

Chapitre 15

Synthèses de molécules complexes



Quelques familles de composés organiques

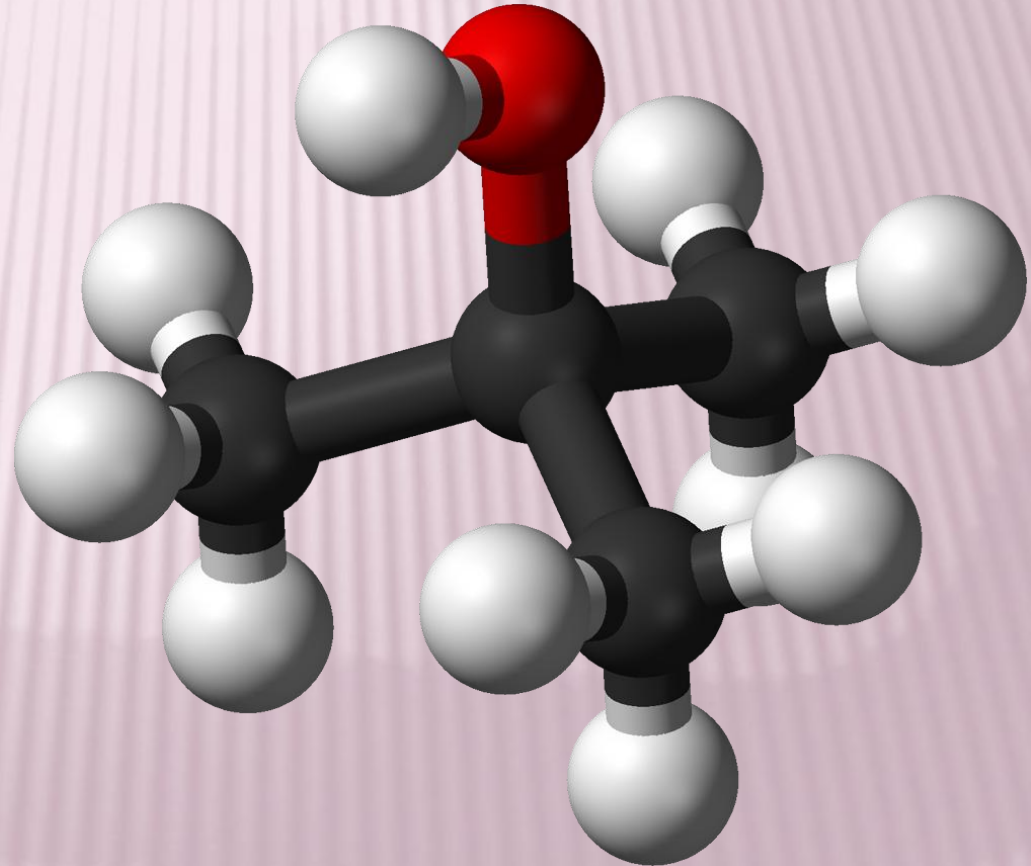
Les alcools

Rappel :

Les alcools répondent à la formule générale est $C_nH_{2n+1}OH$.

Nom d'un alcool :

préfixe numérique-indice éventuel-terminaison ol.



Les alcools

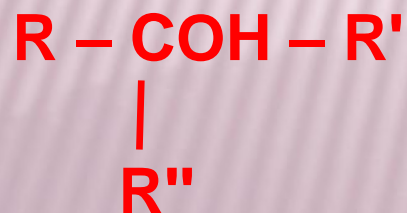
Il existe **trois classes d'alcool** selon la position du groupe -OH :
alcool primaire : le groupe hydroxyle est porté par un carbone de bout de chaîne.



alcool secondaire : le groupe hydroxyle est porté par un carbone de milieu de chaîne lié à seulement deux autres atomes de carbones.



alcool tertiaire : le groupe hydroxyle est porté par un carbone de milieu de chaîne lié à trois autres atomes de carbones.



Les aldéhydes



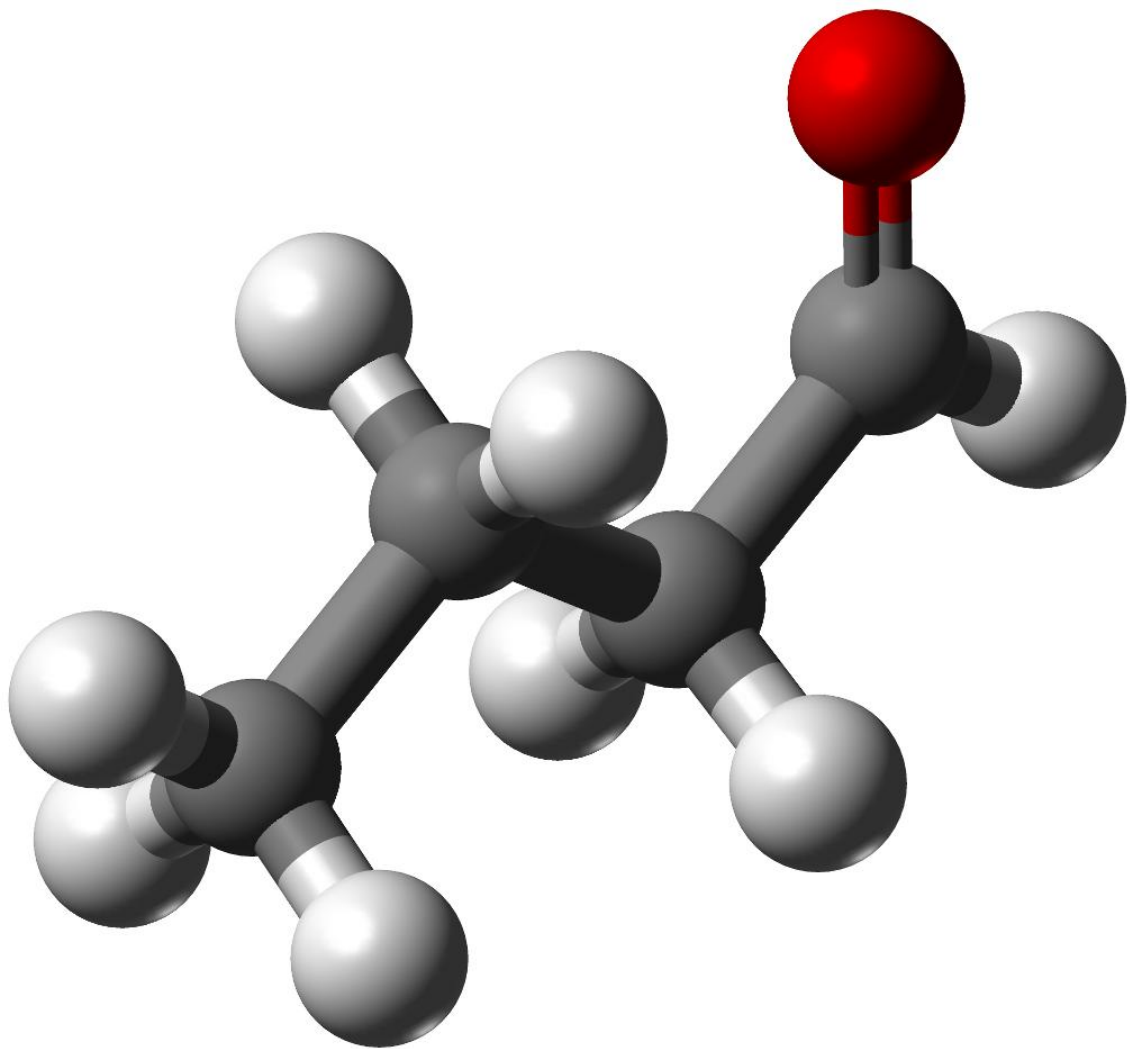
Ils portent un groupe carbonyle - **C** - en bout de chaîne entre un atome de carbone et un d'hydrogène.

Formule générale : **R - CHO** ou $\text{R} - \text{C} \begin{array}{l} \text{=} \text{O} \\ \backslash \text{H} \end{array}$

avec $R : - \text{C}_n\text{H}_{2n+1}$

Nom d'un aldéhyde : **préfixe numérique+ terminaison al.**

Les aldéhydes



Les aldéhydes

Test d'identification

Les aldéhydes réagissent **positivement** aux deux tests suivants :

- ☞ l'un à la **2,4-DNPH** avec la formation d'un **précipité jaune orangé** ;
- ☞ l'autre à la **liqueur de Fehling** avec la formation d'un **précipité rouge brique**.

Les cétones



Ils portent un groupe carbonyle - **C** - ou CO en bout de chaîne entre deux atomes de carbone.

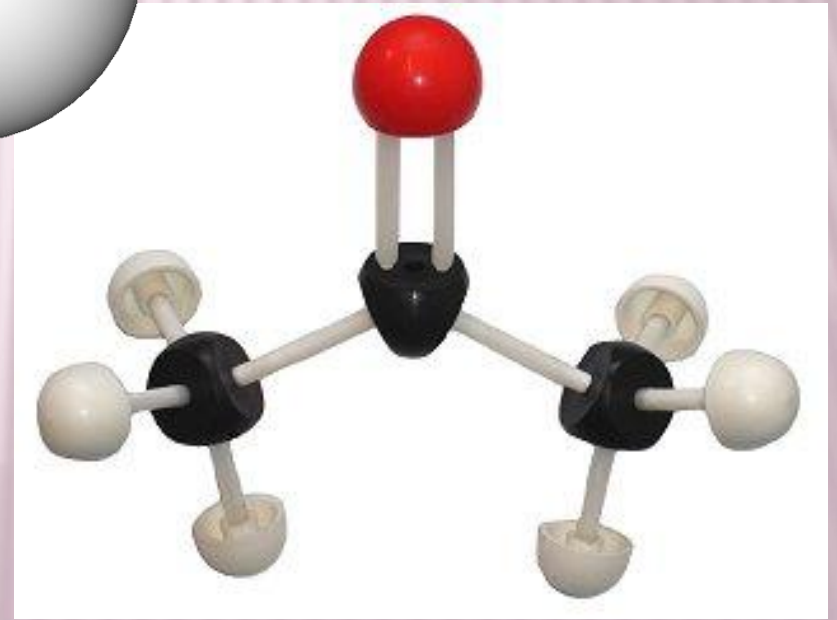
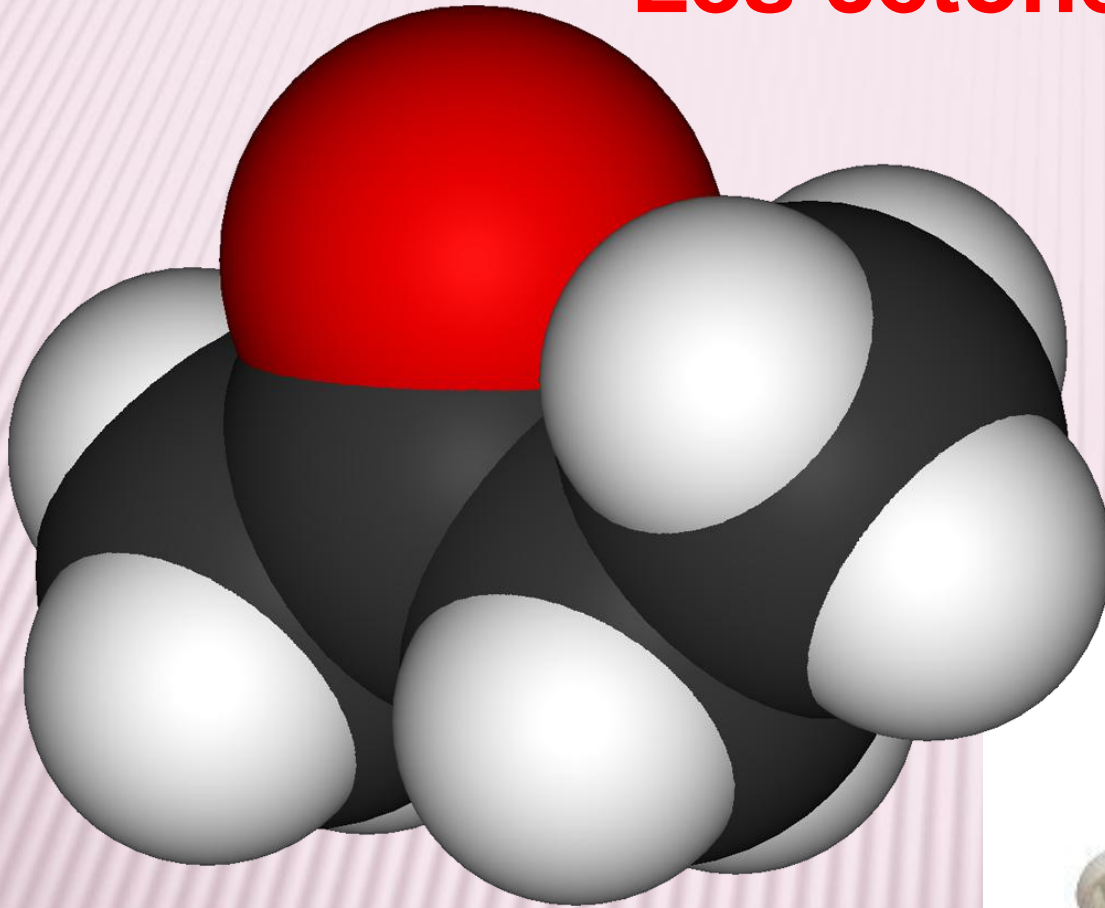
Formule générale : R – CO - R' ou R – CO - R'

avec R ou R' : - C_nH_{2n+1}

Nom d'un alcool :

préfixe numérique-indice éventuel-terminaison one.

Les cétones



Les cétones

Test d'identification

Les cétones diffèrent des aldéhydes par leurs résultats aux tests suivants :

- ☑+ à la **2,4-DNPH** avec la formation d'un **précipité jaune orangé** ;
- ☑- à la **liqueur de Fehling** avec une absence de réaction.

Les acides carboxyliques

Ils portent un groupe carboxyle $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} - \text{OH} \end{array}$ ou -COOH en bout de chaîne.

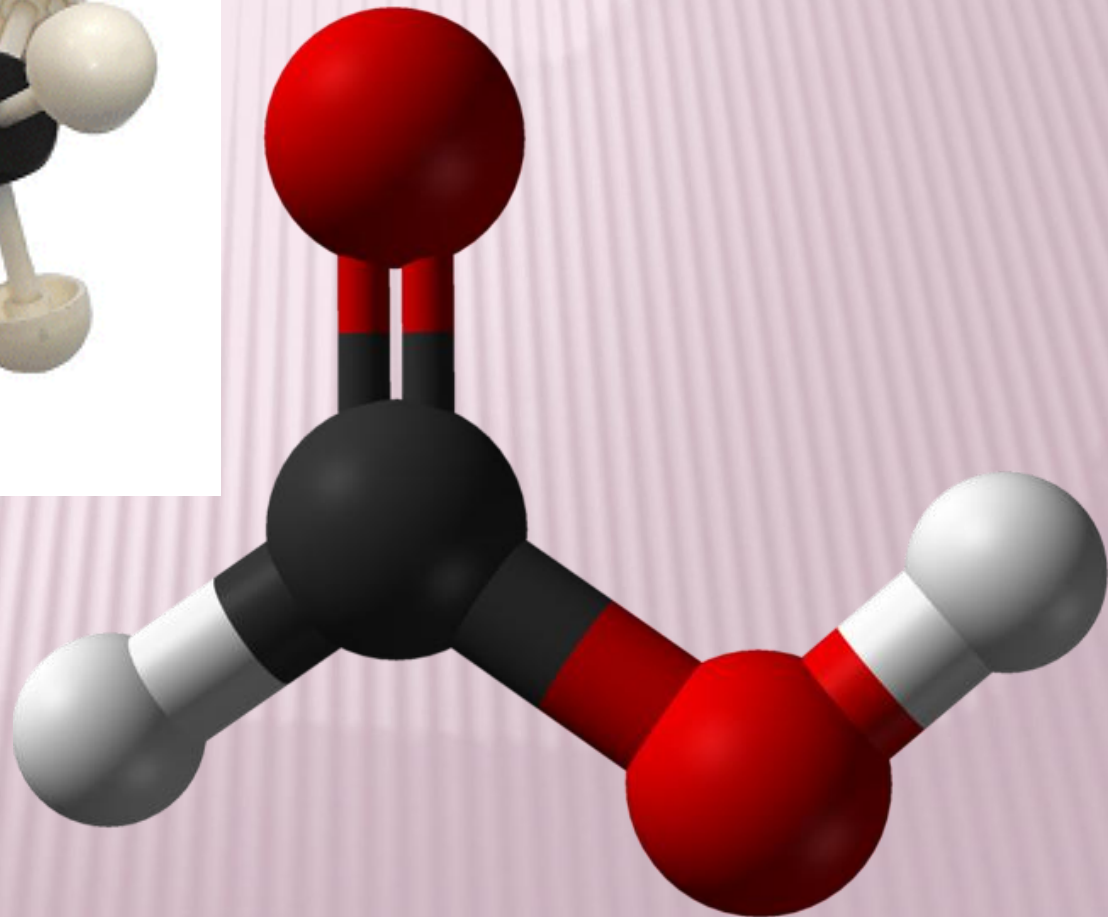
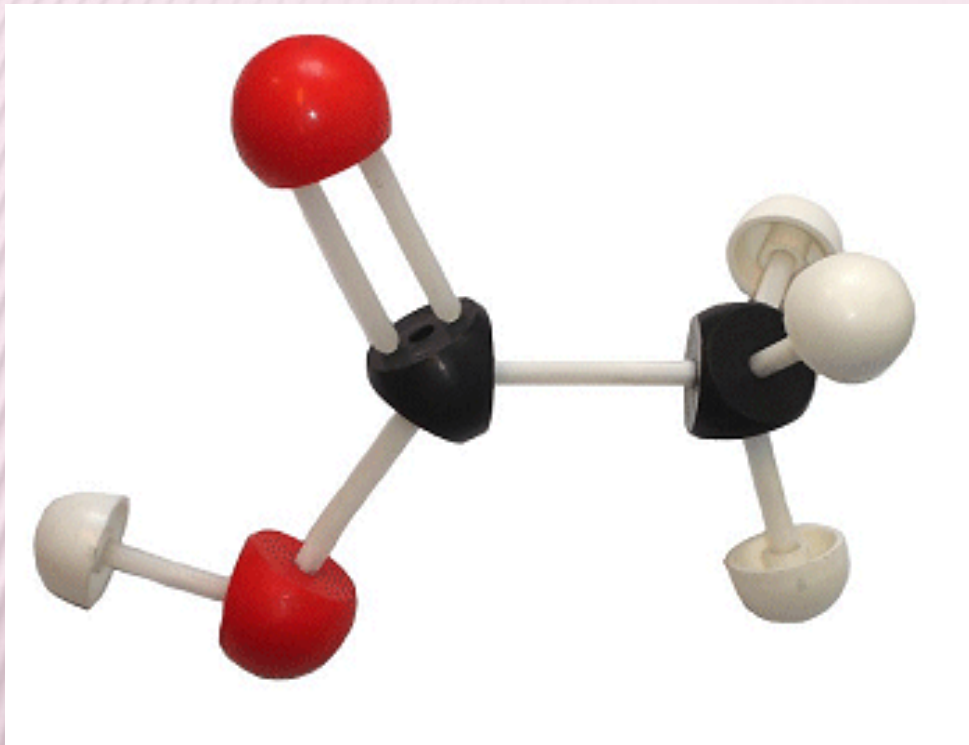
Formule générale : R - COOH ou $\text{R} - \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array}$

avec $R : -\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$

Nom d'un acide carboxylique :

acide préfixe numérique+terminaison oïque.

Les acides carboxyliques



Particularités physico-chimiques

Solubilité

Ce sont des composés **très solubles dans l'eau** pour des chaînes carbonées de moins de 5 atomes de carbone, cette solubilité tend à disparaître lorsque la chaîne s'allonge. Ils sont également **solubles dans les solvants organiques** (éther diéthylique, dichlorométhane)

Particularités physico-chimiques

Propriétés acides et pH

Les acides sont susceptibles de céder un ion hydrogène H^+ dans une solution.

Équation simplifiée : $R - COOH \rightarrow RCOO^- + H^+$

$RCOO^-$ est l'ion carboxylate.

Ces ions hydrogène sont responsables du caractère acide d'une solution et donc les acides carboxyliques portent bien leur nom car ils possèdent donc des propriétés acides et donnent des **solutions de pH acide** (< 7).

Particularités physico-chimiques

Test d'identification

Le pH des solutions d'acide carboxylique est acide. Sa mesure peut être effectuée avec un papier pH ou l'évaluation de la zone de pH avec du BBT (jaune en milieu acide)

Synthèse et hémisynthèse de molécules complexes

Les molécules recherchées

Parmi les espèces souvent synthétisées, il existe des molécules biologiquement actives car elles ont la propriété d'interagir avec l'organisme. Une autre de leur caractéristique est d'être souvent complexe et de présenter un ou plusieurs groupes caractéristiques tels que carbonyle, hydroxyle, etc...

Définitions

L'objectif d'une synthèse est la formation d'une molécule recherchée grâce à une transformation chimique entre des réactifs judicieusement choisis et des conditions expérimentales précises.

Une hémisynthèse est réalisée à partir de réactifs possédant déjà une partie de la molécule recherchée.

Protocole expérimental

Les données physico-chimiques des espèces participant à la synthèse est indispensable pour élaborer le protocole de synthèse.

Une fois la synthèse réalisée, il faut extraire la molécule recherchée du mélange réactionnel en procédant à une extraction.

Identifier la nature de l'espèce synthétisée peut amener à faire une chromatographie avec comme référence la même espèce pure.

Les synthèses en chimie organique doivent faire l'objet d'un respect strict des consignes de sécurité.

Rendement d'une synthèse

La masse finale de produit obtenu est toujours inférieure à celle théorique. En effet, il existe toujours des pertes de produits au cours des différentes étapes de la synthèse jusqu'à la récupération de la molécule recherchée seulement (extraction, purification).

Il est donc possible de définir un rendement qui définit l'efficacité de la synthèse :

$$r = \text{masse finale} / \text{masse théorique}$$

La masse théorique se calcule grâce au tableau d'avancement et aux quantités initiales des réactifs.

Rendement d'une synthèse

La masse finale de produit obtenu est toujours inférieure à celle théorique. En effet, il existe toujours des pertes de produits au cours des différentes étapes de la synthèse jusqu'à la récupération de la molécule recherchée seulement (extraction, purification).

Il est donc possible de définir un rendement qui définit l'efficacité de la synthèse :

$$r = \text{masse finale} / \text{masse théorique}$$

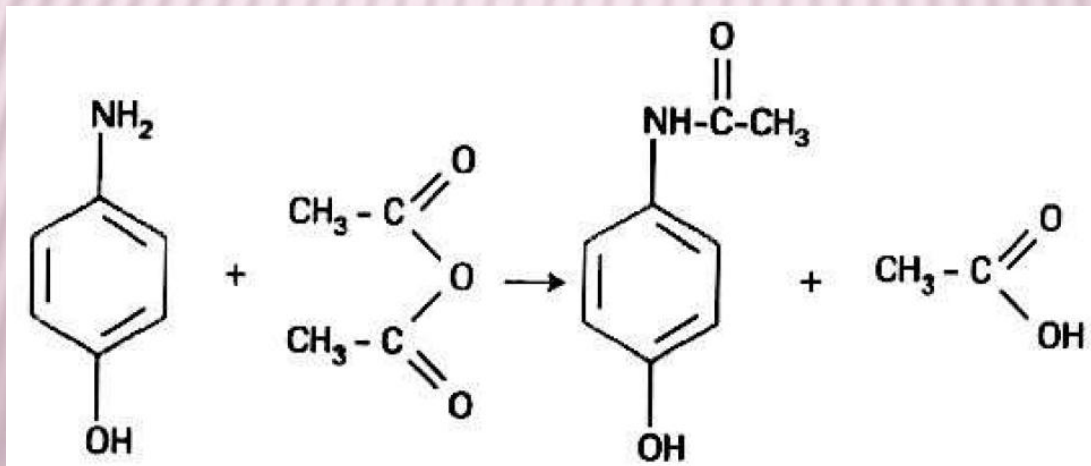
La masse théorique se calcule grâce au tableau d'avancement et aux quantités initiales des réactifs.

Quelques exemples

- synthèse de l'acide benzoïque



- synthèse du paracétamol



Oxydations des alcools

Définition

Lors d'une oxydation, la chaîne carbonée du composé carboné oxydé est préservée.

Dans le cas des composés organiques, l'oxydation se traduit par la modification d'un groupe caractéristique en un autre.

Rq : ce n'est pas le cas lors des combustions qui sont également une forme d'oxydation au cours de laquelle la chaîne carbonée est détruite.

Présentation des différentes oxydations

Expérience : les alcools primaire et secondaire décolorent une solution de permanganate de potassium (violet), tandis qu'il ne se produit aucune réaction avec les alcools tertiaires.

Le permanganate de potassium contient un ion oxydant : l'ion permanganate.

- a. Tous les alcools sont-ils oxydables ?
- b. À partir de la définition d'une réaction d'oxydoréduction, la nature des alcools primaire et secondaire est-elle celle d'un oxydant ou d'un réducteur ?
- c. Des tests sont effectués sur les produits formés : voir page suivante.

Présentation des différentes oxydations

Tests	Alcool primaire		Alcool secondaire
	Premier produit	Premier produit laissé en contact de l'oxydant	
2,4-DNPH	+	-	+
Liqueur de fehling	+	-	-
Lecture du pH	-	acide	-

- 1 – Combien existe-t-il d'étapes dans l'oxydation d'un alcool primaire ?
- 2 – Quelle est la nature du premier produit formé par oxydation à partir de l'alcool primaire ?
- 3 – Quelle est la nature du composé obtenu par oxydation du premier produit ?
- 4 – Combien existe-t-il d'étapes dans l'oxydation d'un alcool secondaire ?
- 5 – Quelle est la nature du composé obtenu par oxydation d'un alcool secondaire ?

Présentation des différentes oxydations

Réponses

- a. L'alcool tertiaire ne réagit pas donc tous les alcools ne sont pas oxydables.
- b. Les alcools primaire et secondaire réagissent avec un oxydant, ce sont donc des réducteurs.

Présentation des différentes oxydations

Tests	Alcool primaire		Alcool secondaire
	Premier produit	Premier produit laissé en contact de l'oxydant	
2,4-DNPH	+	-	+
Liqueur de fehling	+	-	-
Lecture du pH	-	acide	-

1 – Il existe deux produits identifiables ce qui correspond à deux étapes d'oxydation pour un alcool primaire.

2 – Test DNPH : +, Test liqueur de Fehling : +, c'est un aldéhyde.

3 – Test DNPH : -, Test liqueur de Fehling : - et pH acide, c'est un acide carboxylique.

4 – Il existe un produit identifiable ce qui correspond à une étape d'oxydation pour un alcool secondaire.

5 – Test DNPH : +, Test liqueur de Fehling : -, c'est une cétone.

Présentation des différentes oxydations

Récapitulatif

Alcool primaire



Aldéhyde



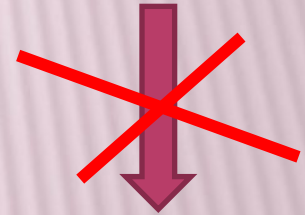
Acide carboxylique

Alcool secondaire



Cétone

Alcool tertiaire



Équation d'oxydoréduction des alcools

Alcool primaire

aldéhyde / alcool primaire $R - CHO / R - CH_2OH$

Activité : retrouvez l'équation d'oxydation de l'alcool primaire en aldéhyde en respectant les règles suivantes :

- ☞ réactif à gauche, produit à droite ;
- ☞ entre les deux une flèche indiquant le sens de réaction ;
- ☞ électrons côté oxydant
- ☞ utilisez H^+ pour équilibrer car la réaction se fait en milieu acide.

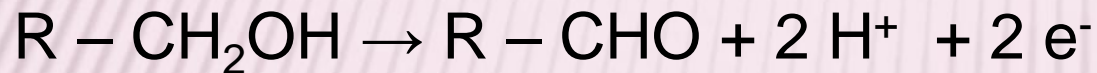
Les lois à appliquer sont les lois de conservation des éléments et des charges.

Équation d'oxydoréduction des alcools

Alcool primaire

aldéhyde / alcool primaire $R - CHO / R - CH_2OH$

Activité



Équation d'oxydoréduction des alcools

Alcool secondaire :

cétone / alcool secondaire $R - CO - R' / R - CHOH - R'$

Activité : retrouvez l'équation d'oxydation de l'alcool secondaire en cétone en respectant les règles suivantes :

- 📖 réactif à gauche, produit à droite ;
- 📖 entre les deux une flèche indiquant le sens de réaction ;
- 📖 électrons côté oxydant
- 📖 utilisez H^+ pour équilibrer car la réaction se fait en milieu acide.

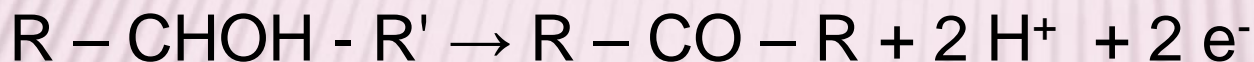
Les lois à appliquer sont les lois de conservation des éléments et des charges.

Équation d'oxydoréduction des alcools

Alcool secondaire :

cétone / alcool secondaire $R - CO - R' / R - CHOH - R'$

Activité



Équation d'oxydoréduction des aldéhydes

Aldéhyde

acide carboxylique / aldéhyde $R - \text{COOH} / R - \text{CHO}$

Activité : retrouvez l'équation d'oxydation de l'alcool secondaire en cétone en respectant les règles suivantes :

- ☞ réactif à gauche, produit à droite ;
- ☞ entre les deux une flèche indiquant le sens de réaction ;
- ☞ électrons côté oxydant
- ☞ utilisez H^+ pour équilibrer car la réaction se fait en milieu acide.

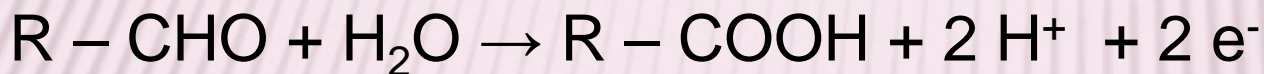
Les lois à appliquer sont les lois de conservation des éléments et des charges.

Équation d'oxydoréduction des aldéhydes

Aldéhyde

acide carboxylique / aldéhyde R – COOH / R – CHO

Activité



A dramatic landscape featuring a range of dark, jagged mountains under a dark, cloudy sky. A bright, glowing light source, possibly the sun or moon, is positioned in the center of the valley, casting a strong, golden-yellow glow across the scene. The foreground is a textured, brownish ground, possibly a field or a path. The overall atmosphere is mysterious and intense.

Chapitre 15

Synthèses de molécules complexes

C'est fini...