

Chapitre 8 : Les hydrocarbures

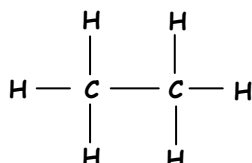
Les hydrocarbures sont des composés organiques qui ne comportent que des atomes de carbone et d'hydrogène. Ils ont pour formule brute générale C_xH_y , x et y étant des nombres entiers positifs.

Exemple : C_4H_{10} (butane) : x = 4 et y = 10.

I. Les hydrocarbures saturés.

Un hydrocarbure est dit **saturé** s'il ne comprend que des liaisons covalentes carbone-carbone simples.

Exemple :



1. Les alcanes :

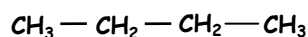
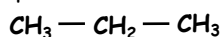
Les alcanes sont des hydrocarbures saturés qui ont pour formule brute générale C_nH_{2n+2} , n étant un nombre entier positif supérieur ou égal à 1.

Exemple : n = 1 \rightarrow CH_4 n = 2 \rightarrow C_2H_6

2. Les alcanes linéaires :

La formule semi-développée d'un **alcane linéaire** peut s'écrire en ligne droite :

Exemples :



3. Les alcanes ramifiés :

La formule semi-développée d'un alcane ramifié ne peut pas s'écrire en ligne droite :



Un alcane ramifié est constitué d'une chaîne carbonée principale (chaîne carbonée la plus longue : ici 3 carbone) sur laquelle sont greffés un ou plusieurs substituants.

4. Nomenclature des alcanes.

a) Alcanes linéaires :

Le nom des alcanes linéaires est constitué de deux parties :

- Un radical qui dépend de la longueur de la chaîne carbonée (voir tableau ci-dessous).
- Un suffixe « ane » qui indique qu'il s'agit d'un alcane.

Nombre de carbone	Nom du radical
1	Méth
2	Eth
3	Prop
4	But
5	Pent
6	Hex

Exemple : C_2H_6 se nomme éthane

b) Alcanes ramifiés :

Pour nommer les alcanes ramifiés, il faut suivre dans l'ordre ces quelques règles :

Substituant	Nom du substituant
$CH_3 -$	Méthyle
$CH_3 - CH_2 -$	Ethyle
$CH_3 - CH_2 - CH_2 -$	Propyle
$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 -$	Butyle

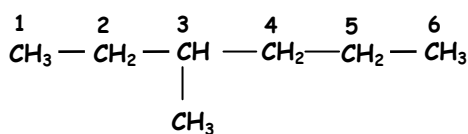
- On identifie la chaîne carbonée principale : on lui affecte le nom de l'alcane ayant le même nombre de carbone.
- On identifie les substituants : leur nom dépend du nombre de carbone (voir tableau ci-dessous) :
- On numérote la chaîne carbonée principale de façon à ce que la somme des numéros portés par les différents substituants soit la plus petite possible.

Le nom de l'alcane est constitué du nom de la chaîne carbonée principale précédée par le numéro et le nom des substituants.

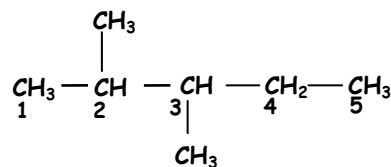
Remarques :

- Le numéro et le nom du substituant, écrit sans le «e» final (méthyl, éthyl), sont séparés par un tiret.
- Les substituants sont classés par ordre alphabétique (éthyl avant méthyl).
- Si la molécule comporte plusieurs substituants identiques, leur nombre est indiqué par les préfixes di, tri, tétra.

Exemples :



Nom : 3-méthylhexane

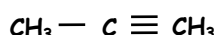
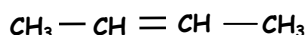


Nom : 2,3-diméthylpentane

II. Les hydrocarbures insaturés.

Un hydrocarbure est dit **insaturé** s'il possède au moins une liaison carbone-carbone double ou une liaison carbone-carbone triple.

Exemples :



Les doubles et triples liaisons constituent les **insaturations** d'une molécule.

1. Les alcènes :

Les alcènes sont des hydrocarbures insaturés possédant au moins **une liaison double carbone-carbone**.

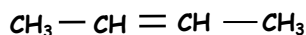
Les **alcènes** ayant **une double liaison** ont pour formule générale C_nH_{2n} , **n** étant un nombre entier positif supérieur ou égal à 2.

Exemple : $n = 2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4$

2. Les alcènes linéaires :

La formule semi-développée d'un **alcène linéaire** peut s'écrire en ligne droite :

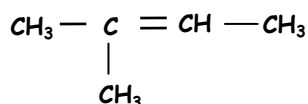
Exemple :



3. Les alcènes ramifiés :

La formule semi-développée d'un **alcène ramifié** ne peut pas s'écrire en ligne droite :

Exemple :



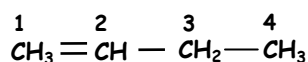
4. Nomenclature des alcènes :

La nomenclature des alcènes dérive de celle des alcanes :

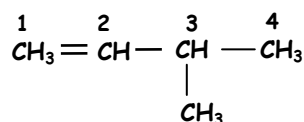
- On identifie la chaîne carbonée principale qui comprend la double liaison : son nom dérive de celui de l'alcane correspondant, sauf que le suffixe «**ane**» est remplacé par le suffixe «**ène**».
- On numérote la chaîne carbonée principale de façon à que le numéro du premier carbone de la double liaison soit le plus petit possible.
- On identifie les substituants : leur numéro est imposé par la numérotation précédente.

Le nom de l'alcène est constitué du nom de la chaîne principale, précisant la position de la double liaison, le tout est précédé par le numéro et le nom des substituants.

Exemples :



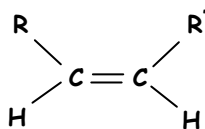
Nom : but-1-ène



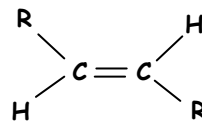
Nom : 3-méthylbut-1-ène

5. Isomérisation Z/E :

Les alcènes de formule semi-développée $R-CH=CH-R'$ admettent deux isomères de configuration :



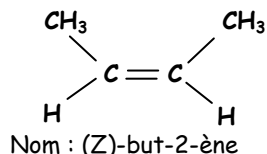
Isomère Z : R et R' sont de même côté de l'axe carbone-carbone



Isomère E : R et R' sont de part et d'autre de l'axe carbone-carbone

L'isomérisation Z ou E est indiquée entre parenthèses devant le nom de l'alcène.

Exemple :



Nom : (Z)-but-2-ène

6. Tests d'identification des alcènes : expérience au bureau

Les alcènes peuvent être mis en évidence par deux tests caractéristiques :

- **Test à l'eau de brome (solution orange)** : on observe une décoloration de l'eau de brome.
- **Test avec une solution de permanganate de potassium en milieu basique (solution violette)** : la solution devient verte.

Exercices d'application n° 1/2

III. Influence du squelette carboné sur les propriétés physiques.

1. Température de changement d'état :

En général, les températures de changement d'état (température d'ébullition T_e et température de fusion T_f) augmentent lorsque la longueur de la chaîne carbonée augmente.

Exemples des alcanes à chaîne linéaire :

Alcane	Formule brute	T_f (°C)	T_e (°C)
Méthane	CH_4	- 182.5	-161.7
Ethane	C_2H_6	-183.3	-88.6
Propane	C_3H_8	-187.7	-42.1
Butane	C_4H_{10}	-138.3	-0.5
Pentane	C_5H_{12}	-129.8	+36.1
Hexane	C_6H_{14}	-94,0	+ 68.7
Heptane	C_7H_{16}	-90.6	+98.4

Alcane	Formule brute	T_f (°C)	T_e (°C)
Octane	C_8H_{18}	- 56.8	+125.7
Décane	$C_{10}H_{22}$	-29.7	+ 174.0
Dodécane	$C_{12}H_{26}$	-9.6	+ 216.3
Pentadécane	$C_{15}H_{32}$	+10	+ 270.6
Octadécane	$C_{18}H_{38}$	+28	+298.0
Eicosane	$C_{20}H_{42}$	+36.8	+343.0
Triacotane	$C_{30}H_{62}$	+65.8	+ 449.7

Pour les molécules ayant la même formule brute, plus il y a de ramifications plus les températures de changement d'état sont basses.

2. Application à la distillation du pétrole :

Le pétrole est un mélange très complexe d'hydrocarbures.

La distillation du pétrole permet de séparer les hydrocarbures en fonction de leur température d'ébullition (T_e).

A l'issue de la distillation, on récupère différentes coupes composées d'hydrocarbures ayant des propriétés physiques similaires.

On récupère en premier les espèces chimiques les plus volatiles, c'est-à-dire celles qui ont la température d'ébullition la plus basse.

Remarque :

Des composés peuvent être séparés si la différence de leur température d'ébullition est supérieure à 10°C.

3. Densité :

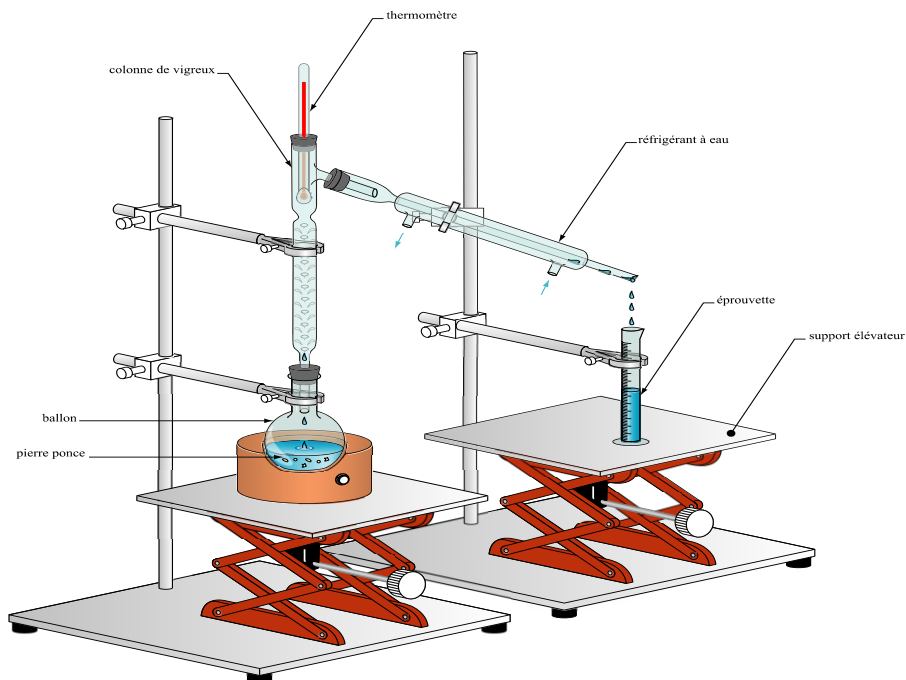
En général, plus le nombre de carbones de la chaîne carbonée est grand, plus la densité est importante.

4. Solubilité :

En général, la solubilité dans l'eau d'une molécule organique diminue lorsque la longueur de la chaîne carbonée augmente.

5. Dispositif d'une distillation fractionnée : Voir schéma ci-dessous

Exercice d'application n° 3



IV. Modification du squelette carboné :

1. Craquage et vapocraquage : raccourcissement des chaînes carbonées.

Le **craquage** est un procédé qui permet de briser une molécule d'hydrocarbure en plusieurs molécules à chaîne carbonée plus courte. Ce procédé nécessite des températures voisines de 500°C.

Le **vapocraquage** est un craquage qui se fait en présence de vapeur d'eau.

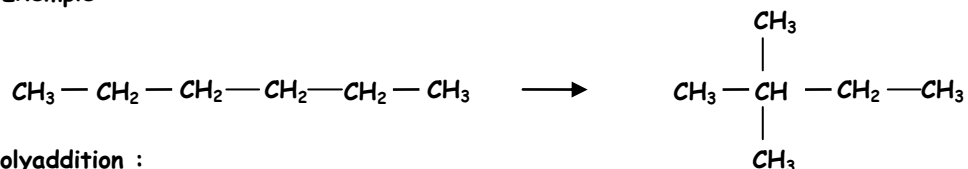
Exemple :



2. Le reformage : ramification des chaînes carbonées.

Le **reformage** est un procédé qui consiste à modifier la chaîne carbonée des molécules sans modification du nombre d'atomes de carbone. Ce procédé nécessite des températures voisines de 500°C.

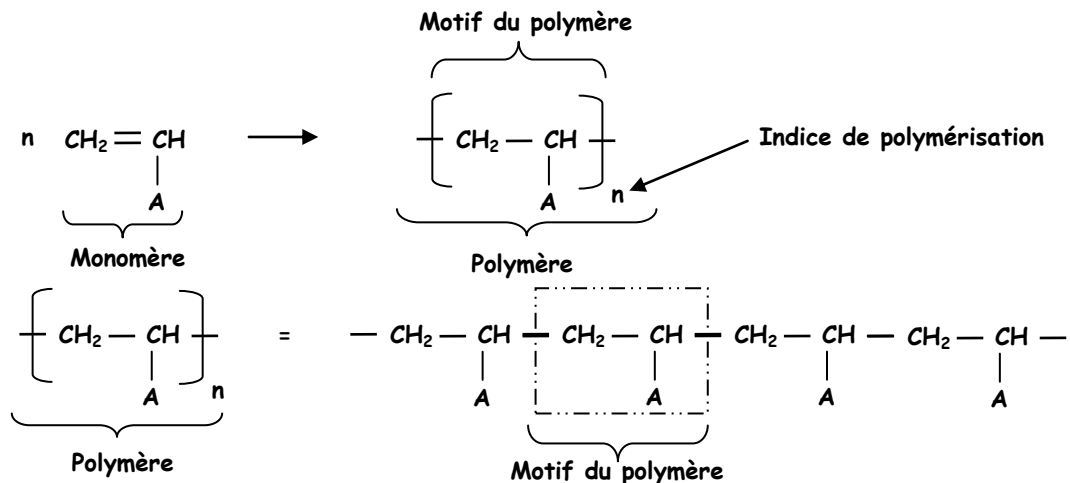
Exemple :



3. Polyaddition :

Une **polyaddition** permet d'allonger une chaîne carbonée.

Une polyaddition permet de synthétiser des grosses molécules (masse molaire supérieure à 10 000 g.mol⁻¹), appelées **polymères** ou **macromolécules** à partir petites molécules appelées **monomères**.

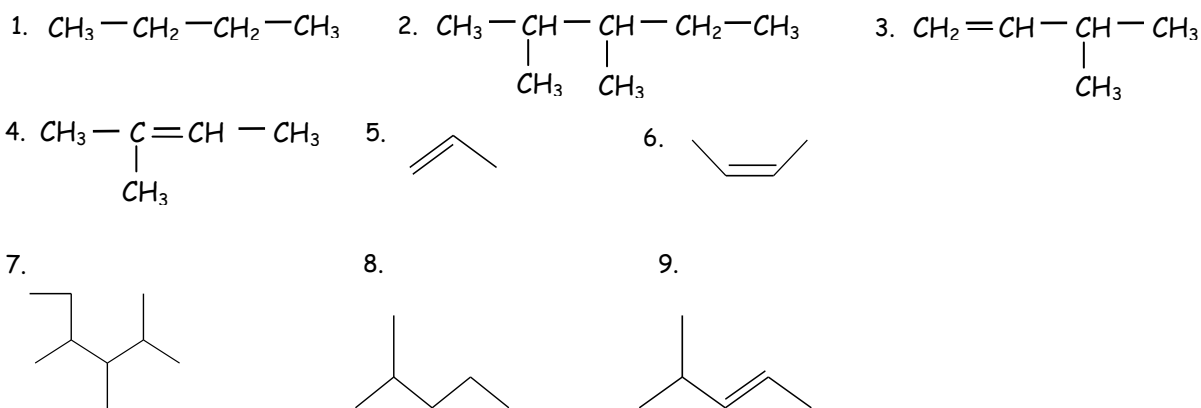


Exercices d'application n° 4/5/6

Exercices d'application

Exercice 1 :

Nommer les hydrocarbures suivants :



Exercice 2 :

Représenter en écriture topologique les molécules dont les noms suivent :

- Hexane
- 2,3-diméthylhexane
- But-1-ène
- (E)-pent-2-ène
- 3,4-diméthylpent-1-ène

Exercice 3 :

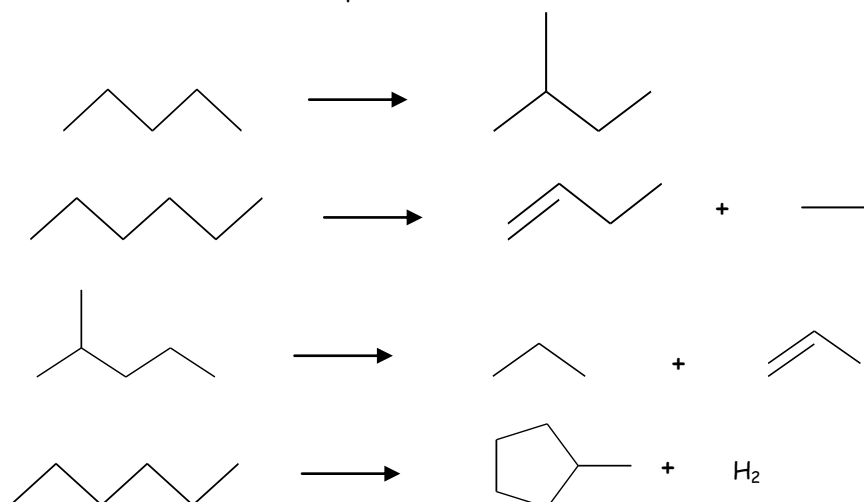
On considère un mélange d'hydrocarbures constitué de 5 alcanes linéaires dont les températures d'ébullition T_e sont les suivantes : 36°C 69°C 98°C 126°C 151°C

- Rappeler la définition de la température d'ébullition T_e d'un corps.
- Indiquer une méthode permettant de récupérer séparément ces 5 alcanes.
- Décrire brièvement le principe de fonctionnement de cette technique.
- Indiquer le composé récupéré en premier. Justifier.
- Attribuer, en justifiant votre réponse, les températures d'ébullition T_e précédentes aux alcanes linéaires du tableau ci-après. Vous indiquerez les noms manquants.

Alcane	Nom	$T_e(^\circ\text{C})$
C_5H_{12}		
C_8H_{18}	Octane	
C_7H_{16}	Heptane	
C_9H_{20}	Nonane	
C_6H_{14}		

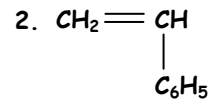
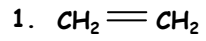
Exercice 4 :

Donner le nom des réactions chimiques suivantes :



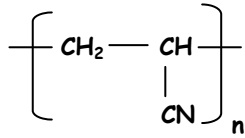
Exercice 5 :

Ecrire l'équation chimique associée à la polymérisation des molécules suivantes :

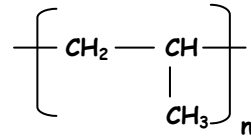


Exercice 6 :

Ecrire les formules chimiques des monomères permettant de synthétiser les polymères suivants :



Polyacrylonitrile



Polypropylène