

Thème 1 : Constitution et transformation de la matière




Partie 4. Elaborer des stratégies en synthèse organique

CHAP 10A-ACT/COURS Nomenclature des composés organiques-Isomérisation

1. Les molécules organiques : RAPPELS

1.1 Groupes caractéristiques et fonctions

Les molécules organiques qui possèdent le **même groupe caractéristique** ont des propriétés chimiques communes et appartiennent à la **même famille**. Ces propriétés définissent la **fonction chimique** de la molécule.

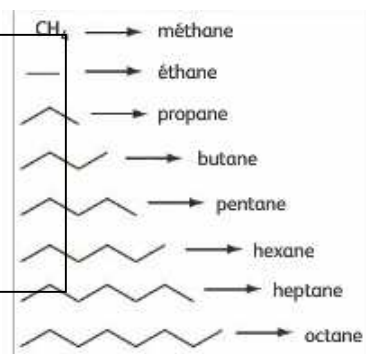
Fonction	Alcool	Aldéhyde	Cétone	Acide carboxylique	Halogénoalcane	Alcène	Ester	Amine	Amide
Groupe caractéristique	-O-H Hydroxyle	-C=O Carbonyle	C-C=O Carbonyle	-C=O Carboxyle	R-X X : F, Cl, I, Br... Halogène	 Alcène	 Ester	-N< Amine	 Amide

1.2 Nomenclature des alcanes

Un alcane est un hydrocarbure acyclique de formule brute C_nH_{2n+1} qui ne comporte que des liaisons simples C—C.

Le nom d'un alcane ramifié est constitué :

- du nom des **groupes alkyle** liés à la chaîne principale, c'est à dire la chaîne carbonée la plus longue. Chaque groupe alkyle est précédé du **numéro** de l'atome de carbone de la chaîne carbonée principale lié au groupe alkyle ;
- du nom de **l'alcane linéaire** correspondant au nombre de carbone de la chaîne principale.

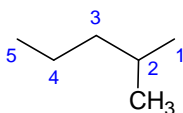


DOC 1. Alcanes linéaires.

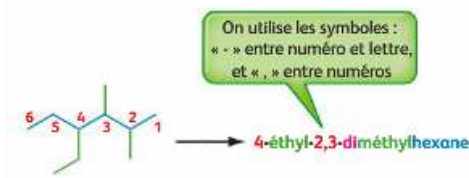
Remarque : la numérotation peut commencer par un bout ou par l'autre de la chaîne principale.


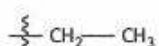
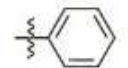
On choisit la numérotation qui donne les numéros les plus **petits** possibles.

Exemple. **2-méthylpentane**



Exemple. **4-éthyl-2,3-diméthylhexane**



Formule	Nom du groupe alkyle
 CH ₃	méthyle
 CH ₂ -CH ₃	éthyle
	phényle

DOC 2. Groupes alkyles.

Lorsque plusieurs groupes alkyles sont présents :

- Le nom d'un groupe alkyle présent plusieurs fois est précédé d'un **préfixe multiplicateur** (di, tri, tétra...) et les numéros des atomes de carbone liés au groupe apparaissent autant de fois qu'il y a de groupes alkyle.
- les groupes sont nommés par ordre alphabétique (sans tenir compte des préfixes).

1.3 Nomenclature des alcènes

Un **alcène** est un hydrocarbure acyclique de formule brute C_nH_{2n} qui comporte 1 liaison **double C=C**.

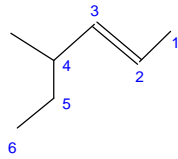
Pour nommer un alcène :

- On détermine la chaîne carbonée linéaire la plus **longue** contenant la double liaison.
- On prend le nom de l'alcane correspondant à cette **chaîne carbonée** la plus longue et on remplace la terminaison -ane par le **suffixe -ène** précédé du **numéro** du premier atome de carbone engagé dans la double liaison.

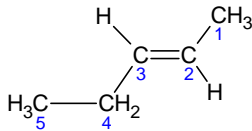
Remarque : on choisit la numérotation qui donne le plus petit numéro possible.

- L'**isomérisme Z/E** est précisée le cas échéant.

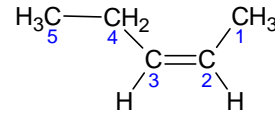
Exemples. **4-méthylhex-2-ène**



(**E**)-**pent-2-ène**



(**Z**)-**pent-2-ène**

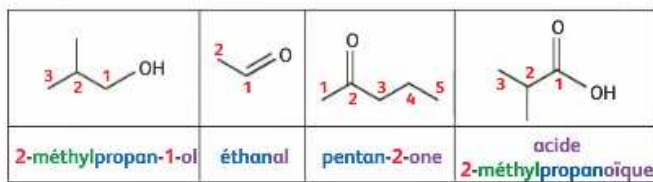


1.4 Nomenclature des alcools, aldéhydes, cétones et des acides carboxyliques

Pour nommer une espèce possédant un groupe caractéristique :

- On détermine la chaîne carbonée linéaire la plus **longue** contenant le groupe caractéristique.
- On **numérote** la chaîne afin que l'atome de carbone qui porte le groupe caractéristique ait le **numéro** le plus **petit** possible.
- On prend le nom de l'alcane ou de l'alcène correspondant à cette **chaîne carbonée** et on remplace le -e final par le **suffixe** correspondant à **la fonction**.
- Lorsque la chaîne carbonée est **ramifiée**, les groupes **alkyles** figurent en préfixe.

Exemples.



Classe fonctionnelle	Suffixe
Amine (possédant le groupe -NH ₂)	-amine
Alcool	-ol
Cétone	-one
Aldéhyde	-al
Amide (non subst. à l'azote)	-amide
Ester	-oate (d'alkyle)
Acide carboxylique	(acide) -oïque

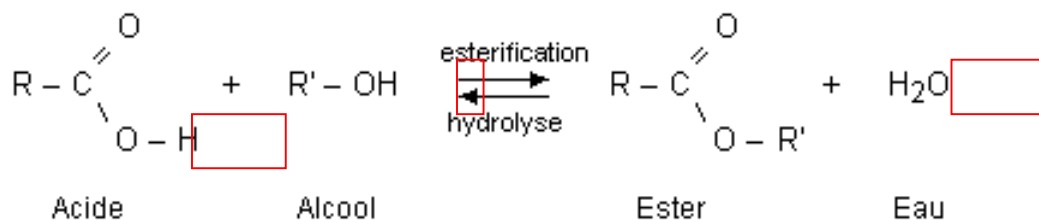
DOC 3. Suffixes associés aux différentes classes fonctionnelles.

2. NOMENCLATURE DES ESTERS

2.1. Formation

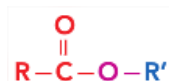
- Un ester résulte de la réaction d'un **acide carboxylique** et d'un **alcool**.
- L'acide carboxylique perd lors de cette réaction son groupement OH et l'alcool va perdre un hydrogène H, la combinaison de ces éléments "perdus" formera de l'eau.

L'ester se constitue de la façon suivante :



2.2. Nomenclature des esters

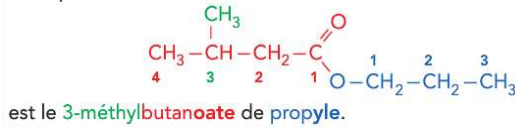
Un ester est un composé de formule



Le nom d'un ester comporte deux termes :

- Le premier, avec la terminaison **-oate** désigne la chaîne carbonée **R-C**, numérotée à partir de **C**.
- Le second, avec la terminaison **-yle** est le nom du groupe alkyle **R'**, numéroté à partir de l'atome de carbone lié à l'atome d'oxygène **O**.

Exemple :



Exemples : Les esters avec 5 carbones max

H-COO-CH₃ : méthanoate de méthyle

H-COO-CH₂-CH₃ : méthanoate d'éthyle ou formiate d'éthyle.

H-COO-CH₂-CH₂-CH₃ : méthanoate de propyle.

H-COO-CH₂-CH₂-CH₂-CH₃ : méthanoate de butyle.

CH₃-COO-CH₃ : éthanoate de méthyle.

CH₃-COO-CH₂-CH₃ : éthanoate d'éthyle ou acétate d'éthyle.

CH₃-COO-CH₂-CH₂-CH₃ : éthanoate de propyle.

CH₃-CH₂-COO-CH₃ : propanoate de méthyle

CH₃-CH₂-COO-CH₂-CH₃ : propanoate d'éthyle

H-COO-CH(CH₃)-CH₂-CH₃ : méthanoate de 1-méthylpropyle.

H-COO-CH₂-CH(CH₃)-CH₃ : méthanoate de 2-méthylpropyle.

H-COO-C(CH₃)₂-CH₃ : méthanoate de 1,1-diméthyléthyle.

CH₃-COO-CH(CH₃)-CH₃ : éthanoate de 1-méthyléthyle.

CH₃-CH(CH₃)-COO-CH₂-CH₃ : 2-méthylpropanoate d'éthyle.

3. NOMENCLATURE DES AMINES

3.1. Historique

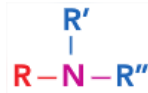
Les amines sont des composés azotés qui dérivent de l'ammoniac NH₃ par remplacement d'un ou plusieurs atomes d'hydrogène par des groupes carbonés.

Le nombre *n* des atomes d'hydrogène liés à l'azote, définit la classe de l'amine.

Leur découverte est due au chimiste allemand Wurtz en 1849.

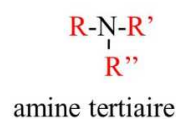
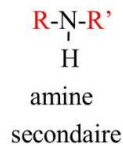
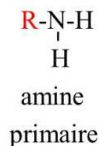
3.2. Formule générale :

Une amine est un composé de formule générale où d'hydrogènes, des groupes alkyles...



R' et R'' peuvent être des atomes

Il existe 3 classes d'amines :

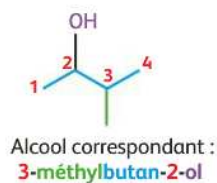
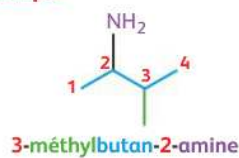


3.3. Nomenclature

2.3.1. Amine primaire :

- Le nom d'une amine possédant le groupe -NH₂ dérive de celui de l'alcool correspondant. On remplace le suffixe -ol par -amine.

Exemple



Formule	Nom
$\text{CH}_3\text{-NH}_2$	méthanamine
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$	éthanamine
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$	propanamine
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	propan-2-amine
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{-C-CH}_3 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2-méthylpropan-2-amine

Remarque :

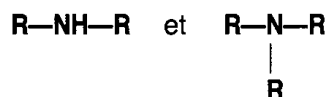
On peut aussi ajouter le suffixe amine au nom du groupe alkyle qui lui est lié : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ éthylamine

2.3.1. Amines secondaires et tertiaires

- Lorsque l'atome d'azote est lié à d'autres groupes alkyles, le nom de l'amine est précédé de la mention **N-alkyl**.

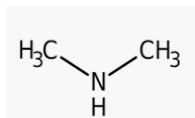
On distingue les molécules symétriques et celles qui ne le sont pas.

a) Les composés symétriques

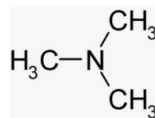


Ils sont nommés en faisant précéder le nom du groupe par un préfixe di, tri etc.

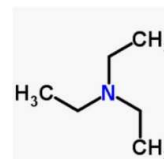
Exemples :



diméthylamine



triméthylamine

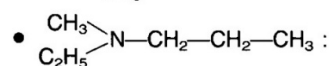
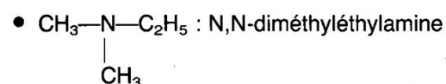
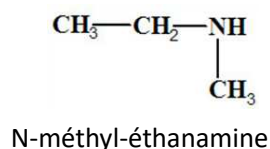
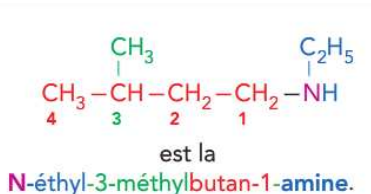


triéthylamine

b) Les composés NON symétriques

Les composés non symétriques sont nommés comme des amines primaires substituées sur l'atome d'azote. Le groupe le plus long ou le plus complexe est choisi pour constituer le nom de l'amine. Les autres, précédés de la lettre N, sont énoncés dans l'ordre alphabétique.

Exemples :



N-éthyl N-méthylpropylamine

4. NOMENCLATURE DES AMIDES

4.1. Définition

Un **amide** est un composé organique dérivé d'un acide carboxylique.

Un amide possède un atome d'azote lié à son groupe carbonyle.

Les amides sont un groupe important en biochimie, parce qu'ils sont responsables de la liaison peptidique entre les différents acides aminés qui forment les protéines.

4.2. Formule générale et groupe caractéristique

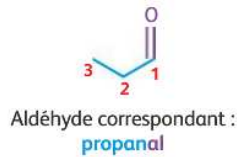
Un amide est un composé de formule générale
atomes d'hydrogènes, des groupes alkyles...



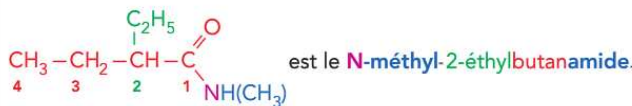
où R' et R'' peuvent être des

- Le nom d'une amine possédant le groupe R-(C=O)NH₂ dérive de celui de l'aldéhyde correspondant. On remplace le suffixe **-al** par **-amide**.

Exemple



- Lorsque l'atome d'azote est lié à d'autres groupes alkyles, le nom de l'amide est précédé de la mention **N-alkyl**.



5. NOMENCLATURE DES HALOGENOALCANES OU HALOGENURES D'ALKYLE OU ENCORE DERIVES HALOGENES

5.1. Structure des halogénures d'alkyle

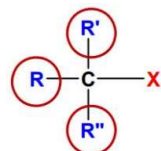
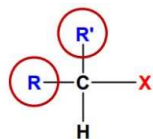
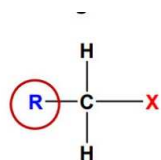
- Ils résultent du remplacement d'un ou plusieurs atomes d'hydrogène d'un alcane par un **halogène** (Fluor, Chlore, Brome, Iode)



5.2. Classification des halogénures d'alkyle

Les halogénures d'alkyle sont classés en fonction du nombre de groupements d'alkyle portés par le carbone halogéné

- On les classe en 3 grands groupes :



5.3. Nomenclature.

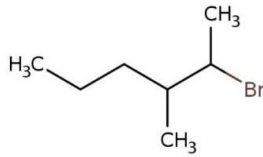
Deux façons officielles de les nommer sont utilisées :

5.3.1. Soit on utilise les préfixes fluoro ; chloro ; bromo ou iodo.

Exemple 1 :

$\text{CH}_3\text{-Cl}$: chlorométhane.

Exemple 2 :



5.3.2. soit on utilise le terme halogénure de... (fluorure ; chlorure ; bromure ou iodure de....).

Exemple 1 :

CH_3Cl :

Remarque

Le nom d'usage est parfois le plus utilisé.

CHCl_3 : trichlorométhane : chloroforme en langage courant.

CCl_4 : tétrachlorométhane : tétrachlorure de carbone en langage courant

5.4. Propriétés générales.

- Les halogénoalcanes n'existent pratiquement pas à l'état naturel.
- Ce sont par contre des réactifs très utilisés en chimie organique.
- Certains sont d'excellents solvants (chloroforme HCCl_3 , dichlorométhane CH_2Cl_2 , tétrachlorométhane CCl_4 etc), avec cependant un inconvénient de taille : ils sont cancérigènes...
- Certains sont utilisés sous forme de polymères bien connus : matières plastiques telles que le PVC (polyvinylchloride).
- Comme application médicale, on peut citer certains anesthésiques généraux (= induisant une perte de conscience), le précurseur de cette famille de médicaments étant le chloroforme HCCl_3 , très utilisé jadis.
- A l'heure actuelle, le 2-bromo-2-chloro-1,1,1-trifluoroéthane HALOTHANE® est par exemple employé dans le cadre d'anesthésie générale de courte durée.
- Les dérivés halogénés possèdent une toxicité certaine, propriété recherchée dans leur utilisation comme pesticides (bromométhane par exemple), ou insecticide (DDT ou 2,2-(4-chlorophényl)-1,1,1-trichloroéthane).

6. COMPOSÉ CYCLIQUE

6.1. Définition

En chimie organique, un composé cyclique est un composé dans lequel une série d'atomes de carbone sont reliés pour former une boucle ou un cycle.

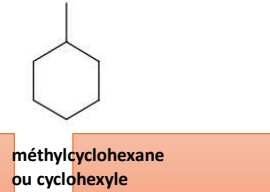
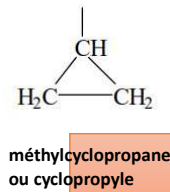
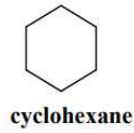
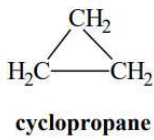
- S'il y a plusieurs cycles le composé est dit polycyclique.
- Les composés cycliques peuvent être saturés (sans doubles liaisons) ou insaturés (avec doubles liaisons).

6.2. Ebauche de nomenclature

6.2.1. Hydrocarbures monocycliques saturés

Le nom d'un hydrocarbures monocyclique saturé se forme en accolant le préfixe **cyclo-** au nom de l'hydrocarbures acyclique saturé.

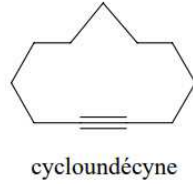
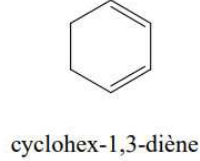
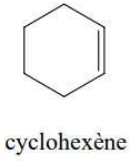
Exemples :



6.2.2. Hydrocarbures monocycliques insaturés

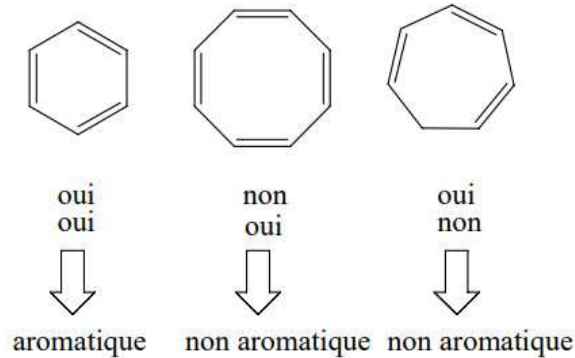
Comme un monocycle saturé avec une terminaison ène, diène,..., yne, diyne, etc

Exemples :



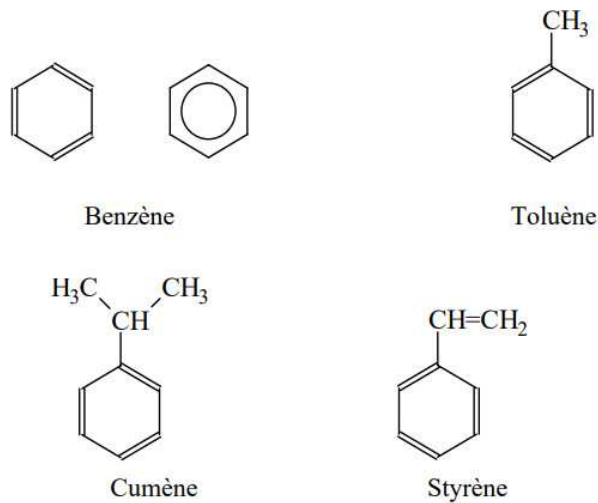
6.2.3. Hydrocarbures monocycliques aromatiques

Un composé mono- ou polycyclique est aromatique lorsque :
Il possède des liaisons doubles conjuguées
et obéit à la règle de Hückel : $(4n+2)$ électrons délocalisés où n = nombre de cycle.



Exemples :

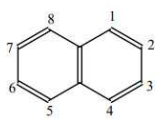
La plupart des hydrocarbures monocycliques aromatiques ont un nom non-systématique :



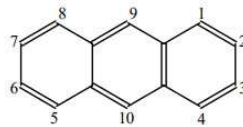
6.2.4. Et les autresPolyaromatiques condensés

Il existe une grande variété de composés polycycliques dont les noms deviennent rapidement très compliqués.

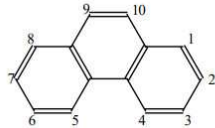
Exemples



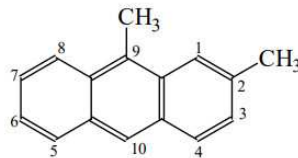
naphthalène



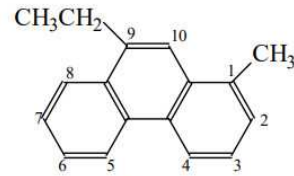
anthracène



phénanthrène



2,9-diméthylanthracène



9-éthyl-1-méthylphénanthrène

7. LES POLYMERES

7.1. Définition

- Le terme polymère désigne une molécule de masse moléculaire élevée généralement organique ou semi-organique.
- C'est une macromolécule constituée d'un enchaînement d'un grand nombre d'unités de répétition, d'un ou de plusieurs **monomères**, unis les uns aux autres par des liaisons covalentes.

7.2. Exemples

Les polymères les plus connus sont :

les fibres naturelles :

- **Fibres de polyholoside** (polymère de sucres) :
- **Cellulose** : bois, papier, textiles naturels (chanvre, lin, coton) ;
- **Glucides complexes** : amidon, glycogène, et d'autres fibres...
- **fibres protéiques** : cuir (collagène), soie et laine (kératine), etc. ;
- **Les protéines qui sont des polymères d'acides aminés** : ADN...

les matières plastiques ;

les caoutchoucs naturels (latex) et artificiels ;

les colles ;

les peintures ;

les résines.

7.4. Les propriétés des polymères

- À température ambiante, les polymères peuvent être liquides ou solides. De manière générale, les polymères sont légers.
- Ils sont aussi souples et ne sont stables qu'à des températures modérées. Sauf exception, ce sont des isolants électriques et thermiques.
- **De manière plus précise, les propriétés des polymères dépendent :**
 - Du type d'assemblage (liaisons et formes)
 - De la nature chimique des monomères qui les constituent ;
 - Du degré de polymérisation ;
 - De la formulation, c'est-à-dire de la nature et du taux des ingrédients que l'on introduit.

7.5. Formule de quelques grands polymères industriels

Sigle	Structure moléculaire	Désignation courante
PE		polyéthylène
PP		polypropène
PVC		poly(chlorure de vinyle)
PS		polystyrène
PET		poly(téréphtalate d'éthylène)
PA-6		polycaprolactame

Cf. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Polym%C3%A8re> pour plus d'infos

8. ISOMERIE

8.1 Définition

- En chimie organique, on parle d'isomérisation lorsque deux molécules possèdent la **même formule brute mais ont des formules développées ou stéréochimiques différentes**.
- Ces molécules, appelées **isomères**, peuvent avoir des propriétés physiques, chimiques et biologiques différentes.
- On distingue différents types d'isomérisation, notamment l'isomérisation de **constitution** (isomérisation plane) et l'isomérisation de **configuration** (stéréoisomérisation).

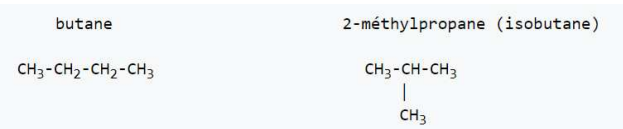
8.2. Isomérisation de constitution

On parle d'isomérisation de constitution (ou encore d'isomérisation plane ou d'isomérisation de structure) lorsque les molécules ont la **même formule brute mais des formules développées et semi-développées différentes**. Elles diffèrent donc dans l'enchaînement des atomes.

8.2.1. Isomérisation de chaîne

L'isomérisation de chaîne (ou de squelette) désigne les isomères qui diffèrent par leur chaîne carbonée.

Exemples : C₄H₁₀

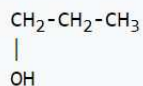


8.2.2. Isomérisation de position de fonction

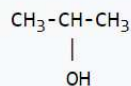
L'isomérisation de position de fonction qualifie les isomères dont un groupe fonctionnel est placé sur des carbones différents de la chaîne carbonée, ce qui veut dire que c'est la fonction qui se déplace à l'intérieur du squelette.

Exemple 1 : C₃H₈O

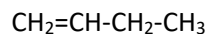
propan-1-ol



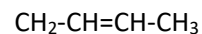
propan-2-ol

**Exemple 2 : C₄H₈**

But-1-ène



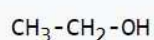
But-2-ène

**8.2.3. Isomérisation de nature de fonction**

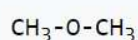
L'isomérisation de nature de fonction caractérise les isomères dont les groupes fonctionnels sont différents, donc de propriétés physiques et chimiques différentes. On appelle ces isomères, des isomères de « fonction ».

Exemple : C₂H₆O

éthanol



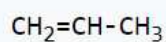
méthoxyméthane

**8.2.4. Isomérisation d'insaturation**

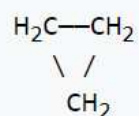
L'isomérisation d'insaturation caractérise les isomères dont les insaturations sont différentes.

Exemple 1 : C₃H₆

propène



cyclopropane

**Exemple 2 : C₃H₄**