

## Chapitre C8 :

### Les groupes caractéristiques en chimie organique

Nous avons vu lors des chapitres précédents, qu'une molécule organique était toujours constituée d'un squelette carboné et éventuellement d'un groupe caractéristique (ou fonction chimique). Ces groupes caractéristiques permettent de classer les molécules organiques en différentes familles.

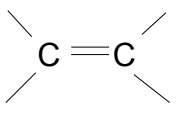
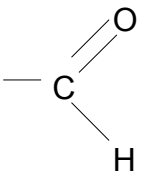
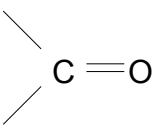
#### I) Comment reconnaître les familles de composés ?

Nous avons vu en travaux pratiques ([VOIR TPC13](#) et [son corrigé](#)) que des tests chimiques caractéristiques permettaient d'identifier la présence de différentes familles de molécules organiques.

En effet chaque famille est caractérisée par un groupe caractéristique, c'est à dire **un atome ou groupe d'atomes autres que C et H reliés par des liaisons simples ou multiples**. Chaque famille sera donc reconnaissable :

- par l'identification de son groupe caractéristique à partir de la formule chimique correspondant à l'espèce.
- Par les tests chimiques caractéristiques que nous avons mis en œuvre en travaux pratiques.

On regroupe dans le tableau suivant les principales familles de composés organiques que l'on rencontre dans les laboratoires de chimie : (à compléter à l'aide de la fiche d'exemples)

Famille	Groupe ou fonction caractéristique	Formule générale	Test caractéristique
Alcènes		$C_nH_{2n}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Décolore une solution aqueuse de dibrome.</li><li>• Une solution aqueuse de permanganate de potassium initialement violette en milieu basique devient verte.</li></ul>
Composés halogénés	$\text{— X}$ (X = Cl, Br, I, F ...)	$R \text{— X}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les composés halogénés forment des précipités d'halogénure d'argent en présence d'ions argent <math>Ag^+</math></li></ul>
Alcools	$\text{— OH}$	$R \text{— OH}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Réagissent avec le permanganate de potassium.</li></ul>
Aldéhydes		$R \text{— CHO}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Formation d'un précipité jaune-orangé avec la 2,4 DNPH</li><li>• Formation d'un précipité rouge brique avec la liqueur de Fehling.</li><li>• Formation d'un miroir d'argent avec le réactif de Tollens.</li></ul>
Cétones		$R \text{— CO — R'}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• Formation d'un précipité jaune-orangé avec la 2,4 DNPH</li></ul>

Acides carboxyliques		R—COOH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le BBT devient jaune en présence d'un acide carboxylique</li> <li>• pH inférieur à 7</li> </ul>
Amines		R—NH <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le BBT devient bleu en présence d'une amine</li> <li>• pH supérieur à 7</li> </ul>

Légende : Les lettres R et R' désignent des chaînes carbonées quelconques linéaire ou ramifiée.

### x **Nomenclature** : (Hors programme)

Le nom des molécules organiques possédant un groupe caractéristique possède un nom qui dépend de ce groupe et qui dérive de l'alcane à chaîne carbonée identique. Ainsi le nom reprend le radical de l'alcane correspondant auquel on ajoute une terminaison (pour les alcool, cétone, aldéhyde, acide carboxylique) ou d'un préfixe pour les composés halogénés. Des numéros indiquent les positions de ces groupes caractéristiques si c'est nécessaire.

Lorsqu'un groupe caractéristique est présent plusieurs fois dans une même molécule, on utilise les termes di, tri ...

On regroupe dans le tableau ci-dessous, les terminaisons ou préfixe attribués à chacun des groupes fonctionnels.

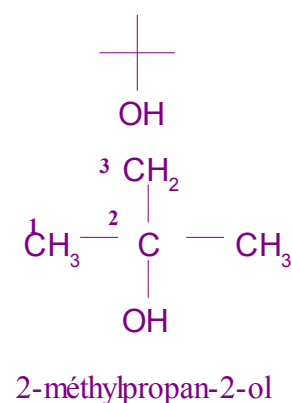
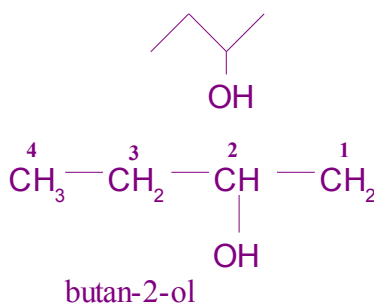
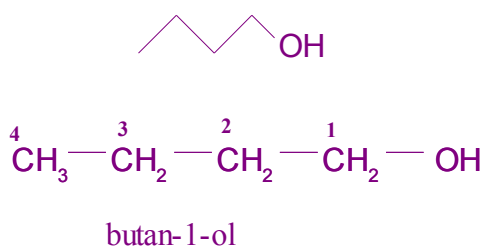
Lorsque qu'un même molécule possède plusieurs fonctions différentes, des règles sont établis pour définir le groupement prioritaire qui imposera la terminaison du nom. Les autres groupes seront alors nommés selon un préfixe en fonction de leur priorité.

Famille de composés	Terminaison	Préfixe
Alcool	- ol	<i>Hydroxy -</i>
Dérivés halogénés		Chloro - ; bromo - ; iodo ; fluoro - ... <i>(en fonction de la nature de l'halogène)</i>
aldéhyde	- al	<i>Oxo -</i>
Cétone	- one	<i>Oxo -</i>
Acide carboxylique	- oïque <i>(nom précédé du terme acide)</i>	<i>Carboxy -</i>
Amine		<i>Amino</i>

## II) Quelle est la réactivité des alcools ?

### II-1) Quelles sont les trois classes d'alcool ?

Correction de l'activité 1 du document 3 page 191 du livre :



L'atome de carbone qui est lié à la fonction alcool (OH) est appelé **carbone fonctionnel**.

- Le butan-1-ol est un **alcool primaire** car l'atome de carbone fonctionnel est lié à un seul autre atome de carbone.
- Le butan-2-ol est un **alcool secondaire** car l'atome de carbone fonctionnel est lié à deux autres atomes de carbone.
- Le 2-méthylpropan-2-ol est un **alcool tertiaire** car l'atome de carbone fonctionnel est lié à trois autres de carbone.

### A retenir :

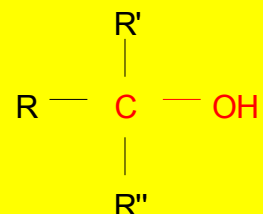
Les formules générales des trois classes d'alcools sont :



Alcool primaire



Alcool secondaire

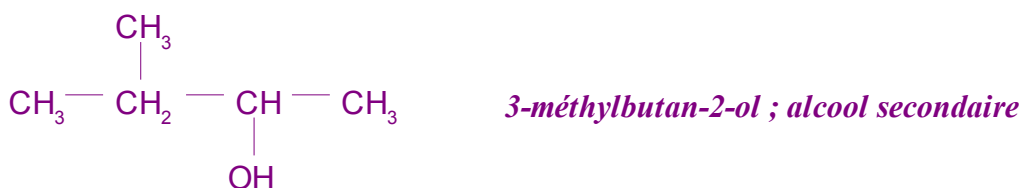
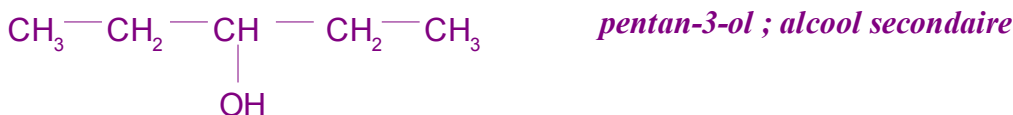


Alcool tertiaire

**Remarque :** le méthanol  $\text{CH}_3 - \text{OH}$  est un alcool primaire. Son carbone fonctionnel n'est lié avec aucun autre atome de carbone.

**Exercice d'application :** Écrire tous les alcools isomères de formule brute  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ . Indiquer leur nom et leur classe.

**Corrigé :**



## II-2) Oxydation des alcools :

Nous avons vu que l'action d'une solution acidifiée de permanganate de potassium permettait de mettre en évidence la présence des alcools. On se propose d'étudier l'oxydation des différentes classes d'alcool par les ions permanganate en milieu acide.

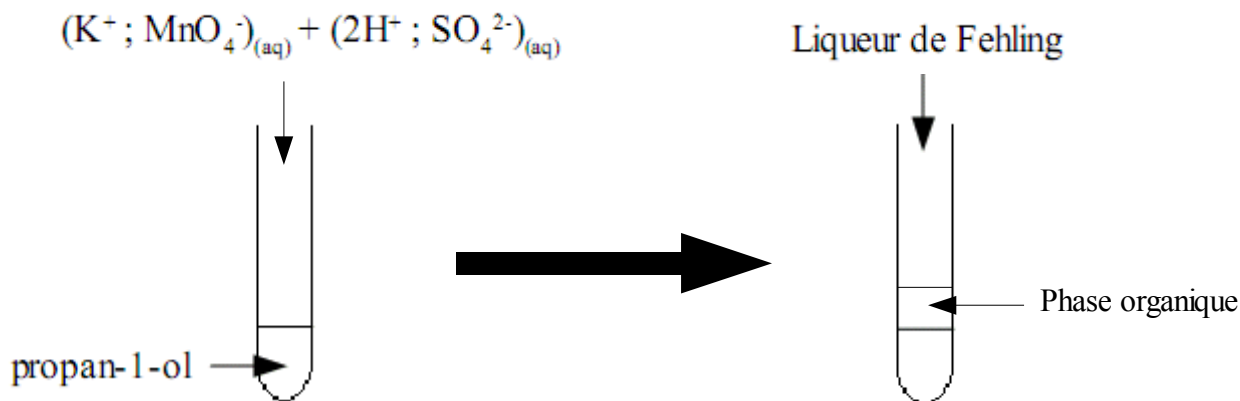
### ➤ Oxydation des alcools primaires :

**Expérience n°1 : Réaction entre l'ion permanganate et le propan-1-ol**

Dans un tube à essai contenant environ 0,5 mL de propan-1-ol, on ajoute environ 3 mL d'une solution de permanganate de potassium ( $\text{K}^+$ ;  $\text{MnO}_4^-$ )<sub>(aq)</sub> à 0,1 mol.L<sup>-1</sup> préalablement acidifiée à l'acide sulfurique. On agite et on observe.

On laisse reposer puis on ajoute quelques gouttes de liqueur de Fehling. On chauffe le tube si nécessaire.

**Schéma de l'expérience :**



**Observations :**

Lorsque l'on ajoute la solution de permanganate on observe une disparition de la coloration violette due aux ions permanganate. L'ajout de liqueur de Fehling sur la phase organique provoque la formation d'un précipité rouge brique.

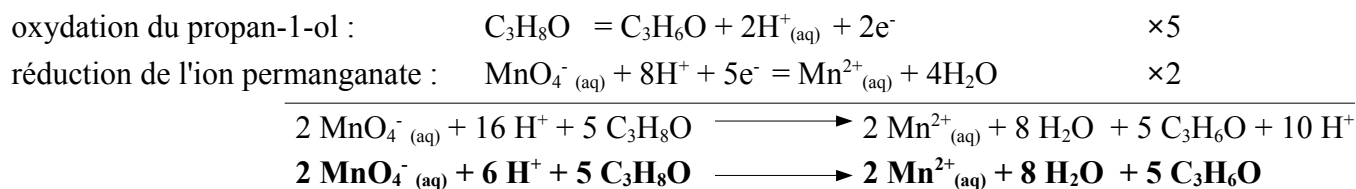
**Interprétations :**

La disparition de la coloration violette montre que l'ion permanganate  $\text{MnO}_4^-$  a réagit. La précipité rouge brique obtenu avec la liqueur de Fehling prouve la formation d'un aldéhyde.

**Conclusion :**

Il y a donc eut une réaction d'oxydoréduction entre l'alcool primaire et l'ion permanganate. Le propan-1-ol a été oxydé en propanal, quand a l'ion  $\text{MnO}_4^-$  il a été réduit en ions manganèse  $\text{Mn}^{2+}$ .

On écrit l'équation de la réaction associée à cette transformation :

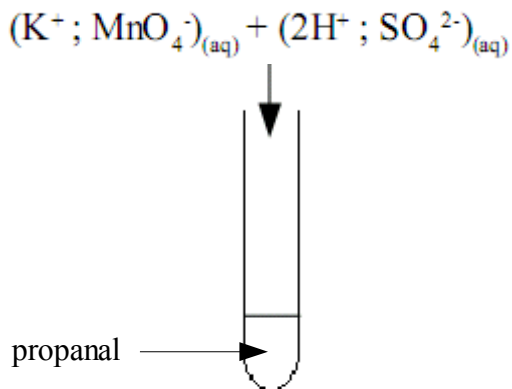


**Expérience n°2 : Le propanal réagit-il avec l'ion permanganate ?**

Dans un tube à essai contenant 0,5 mL de propanal, on introduit environ 2mL de solution de permanganate de potassium, acidifiée à l'acide sulfurique. Et on observe.

Mesurer avec du papier pH le produit obtenu.

**Schéma de l'expérience :**



**Observations :**

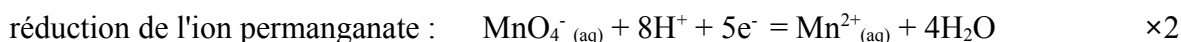
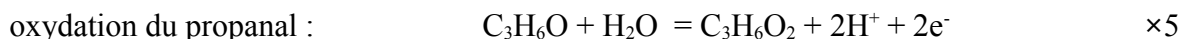
On observe une décoloration immédiate de la solution de permanganate. Le pH du produit obtenu est acide.

### Interprétation :

L'ion permanganate a été réduit en ions manganèse, alors que l'aldéhyde (propanal) a été réduit en acide carboxylique (acide propanoïque).

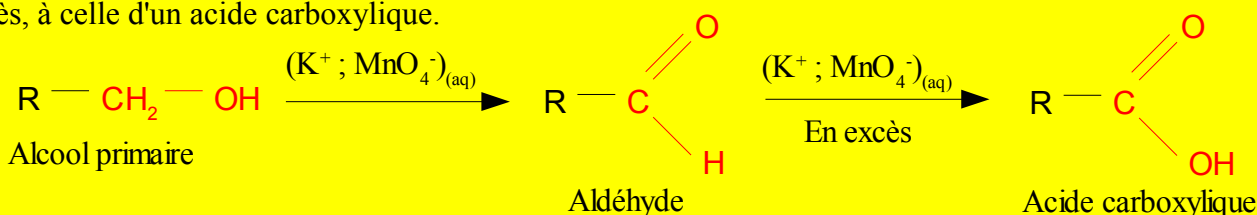
### Conclusion :

L'équation de la réaction associée à cette transformation est :



### A retenir :

L'oxydation d'un alcool primaire conduit à la formation d'un aldéhyde, puis, lorsque l'oxydant est en excès, à celle d'un acide carboxylique.

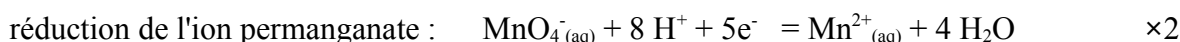
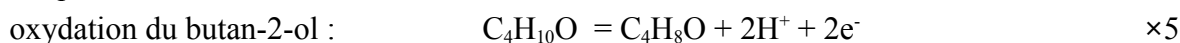


### ➤ Oxydation des alcools secondaires :

*Voir TP C14 : synthèse de la butanone et chromatographie (livre p 190)*

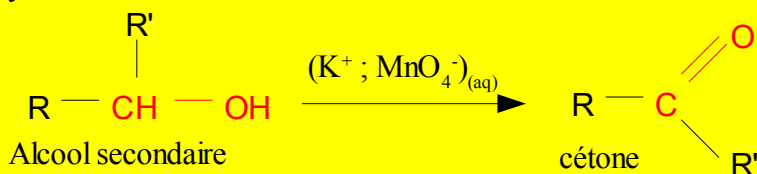
Nous avons montré en TP, que l'oxydation du butan-2-ol (alcool secondaire) par l'ion permanganate en milieu acide, conduisait à la formation de butanone (une cétone).

L'équation de la réaction est :



### A retenir :

L'oxydation d'un alcool secondaire conduit à la formation d'une cétone.

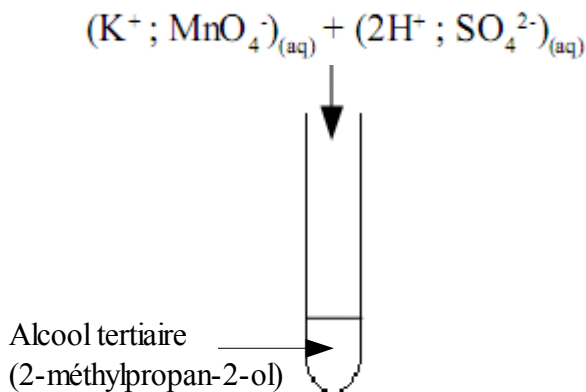


### ➤ Oxydation des alcools tertiaires :

#### Expérience :

Dans un tube à essai on introduit 0,5 mL de 2-méthylpropan-2-ol, puis on ajoute 2 mL de permanganate de potassium (0,1 mol.L<sup>-1</sup>).

Schéma :



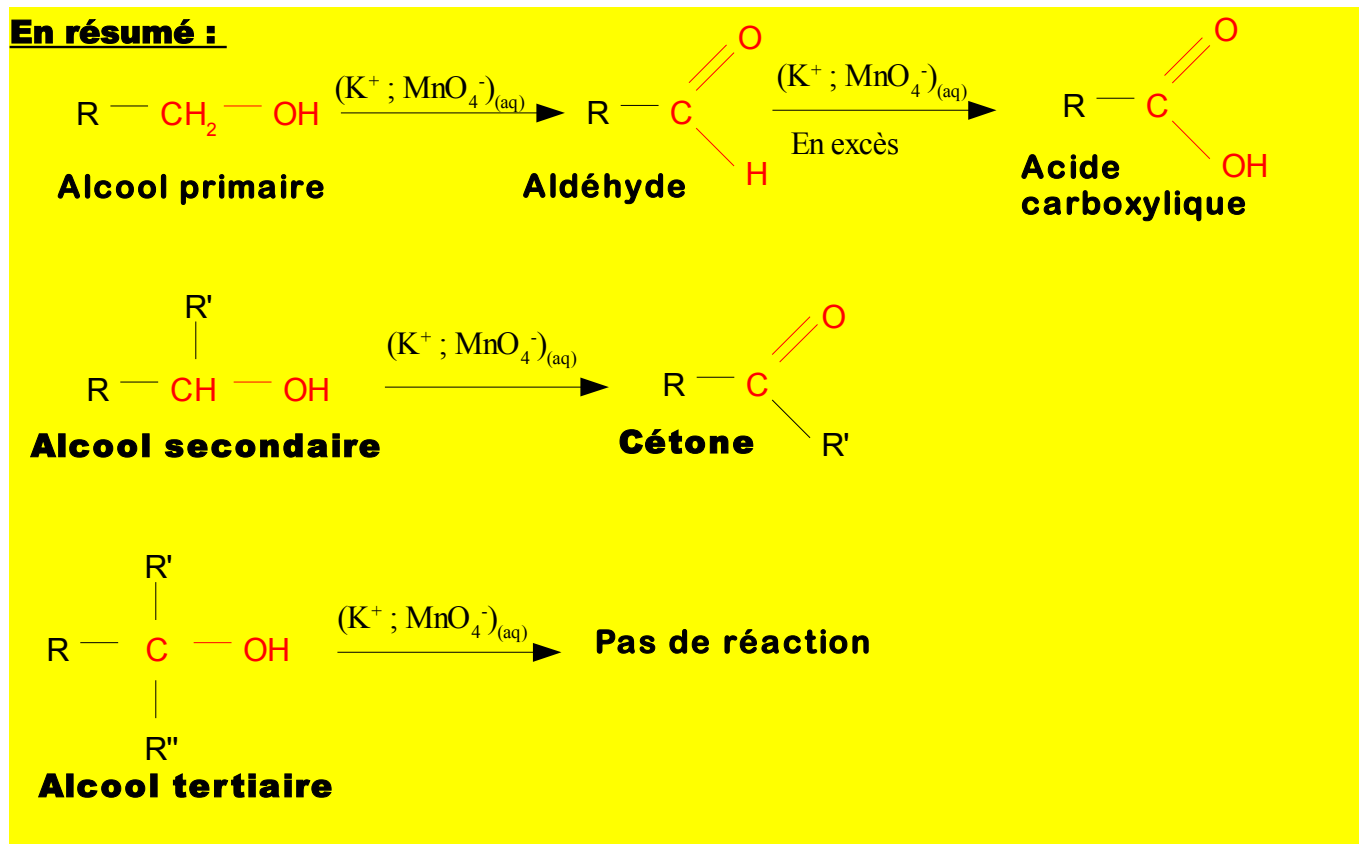
Observation :

Il ne se passe rien.

Conclusion :

Les alcools tertiaires ne sont pas oxydables.

En résumé :



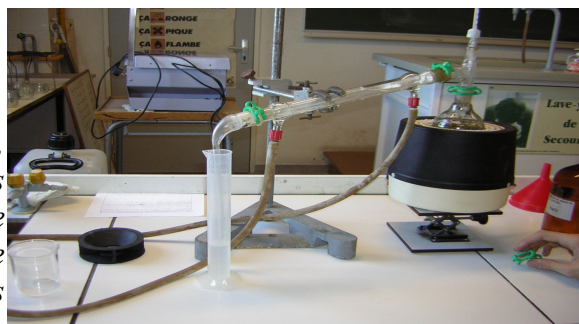
**Remarque :** L'oxydation des alcools par l'ion permanganate en milieu acide est qualifiée d'oxydation ménagée car elle n'entraîne pas de rupture de la chaîne carbonée. La combustion complète des alcools, qui conduit au dioxyde de carbone et à l'eau est aussi une réaction d'oxydation, mais elle n'est pas ménagée.

### II-3) Deshydratation :

Étude de document : Déshydratation du cyclohexanol

On réalise au laboratoire l'expérience suivante :

- Dans un ballon, on introduit à l'éprouvette graduée, 25mL de cyclohexanol de formule  $C_6H_{11}OH$ , puis après avoir mis des lunettes et des gants, on ajoute à la pipette graduée, 6 mL d'acide sulfurique concentré, qui sert de catalyseur. On introduit alors



quelques grains de pierre ponce, et on réalise le montage ci-contre.

- On fait circuler l'eau dans le réfrigérant, et on chauffe le mélange réactionnel en faisant en sorte que la température n'atteigne jamais 100°C.
- On recueille l'hydrodistillat dans une éprouvette graduée ; deux phases apparaissent : la phase organique constitue la phase supérieure.
- A l'aide d'une pipette Pasteur, on prélève quelques gouttes de la phase organique et on les introduit dans une solution aqueuse jaune-orangée de dibrome. Après agitation, la coloration jaune orangée disparaît immédiatement.

1. A quelle famille de composés organique, appartient le cyclohexanol ?
2. L'acide sulfurique est qualifié de catalyseur de la réaction. Qu'appelle-t-on catalyseur ?
3. Quelle famille de composés organiques met-on en évidence avec le test au dibrome ?
4. Quelle est la réaction chimique qui s'est produite dans le ballon ? Écrire son équation.

### Réponses aux questions :

1- Le cyclohexanol porte un groupement hydroxyle OH, il fait donc parti de la famille des alcools.

2- Un catalyseur est une espèce chimique qui accélère la vitesse de réaction d'une transformation chimique sans en modifier le bilan.

3- La décoloration de la solution aqueuse de dibrome met en évidence la formation d'un alcène ou dérivé éthylénique.

4- Il s'est produit dans le ballon une réaction de déshydratation du cyclohexanol qui se traduit par la perte d'une molécule d'eau de l'alcool. L'équation de la réaction est :

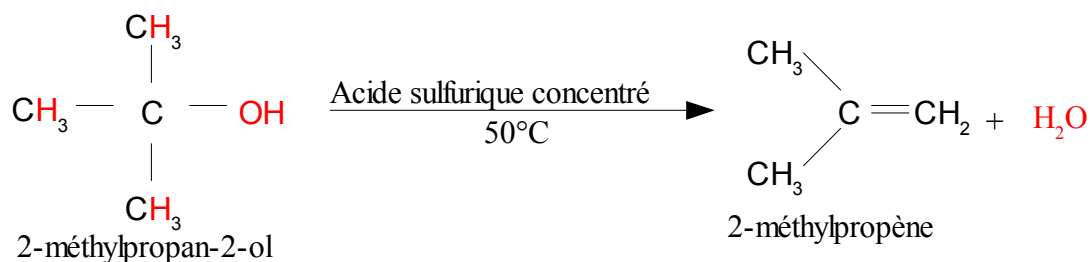
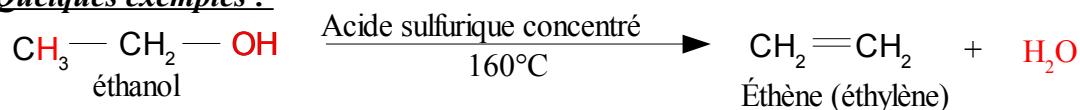


### Conclusion :

Chauffé en présence d'acide phosphorique ou d'acide sulfurique concentrés, un alcool se déshydrate en éliminant les atomes O et H de son groupe caractéristique et un atome H lié à un carbone voisin pour donner un alcène ou un dérivé éthylénique.

L'élimination d'une molécule d'eau est appelé une déshydratation.

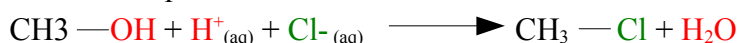
### Quelques exemples :



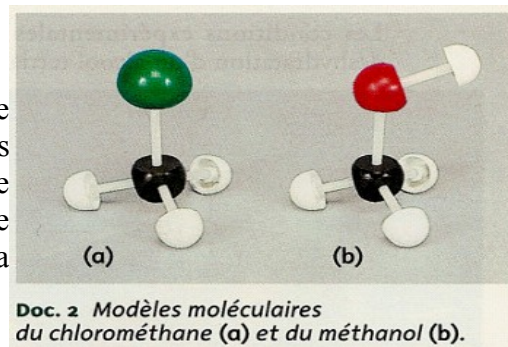
### II-4) Substitution :

#### Étude de document : obtention du chlorométhane

Le chlorométhane  $\text{CH}_3\text{Cl}$ , est utilisé comme solvant et comme matière première pour la synthèse de nombreux produits organiques. L'une des méthodes industrielles de préparation de solvant, consiste à faire réagir une solution concentrée d'acide chlorhydrique ( $\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ), sur le méthanol  $\text{CH}_3\text{OH}$ , selon la réaction d'équation :



1. A quelles familles de composés organiques appartiennent le méthanol et le chlorométhane.
2. Cette réaction chimique constitue un exemple de réaction de substitution. Justifier cette appellation.





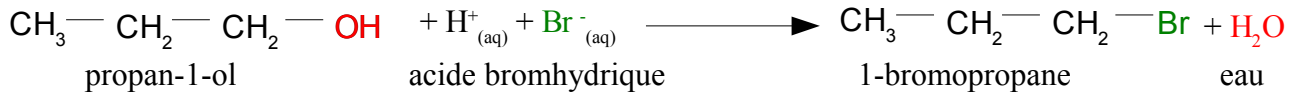
### Conclusion :

Les alcools peuvent subir une transformation au cours de laquelle leur groupe caractéristique hydroxyle OH peut être remplacé par un atome d'halogène (Cl, Br, F, I ...).

Une telle réaction au cours de laquelle un groupe d'atomes est remplacé par un autre groupe d'atomes ou par un atome est appelé réaction de **substitution**.

### Quelques exemples :

Le bromopropane, utilisé comme agent dégraissant dans l'industrie et comme intermédiaire réactionnel pour la fabrication de produits pharmaceutiques, peut être obtenu par réaction de substitution du propan-1-ol avec l'acide bromhydrique.



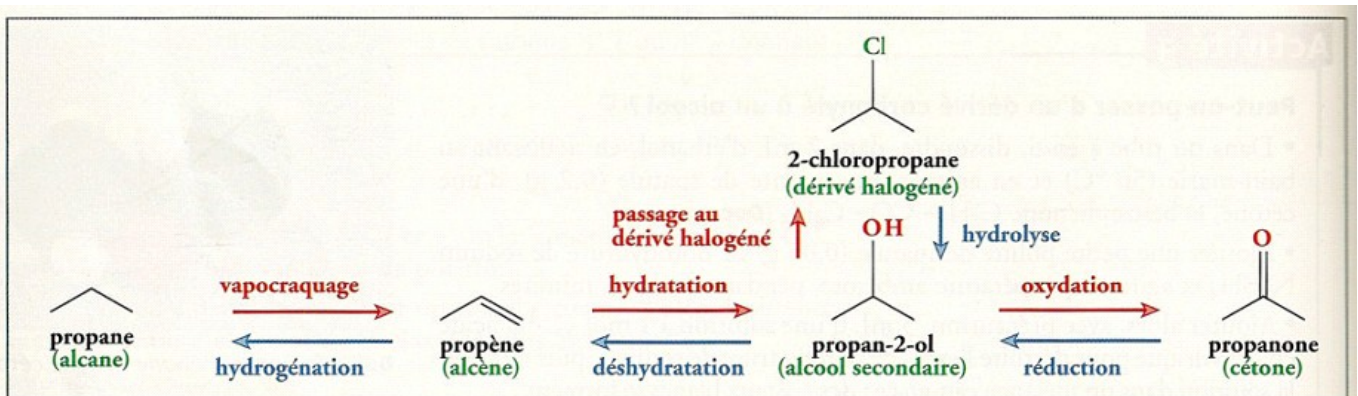
### Activité documentaire : Les solvants chlorés

## III) Application au passage d'un groupe à un autre :

### III-1) Un exemple de chimie créatrice :

Nous avons vu lors de ce cours et lors des travaux pratiques (TP C14 synthèse de la butanone et TP C15 synthèse de l'acide benzoïque) qu'il était possible de passer d'une famille de composés à une autre à l'aide manipulations expérimentales.

Ainsi toutes les réactions que nous avons étudiés en cours et en travaux pratiques, mettant en jeu des alcools, montrent comment un choix judicieux de réactifs et des conditions expérimentales appropriés permettent de créer des espèces nouvelles : **la chimie organique est une chimie créatrice.**



Quelques passages d'un groupe caractéristique à un autre

### III-2) Qu'est-ce que le rendement d'une synthèse :

Voir travaux pratiques (TP C14 + corrigé et C15 + corrigé).

### Définition :

Le rendement d'une synthèse, noté généralement  $\rho$ , est égal au quotient de la quantité réelle de produit obtenu  $n_{\text{réel}}$  par la quantité maximale  $n_{\text{max}}$  de produit attendu :

$$\rho = \frac{n_{\text{réel}}}{n_{\text{max}}}$$

Le rendement s'exprime sans unité ; il est compris entre 0 et 1 et s'exprime souvent en %.