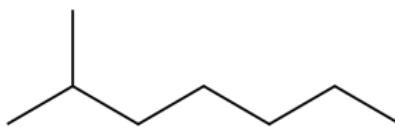
4. Température de changement d'état

- Exemples :

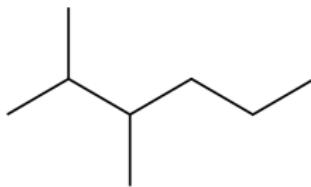
$$\theta_{\text{éb}}(\text{octane}) = 126 \text{ } ^\circ\text{C}$$



$$\theta_{\text{éb}}(2\text{-m\'ethylheptane}) = 117 \text{ } ^\circ\text{C}$$



$$\theta_{\text{éb}}(2,3\text{-dim\'ethylhexane}) = 106 \text{ } ^\circ\text{C}$$

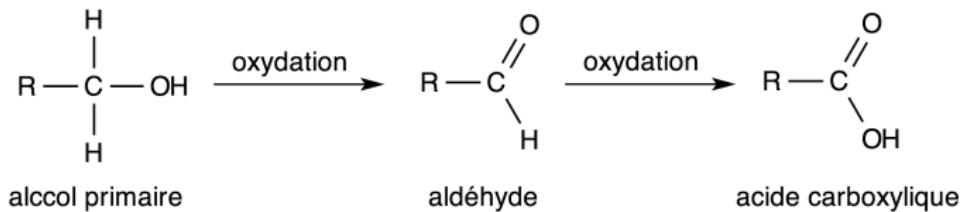


III. Les alcools

5. Oxydation ménagée

- L'oxydation ménagée d'un **alcool primaire** donne lieu à la formation d'un **aldéhyde** (si l'oxydant est en défaut) ou à un **acide carboxylique** si l'oxydant est en excès.

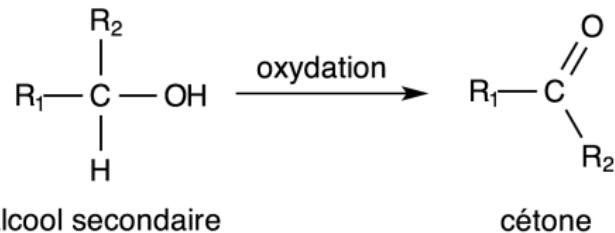
Les oxydants réagissant à la fois avec l'alcool et l'aldéhyde, il n'est pas aisés d'obtenir, par cette méthode, un aldéhyde pur sans trace d'acide carboxylique.



III. Les alcools

5. Oxydation ménagée

- L'oxydation ménagée d'un **alcool secondaire** donne lieu à la formation d'une **cétone**.



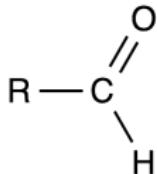
- L'oxydation ménagée d'un **alcool tertiaire** est impossible.

IV. Les composés carbonylés

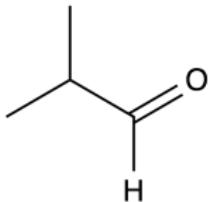
Ces molécules contiennent le groupe caractéristique carbonyle C = O.

1. Famille des aldéhydes

- Dans ces molécules, le groupe carbonyle se trouve à l'extrémité de la chaîne carbonée.
- Leur formule générale est R – CHO :



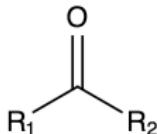
- Leur nom s'obtient à partir de celui de l'alcane correspondant en remplaçant le e par al : [préfixe]+[an]+[al]
- Exemple : le 2-méthylpropanal



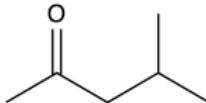
IV. Les composés carbonylés

2. Famille des cétones

- Dans ces molécules, le groupe carbonyle est lié à un atome de carbone de chaque côté.
- Leur formule générale est $R_1 - CO - R_2$:



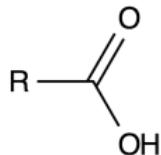
- Leur nom s'obtient à partir de celui de l'alcane correspondant en remplaçant le **e** par **one** et la position de la fonction cétone :
[préfixe]+[an]–[position de CO]–[one]
- Exemple : la 4-méthylpentan-2-one



V. Les acides carboxyliques

1. Définition

- Ces molécules contiennent le groupe carboxyle –COOH
- Leur formule générale est R – COOH :

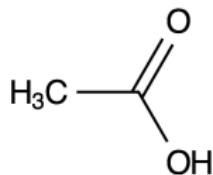


- Leur nom s'obtient à partir de celui de l'alcane correspondant en remplaçant le **e** par **oïque** et le faisant précéder de **acide** :
acide [préfixe]+[anoïque]

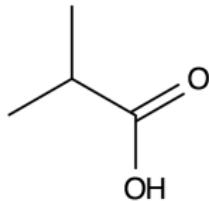
V. Les acides carboxyliques

2. Exemples

- L'acide éthanoïque (ou acétique) : CH₃ – COOH



- L'acide 2-méthylpropanoïque : CH₃ – CH(CH₃) – COOH



V. Les acides carboxyliques

3. Caractère acide

- **Définition** : on appelle **acide** une molécule capable de libérer un ou des proton(s) $\text{H}^+(\text{aq})$.
- L'hydrogène du groupe $-\text{COOH}$ des acides carboxyliques est labile : il peut être libéré par la molécule dans l'eau.
- Il en résulte une augmentation de la concentration des ions $\text{H}^+(\text{aq})$ dans la solution qui devient donc une solution acide ($p\text{H} < 7$).
- Les acides carboxyliques à petite chaîne carbonée (moins de 4 atomes de carbone) sont très solubles dans l'eau. La solubilité des acides carboxyliques décroît lorsque la longueur de la chaîne carbonée augmente.
- Cette solubilité est due au caractère polaire du groupe carboxyle $-\text{COOH}$ et à la possibilité, pour ce groupe, de former des liaisons hydrogène avec l'eau.

VI. Synthèse et hémisynthèse de molécules biologiquement actives

1. Obtention de molécules biologiquement actives

- **Définition** : une molécule biologiquement active est une molécule qui a la propriété d'interagir avec des organismes vivants (et notamment l'organisme humain).
- Il est possible de produire ces espèces par synthèse (à partir de molécules simples) ou par hémisynthèse (à partir d'espèces chimiques naturelles ayant une structure voisine, appelées précurseurs).

2. Rendement d'une synthèse

- **Définition** : le rendement η d'une transformation chimique est le rapport, exprimé en pourcentage, entre la masse de produit effectivement obtenue expérimentalement et la masse maximale que l'on pourrait obtenir si la réaction était totale, terminée et s'il n'y avait pas de pertes :

$$\boxed{\eta = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{théo}}} = \frac{n_{\text{exp}}}{n_{\text{théo}}}}$$

VI. Synthèse et hémisynthèse de molécules biologiquement actives

3. Nanochimie

- **Définition** : la nanochimie étudie des objets dont les dimensions sont comprises entre quelques nanomètres ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) et quelques centaines de nanomètres..
- Ces objets (molécules, macromolécules, assemblages de molécules, etc) présentent un comportement spécifique du fait de leur structure et de leur géométrie.
- Les recherches actuelles dans ce domaine visent à exploiter les propriétés électriques, optiques, magnétiques et chimiques particulières de ces nanoparticules.