

## Famille de composés chimiques

Les **composés organiques oxygénés** (composés exclusivement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène) sont à la base de **nombreuses réactions** en chimie organique, comme les **synthèses** de nouvelles molécules.

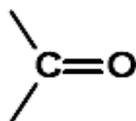
On distingue **quatre familles** de composés organiques oxygénés : les **alcools** (déjà étudiés au chapitre 11), les **aldéhydes**, les **cétones**, et les **acides carboxyliques**.

**Rappel** : un **groupe caractéristique** est un groupe d'atomes qui donne des **propriétés spécifiques** aux molécules qui le possèdent. On dit que ces molécules forment une **famille chimique**.

Ex : pour les **alcools**, c'est le **groupe hydroxyle -OH**.

### A. Les composés carbonylés

Un **composé carbonylé** contient le **groupe**



**carbonyle**

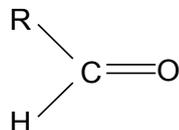
On distingue deux familles de composés carbonylés : les **aldéhydes** et les **cétones**.

#### 1. Les aldéhydes

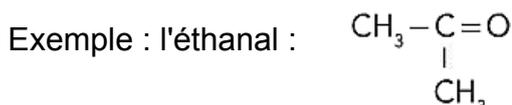
Le carbone du groupe carbonyle est lié à **au moins un atome d'hydrogène** :

Le groupe carbonyle ne peut donc se trouver qu'en **extrémité de chaîne carbonée**.

Formule générale :



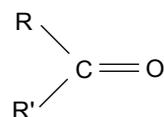
avec R est un radical alkyle (chaîne carbonée)



Remarque : le méthanal est le seul aldéhyde pour lequel le groupe carbonyle est lié à deux atomes d'hydrogène.

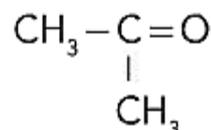
#### 2. Les cétones

Le carbone du groupe carbonyle est lié à **deux atomes de carbone** :



Le groupe carbonyle est donc situé dans la chaîne carbonée.

Exemple : la propanone, appelée communément « acétone », est une cétone. :



#### 3. Règles de nomenclature

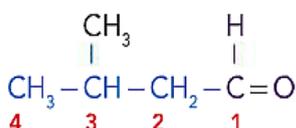
→ On recherche la chaîne carbonée la plus longue comportant l'atome de carbone fonctionnel

→ On numérote les atomes de carbone de cette chaîne afin que l'atome de carbone fonctionnel ait le numéro x le plus petit possible (1 dans le cas d'un aldéhyde)

→ on remplace le -e final du nom de l'alcane correspondant (en tenant compte des ramifications éventuelles) à cette chaîne par la terminaison :

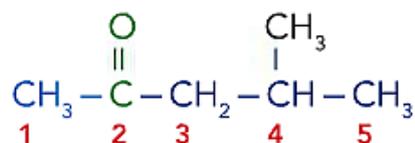
• -al dans le cas d'un aldéhyde :

exemple : **3-méthylbutanal**



• -x-one dans le cas d'une cétone

exemple : **4-méthylpentan-2-one**



#### 4. Comment identifier les aldéhydes et les cétones ?

Des tests d'identification permettent de mettre en évidence le groupe carbonyle et de distinguer les aldéhydes de cétones.

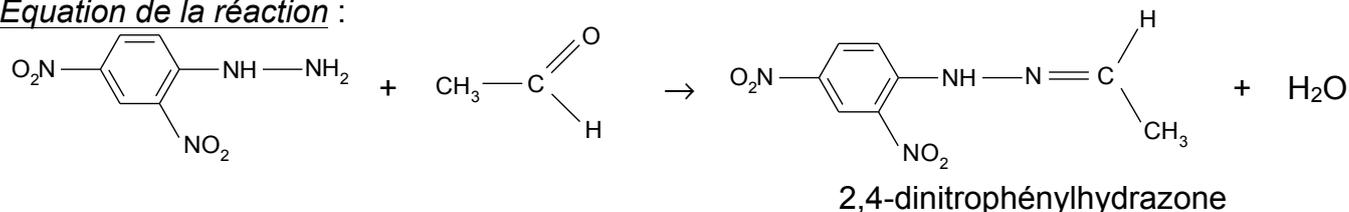
Famille	Composé carbonylé	Aldéhyde	
Réactif	2,4-DNPH (2,4-dinitrophénylhydrazine)	Liqueur de Fehling	Réactif de Tollens
Résultat positif si	Formation d'un précipité orange	Formation d'un précipité rouge après chauffage	Formation d'un dépôt d'argent

#### 4.1 Test commun aux aldéhydes et aux cétones

- A l'aide de la 2,4-DNPH (2,4 - DiNitroPhénylHydrazine)



Equation de la réaction :



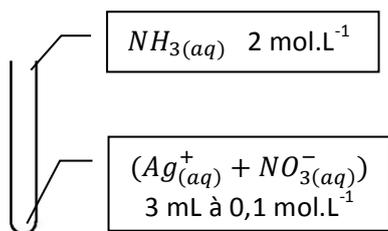
#### 4.2 Tests caractéristiques des aldéhydes

- A l'aide du réactif de Tollens (nitrate d'argent ammoniacal)

Préparation du réactif :

Gouttes à gouttes jusqu'à redissolution du précipité

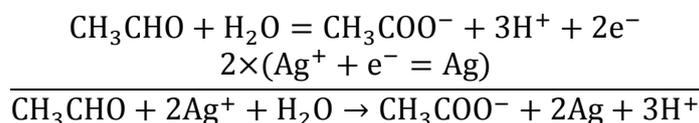
de  $\text{Ag}_2\text{O}$



+ 1 mL d'éthanal (positif), miroir d'argent

+ 1 mL de butanone (négatif)

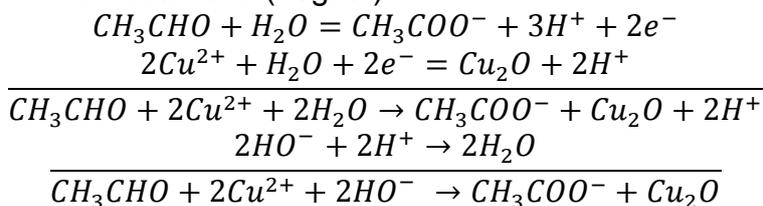
Equation de la réaction :



- A l'aide de la liqueur de Fehling ( $\text{CuT}_2^{2-}$ )

avec bain marie à 70°C, + 1 mL d'éthanal (positif), précipité rouge

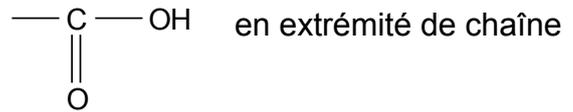
+ 1 mL de butanone (négatif)



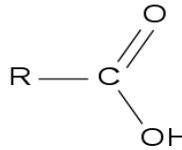
## B. Famille des acides carboxyliques

### 1. Définition et nomenclature

Un acide carboxylique contient le **groupe carboxyle** carbonée.

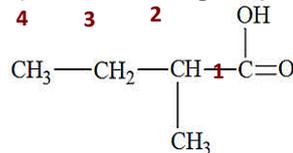


La formule générale d'un acide carboxylique s'écrit :

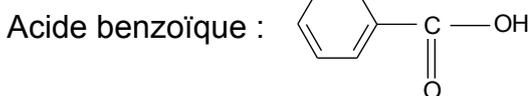


**Nomenclature** : On nomme un acide carboxylique en remplaçant le -e final de l'alcane dont il dérive par la terminaison **oïque** et en le faisant précéder du mot **acide**. On numérote la chaîne carbonée à partir du carbone fonctionnel (carbone du groupe carboxyle).

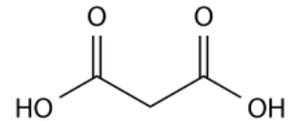
Exemple : acide 2-méthylbutanoïque :



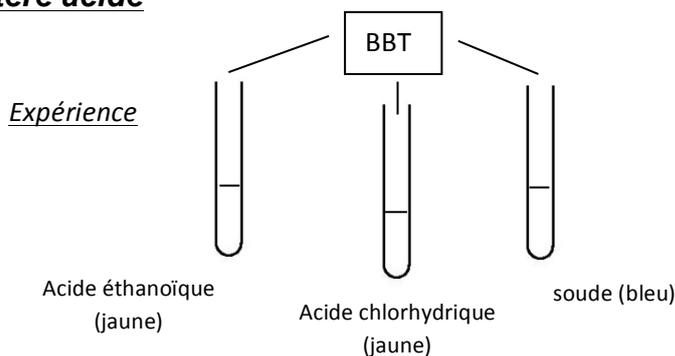
Autres exemples : acide 3-méthylbutanoïque :  $\text{CH}_3\text{---CH(CH}_3\text{)---CH}_2\text{---C(=O)OH}$



**Remarque** : Dans le cas d'un diacide ( qui comporte deux groupements carboxyles), on utilise la terminaison « dioïque ». Ainsi le nom de l'acide malonique est l'acide propanedioïque ( formule topologique ci-contre).



### 2. Caractère acide

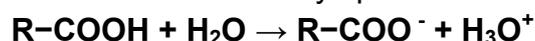


Le BBT (bleu de bromothymol) qui est un indicateur coloré acido-basique nous permet de confirmer le caractère acide.

**Interprétation** : Un acide carboxylique fait partie du couple acide/base :  $\text{R-COOH} / \text{R-COO}^-$   
*Acide carboxylique / ion carboxylate.*

Ex :  $\text{CH}_3\text{-COOH} / \text{CH}_3\text{-COO}^-$  *acide éthanoïque / ion éthanoate.*

L'équation générale de la réaction d'un acide carboxylique avec l'eau s'écrit :



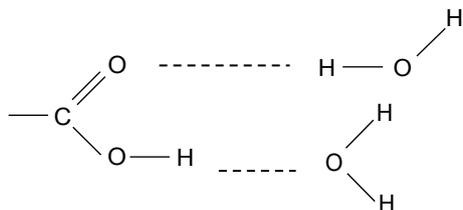
Le **caractère acide** est marqué par la **présence d'ion oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$**  en solution aqueuse. La **mise en évidence expérimentale** de ce caractère acide peut être faite à l'aide d'un **pH-mètre** (un acide a un  $\text{pH} < 7$  à  $25^\circ\text{C}$ ) ou plus simplement à l'aide d'un **indicateur coloré** ou du **papier pH**.

### 3. Solubilité

Les acides carboxyliques de **petite chaîne carbonée** (c'est-à-dire possédant **moins de quatre** atomes de carbone) sont **très solubles dans l'eau**. Leur solubilité **décroit** au fur et à mesure que la **chaîne carbonée s'agrandit**.

Cette solubilité s'explique par :

- Le **caractère polaire** du groupe carboxyle ;
- La possibilité du groupe carboxyle de **former des liaisons hydrogène** avec l'eau.

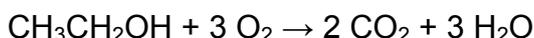


### C. Oxydation ménagée des alcools

• Une **oxydation ménagée** est une oxydation qui s'effectue **sans rupture de la chaîne carbonée**. La chaîne carbonée est conservée, seule la fonction organique est modifiée.

A contrario, on parle d'**oxydation totale** d'un alcool quand la **chaîne carbonée est détruite**.

Exemple : combustion totale de l'éthanol ; il se forme du dioxyde de carbone et de l'eau :



• L'oxydation ménagée conduit à des résultats différents selon les classes d'alcools :

<b>Classe de l'alcool</b>	<b>Alcool primaire</b> $R - \text{CH}_2\text{OH}$	<b>Alcool secondaire</b> $R_1 - \text{CHOH} - R_2$	<b>Alcool tertiaire</b> $R_1 - \text{CR}_3\text{OH} - R_2$
<b>Exemple</b>	butan-1-ol $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	butan-2-ol $\text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	2-méthylpropan-2-ol $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$
<b>Produit de l'oxydation</b>	aldéhyde puis acide carboxylique si excès d'oxydant	cétone	pas d'oxydation possible

#### **Exemple 1 : Alcootest : oxydation de l'éthanol en éthanal par l'ion dichromate.**

L'oxydation ménagée de l'éthanol lors d'un test chimique d'alcoolémie met en jeu l'oxydant ion dichromate :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  (jaune-orange). C'est un oxydant dont le réducteur conjugué est l'ion chrome III,  $\text{Cr}^{3+}$  (vert).

La  $\frac{1}{2}$  équation du couple est :  $( \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14 \text{H}^+(\text{aq}) + 6 \text{e}^- = 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) ) \times 1$

Le couple Ox/Red auquel appartient l'éthanol est  $\text{CH}_3\text{-CHO} / \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ .

$\frac{1}{2}$  équation d'oxydation de l'éthanol en éthanal :  $( \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} = \text{CH}_3\text{-CHO} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- ) \times 3$

L'équation est :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3 \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + 8 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 3 \text{CH}_3\text{-CHO} + 7 \text{H}_2\text{O}$

**L'oxydation ménagée d'un alcool primaire conduit à la formation de l'aldéhyde ayant le même squelette carboné.**

