

## Le squelette carbonée

Une molécule organique comporte un squelette carboné (et éventuellement des groupes caractéristiques étudiés dans les prochains chapitres).

Les hydrocarbures sont des molécules qui ne font intervenir que les éléments carbone et hydrogène.

### I. Les alcanes

Par définition lorsque toutes les liaisons carbone-carbone sont simples (liaison covalente simple), la molécule d'hydrocarbure est dite saturée.

La formule brute générique d'un alcane (non cyclique) s'écrit :

$C_nH_{2n+2}$  ou n représente le nombre d'atomes de carbone, n entier naturel strictement positif

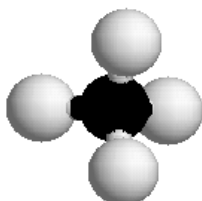
#### 1. Les alcanes à chaîne carbonée linéaire :

Le nom des alcanes est donné par un préfixe qui indique le nombre n d'atomes de carbone de la chaîne suivi de la terminaison en -ane

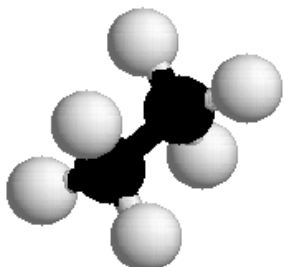
	Préfixe	Nom	Formule brute	Formule semi-développée
n = 1	méth	méthane	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>
n = 2	éth	éthane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>3</sub>
n = 3	prop	propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>
n = 4	but	butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>
n = 5	pent	pentane	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>
n = 6	hex	hexane	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>2</sub> - CH <sub>3</sub>

Formule développée (ou Lewis) :

- du méthane :



- de l'éthane :



Modèle de Lewis	Modèle de Cram
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	<p>Structure <b>tétraédrique</b> Carbone <b>tétravalent</b> Carbone <b>tétragonal</b> Angles de 109°</p>
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	<p>Carbone <b>tétravalent</b> Carbone <b>tétragonal</b> Angles de 109° Libre rotation, autour de l'axe C - C, d'un groupe CH<sub>3</sub> par rapport à l'autre groupe CH<sub>3</sub> pris comme référentiel</p>

#### 2. Les alcanes à chaîne carbonée ramifiée :

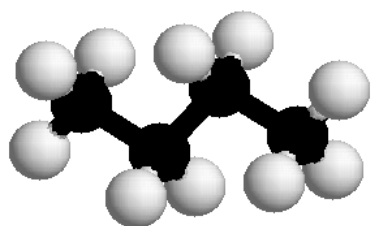
Les atomes de carbone se trouvent les uns à la suite des autres (sur une seule ligne ou branche.).

Il n'y a pas de ramifications.

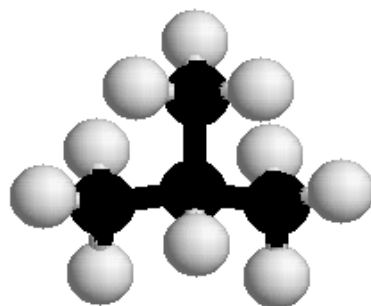
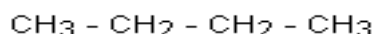
A partir de 4 atomes de carbone le squelette principal (la branche principale) peut compter des ramifications.

Par définition, on parle d'**isomères de constitution** si des molécules ont la même formule brute mais des formules semi-développées (ou développées ou de Lewis) différentes.

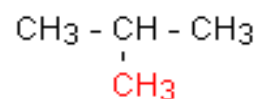
C'est par exemple le cas du butane *et* du 2-méthylpropane qui ont la même formule brute  $C_4H_{10}$



butane



2-méthylpropane (méthylpropane)



On nomme un alcane ramifié en considérant qu'il est formé d'une chaîne principale sur laquelle se fixent des groupes alkyles (de formule générique  $C_nH_{2n+1}$ )

$R - C_nH_{2n+1}$  ou R représente une chaîne carbonée quelconque

De la même manière que précédemment, le nom des alkyles est donné par un préfixe qui indique le nombre n d'atomes de carbone de la chaîne suivi de la terminaison en -yle

	Préfixe	Nom	Formule brute	Formule semi-développée
n = 1	méth	méthyl	$-CH_3$	$-CH_3$
n = 2	éth	éthyl	$-C_2H_5$	$-CH_2 - CH_3$
n = 3	prop	propyl	$-C_3H_7$	$-CH_2 - CH_2 - CH_3$
etc	...	...	...	...

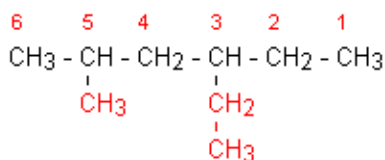
### Nomenclature (ou règles de nommage) d'un alcane ramifié :

1. On cherche la chaîne carbonée la plus longue. C'est elle qui donne son nom à l'alcane.
2. En préfixe, on ajoute le nom (sans le e final) du groupe alkyle fixé sur la chaîne principale.

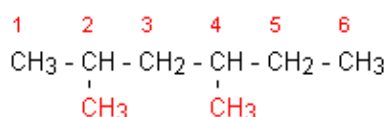
Remarques :

- On repère la position de l'alkyle en numérotant la chaîne principale afin de donner le plus petit nombre au carbone qui porte le groupe alkyle. Ce nom est placé devant le nom de l'alcane.
- Lorsqu'il y a plusieurs groupes alkyle identiques, on place le préfixe di-, tri-, tétra- devant le nom du groupe alkyle.
- Lorsqu'il y a des groupes alkyles différents, on les nomme dans l'ordre alphabétique. Le plus petit nombre étant affecté au groupe placé en tête dans l'ordre alphabétique.

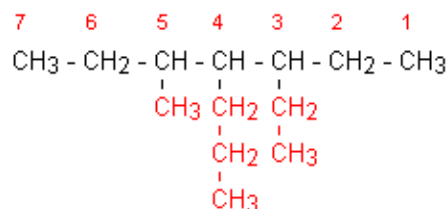
Quelques exemples pour illustrer :



3-éthyl-5-méthylhexane



2,4-diméthylhexane



3-éthyl-5-méthyl-4-propylheptane

### 3. Les alcanes à chaîne cyclique :

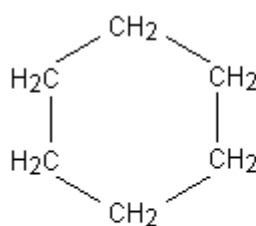
Leur formule brute n'est plus de la forme  $C_nH_{2n+2}$

Voici quelques exemples :

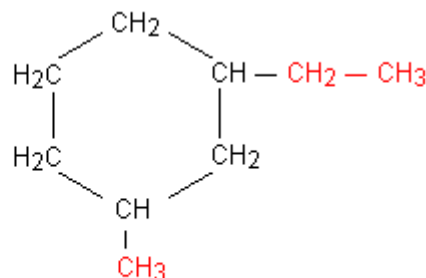
- Le cyclohexane



- le 1-éthyl-3-méthylcyclohexane



cyclohexane



1-éthyl-3-méthylcyclohexane

## II. Les alcènes

Un alcène est un hydrocarbure dont la chaîne carbonée renferme une liaison double. La molécule est dite insaturée.

La formule brute générique d'un alcène (non cyclique) s'écrit :

$C_nH_{2n}$  ou n représente le nombre d'atomes de carbone, n entier naturel strictement positif

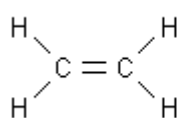
### 1. Les alcènes à chaîne carbonée linéaire :

Le nom des alcènes est donné par la même nomenclature que celle des alcanes : un préfixe qui indique le nombre n d'atomes de carbone de la chaîne (meth, eth, prop, but ...) suivi de la terminaison en -ène.

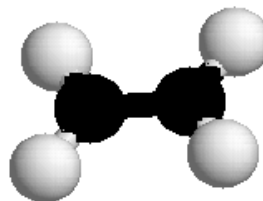
**On indique la place de la double liaison en numérotant les atomes de carbone de la chaîne carbonée de façon à donner aux atomes de carbone portant la double liaison les plus petits numéros.**

*Remarque : cette numérotation est inutile pour les deux premiers alcènes, à savoir l'éthène (communément appelé éthylène) et le propène car il n'y a pas plusieurs possibilités.*

Le premier membre de la famille est : l'éthène (éthylène)  $CH_2 = CH_2$

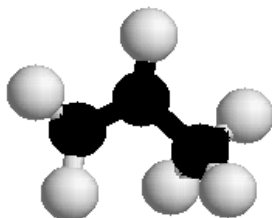


éthène (éthylène)  
molécule plane  
Carbone tétravalent  
Carbone **trigonal**

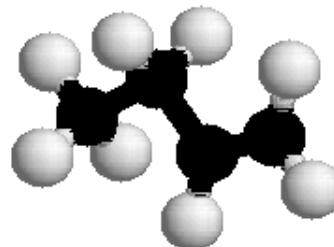


*Il est important de remarquer que la double-liaison empêche la rotation des carbones autour de leur axe.*

Le propène :  $CH_2 = CH - CH_3$



Le but-1-ène :  $CH_2 = CH - CH_2 - CH_3$



Cas du but-2-ène et notion de **stéréoisomérisme** :  $CH_3 - CH = CH - CH_3$

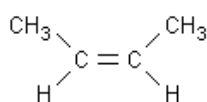
Lorsqu'on considère une molécule entièrement développée dans l'espace, de nouveaux cas d'isomérisme (autres que l'isomérisme de constitution) peuvent apparaître.

On parle alors d'isomérisme spatiale ou de stéréoisomérisme (du grec stéréos : solide)

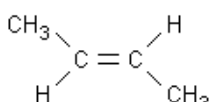
**Deux stéréoisomères ont la même formule semi-développée plane mais des formules différentes dans l'espace à trois dimensions.**

En première on se limite à la stéréoisomérisation de configuration :

**Z** (Zusammen : du même côté) ou **E** (Entgegen: du côté opposé)



(Z)-but-2-ène



(E)-but-2-ène

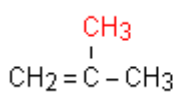
On voit bien que même avec une formule semi-développée identique les formules développées sont différentes (les 2 molécules ne sont pas superposables) cela est dû à la double liaison qui empêche la rotation des atomes de carbone. On parle dans ce cas de stéréoisomères.

## 2. Les alcènes à chaîne carbonée ramifiée :

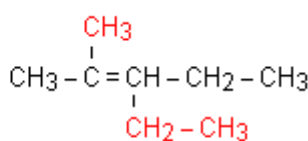
Au niveau de la nomenclature, on commence par indiquer la place de la double liaison en numérotant les atomes de carbone de la chaîne carbonée de façon à donner aux atomes de carbone portant la double liaison les plus petits numéros.

Ensuite seulement on regarde les numéros des atomes de carbone sur lesquels se trouvent les groupes alkyle (méthyle, éthyle, ...)

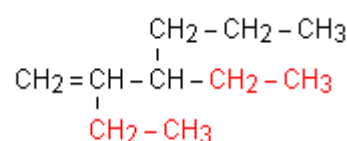
Quelques exemples :



méthylpropène



3-éthyl-2-méthylpent-2-ène



2,3-diéthylhex-1-ène

## III. Les alcynes

Un alcyne est un hydrocarbure dont la chaîne carbonée renferme une triple liaison.

La molécule est donc insaturée.

Au niveau de la nomenclature, comme d'habitude, on commence par indiquer la place de la triple liaison en numérotant les atomes de carbone de la chaîne carbonée de façon à donner aux atomes de carbone portant la triple liaison les plus petits numéros.

Ensuite seulement on regarde les numéros des atomes de carbone sur lesquels se trouvent les groupes alkyles (méthyle, éthyle, ...)

## IV. Influence de la chaîne carbonée (cas des alcanes).

Les propriétés physico-chimiques des alcanes (et des hydrocarbures en général) sont liées au nombre d'atomes de carbone de la chaîne.

### Solubilité :

Les alcanes sont miscibles entre eux et insolubles dans l'eau.

### Fusion et ébullition :

- Les températures de fusion et d'ébullition des alcanes augmentent avec leur nombre d'atomes de carbone.
- La température d'ébullition d'un alcane ramifié est inférieure à celle de son isomère linéaire.
- De la même manière, un alcane ramifié s'auto-enflamme moins facilement que son isomère linéaire. On préfère donc utiliser des alcanes ramifiés dans les essences.
- Les températures d'ébullition étant différentes, les alcanes peuvent être séparés par distillation lors du raffinage du pétrole.

### Densité :

La densité des alcanes augmentent avec le nombre d'atomes de carbone.

Elle est toujours inférieure à 1.