

Chapitre C7 : Le squelette carboné des molécules organiques

I) Structure d'une molécule organique :

I-1) De quoi est constituée une molécule organique ?

Activité : Constitution d'une molécule organique. (voir la fiche)

1- Qu'ont en commun toutes ces molécules ?

2- Qu'est-ce qui distingue les molécules des deux premières lignes de celles des lignes suivantes ?

Réponses :

1- Toutes ces molécules présentent un « squelette carboné », c'est à dire un enchaînement d'atomes de carbones sur lesquels sont fixés d'autres atomes de carbone, des atomes d'hydrogène ou des hétéro-atome (oxygène, azote, halogène ...).

2- Les molécules des deux premières lignes sont toutes des hydrocarbures (c'est à dire des molécules organiques uniquement constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène). Les molécules des deux dernières lignes présentent en plus des groupes comportant des atomes d'oxygène, d'azote ou de chlore.

Pratiquement toutes les molécules organiques présentent un enchaînement d'atomes de carbone liés par des liaisons simples ou multiples et qui constituent ce que l'on appelle le « **squelette carboné** » de la molécule.

Certaines molécules présentent en plus des groupes comportant des atomes d'oxygène, d'azote, de chlore ... qui confèrent des propriétés particulières aux molécules qui les portent. C'est ce que l'on appelle des **groupes caractéristiques** (ou fonction caractéristiques), car ils sont caractéristiques d'une famille de molécules organiques.

A retenir :

Une molécule organique comporte un squelette carboné et éventuellement des groupes caractéristiques.

I-2) Quels sont les différents types de squelettes carbonés ?

Définitions :

- Une chaîne carbonée est dite **linéaire** si elle est formée d'atomes de carbones liés au plus à deux autres atomes de carbone.

- Une chaîne carbonée est dite **ramifiée** si elle possède un atome de carbone qui est lié à au moins 3 atomes de carbone.

- Une chaîne carbonée ne contenant que des liaisons simples carbone-carbone est dite **saturée**. Une chaîne carbonée contenant des liaisons multiples carbone-carbone est dite **insaturée**.

- Une chaîne carbonée est dite cyclique, si sa chaîne carbonée forme un cycle.

Activité : Caractériser les chaînes carbonées des molécules précédentes

- Les molécules de butane, de but-1-ène, butan-1-amine, chlorure de vinyle, de propane-1-ol, de benzène, de styrène, de glucose, de cyclohexane sont des molécules à chaîne linéaire, car ses atomes de carbone sont liés au plus à deux autres atomes de carbone.
- La molécule de 2-méthylepropane présente une chaîne ramifiée, car l'un de ses atomes de carbone est lié à trois autres atomes de carbone.
- Le chlorure de vinyle, le but-1-ène, le benzène, le styrène et l'acide benzoïque sont des molécules insaturées, car elles présentent toutes au moins liaison multiple C – C . Toutes les autres molécules sont saturées car toutes les liaisons C – C sont des simples liaisons.
- Le benzène, le styrène, l'acide benzoïque et le cyclohexane sont des molécules cycliques, car elles contiennent au moins un cycle.

I-3) Qu'est-ce que la formule topologique d'une molécule organique ?

Activité : écrire les formules topologiques des molécules précédentes

Voir le corrigé

Les formules topologiques permettent une écriture simplifiée des molécules organiques. On ne représente que la chaîne carbonée et les groupes caractéristiques.

- 1- Que peut-on dire des chaînes carbonées des molécules modélisées ci-dessus ?
- 2- Donner la formule brute de chacune de ces molécules.
- 3- Proposer une formule brute générale pour ces quatre molécules en notant n leur nombre d'atomes de carbone.

Réponses :

- 1- Ces alcanes ont tous une chaîne carbonée saturée. Ce sont des hydrocarbures à chaîne linéaire ou ramifiée non cycliques.
- 2- Les formules brutes des deux premières molécules sont C_4H_{10} , C_7H_{16} pour la 3e molécule et C_8H_{18} pour la 4e.
- 3- On notant n le nombre d'atomes de carbone, on constate que tous ces hydrocarbures ont pour formule C_nH_{2n+2} . C'est la formule générale d'un alcane.

Conclusion :

Les alcanes sont des **hydrocarbures** de formule brute C_nH_{2n+2} . Leurs chaînes carbonées sont saturées et ne présentent pas de cycles. Leurs atomes de carbone sont tétraédriques.

II-2) Comment nommer les alcanes ?

Activité du livre p 169

Correction :

1- Nomenclature des alcanes linéaires :

a- L'alcane de formule brute C_2H_6 est appelé l'éthane, et C_5H_{12} le pentane.

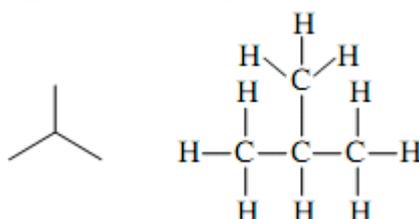
b- On utilise souvent dans la vie quotidienne les gaz combustibles suivant :

- le méthane (le gaz de ville) de formule CH_4
- le propane de formule brute C_3H_8
- le butane de formule brute C_4H_{10}

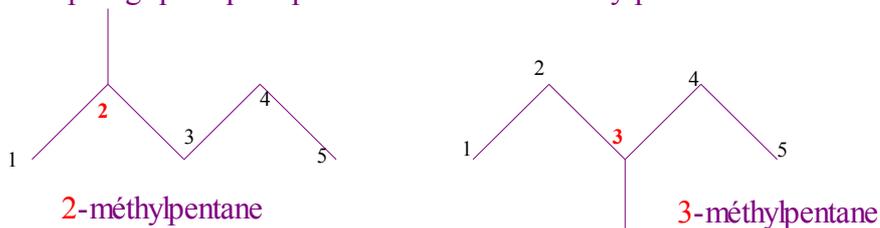
Ce sont des hydrocarbures contenant respectivement un, trois et quatre atomes de carbone dans leur squelette carboné.

2- Nomenclature des alcanes ramifiés :

a- Les formules développées et topologiques du méthylpropane sont :



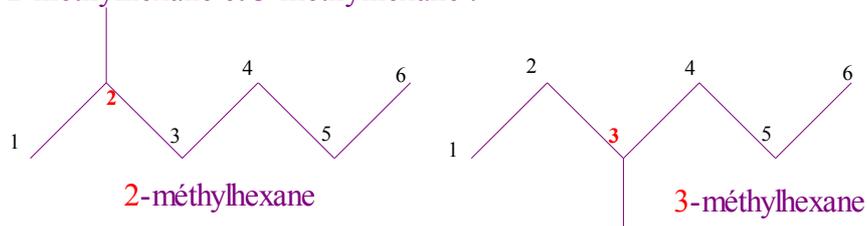
b- Il existe deux écritures topologiques qui répondent au nom de méthylpentane :



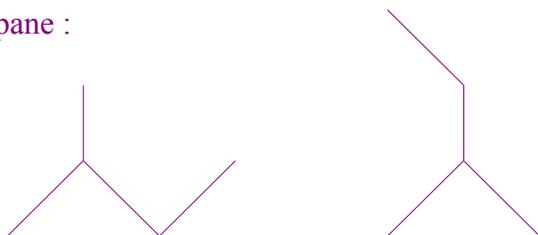
Ces deux molécules sont isomères de constitution (isomères de chaîne)

c- voir ci dessus

Écritures topologiques du 2-méthylhexane et 3-méthylhexane :



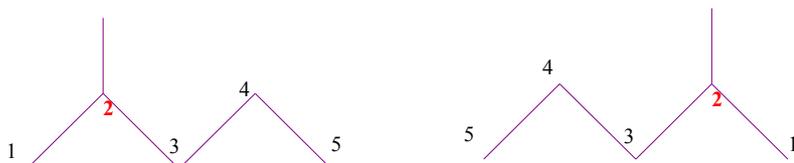
d- méthylbutane et éthylpropane :



Ces deux molécules sont identiques. L'éthylpropane est un nom incorrect, il s'agit dans les deux cas de la molécule de 2-méthylbutane.

Le 1-méthylpropane et le 4-éthylbutane sont en réalité le butane et le pentane.

e- 2-méthylpentane et 4-méthylpentane :



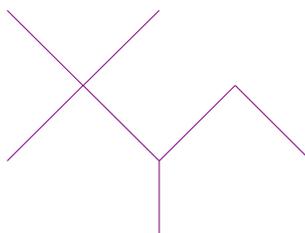
Ces deux représentations topologiques sont identiques. La chaîne carbonée doit être numérotée de façon à ce que le groupement méthyle soit placé sur un carbone dont le numéro est le plus petit. Il s'agit donc du 2-méthylpentane.

f- Le méthylbutane est forcément le 2-méthylbutane, car le 1-méthylbutane et le 4-méthylbutane n'existent pas (il s'agit en fait du pentane) et que le 3-méthylbutane est identique au 2-méthylbutane. Il est donc pas nécessaire de numéro le substituant dans le cas du méthylbutane.

Par contre il existe deux molécules de méthylpentane, le 2-méthylpentane et le 3-méthylpentane sont des molécules différentes (le 1 et le 5 correspondent à l'hexane et le 4 est identique au 2). Il convient donc de numéroté le substituant du méthylpentane.

g- Il s'agit du 3-éthyl-2-méthylhexane.

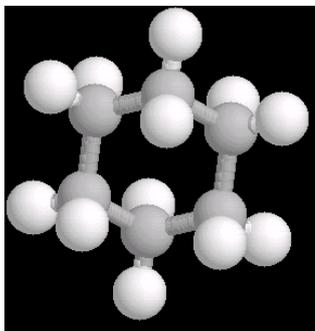
h- formule topologique du 2,2,3-triméthylpentane :



Voir fiche méthode « nomenclature des alcanes » + [diaporama](#) (auteur Saumande)

II-3) Les cyclanes :

Les cyclanes sont des hydrocarbures saturés présentant au moins un cycle, comme par exemple le cyclohexane (C₆H₁₂).



La nomenclature des cyclanes est identique à celle des alcanes, à la seule différence que le nom de la molécule est précédée du préfixe **cyclo-**, pour indiquer que le squelette carboné contient un cycle.

III) Quels sont les hydrocarbures insaturés ?

III-1) Les alcènes et dérivés éthyléniques :

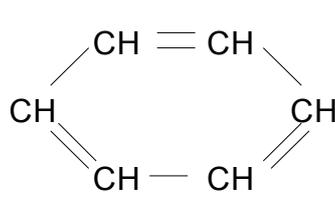
Voir [TP C12](#) et son [corrigé](#).

Définitions :

Les **alcènes** sont des hydrocarbures insaturés, non cycliques, qui possèdent une double liaison C=C, et dont la formule brute générale est C_nH_{2n} .

Toutes les autres molécules qui possèdent dans leur squelette carboné une double liaison C=C, mais dont la formule brute est différente de C_nH_{2n} , sont appelés des **dérivés éthyléniques**.

Fiche d'activité : Indiquer la nature (alcène, dérivé éthylénique ...) des molécules dont on donne les formules semi-développées.

N°	Formule semi-développée	Nature de la molécule	Nom de la molécule
1	$CH_2=CH_2$	Alcène (C_2H_4)	Éthène («éthylène »)
2	$CH_2=CH-CH_3$	Alcène (C_3H_6)	Propène
3	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$	Alcène (C_4H_8)	But-1-ène
4	$CH_3-CH=CH-CH_3$	Alcène (C_4H_8)	But-2-ène
5	$ \begin{array}{c} CH_2=CH-CH-CH_3 \\ \\ Cl \end{array} $	Dérivé éthylénique (C_4H_7Cl)	3-chlorobut-1-ène
6	$ \begin{array}{c} CH_2=CH-CH-CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array} $	Alcène (C_5H_{10})	3-méthylbut-1-ène
7	$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_2=C-CH_2-CH_3 \end{array} $	Alcène (C_5H_{10})	2-méthylbut-1-ène
8		Dérivé éthylénique (C_6H_6)	benzène
9	$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_2 \\ \\ CH_3-CH=C-CH-CH_2-CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array} $	Alcène (C_9H_{18})	3-éthyl-4-méthylhex-2-ène
10	$ \begin{array}{c} CH_3 \quad CH_3 \\ \quad \\ CH_3-CH-CH_2-CH_3 \end{array} $	Alcane (C_5H_{12})	2,3-diméthylbutane

Que peut-on dire des molécules 3 et 4, ainsi que 6 et 7 ?

Les molécules 3 et 4, ainsi que 6 et 7 sont des isomères de constitution. 3 et 4 sont des isomères de position (ils diffèrent par la position de leur double liaison), alors que les molécules 6 et 7 sont des isomères de chaîne (l'enchaînement des atomes de carbone différent).

Nomenclature des alcènes :

La nom d'un alcène se dérive de l'alcane correspondant, en remplaçant simplement la terminaison -ane par -ène, précédée **si nécessaire de la position de la double liaison C=C**. La chaîne principale doit **obligatoirement contenir la double liaison**, et être numéroté de façon à ce que la double liaison ait **l'indice le plus faible**.

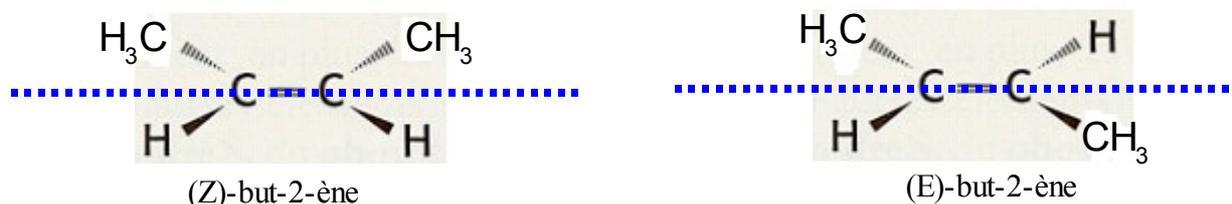
Activité : indiquer le nom des molécules du tableau précédent.

III-2) La stéréo-isomérie Z et E :

Voir **TP C12** et son **corrigé**.

Nous avons montré en TP que la non possibilité de libre rotation autour d'une double liaison C=C, était à l'origine d'une isomérie.

Exemple : il existe deux isomères du but-2-ène.



Ces deux molécules ne diffèrent que par la position, par rapport à l'axe de la double liaison des deux atomes d'hydrogène portés par les carbones trigonaux. On dit que ce sont des **stéréoisomères**.

A retenir :

Un alcène de formule générale $XHC=CHY$ (X et Y étant des chaînes carbonées quelconques) possède deux stéréoisomères Z et E. Le stéréoisomère est Z si les deux atomes d'hydrogènes sont situés dans le même demi-plan par rapport à l'axe de la double liaison, dans le cas contraire il est E.

Le nomenclature de l'alcène tient compte de cette stéréoisomérie en ajoutant si nécessaire les lettres (Z) ou (E) avant le nom de l'alcène.

IV) Quelle est l'influence de la chaîne carbonée sur les propriétés physique des molécules ?

Voir **TP C12** et son **corrigé**.

IV-1) Influence sur la densité :

Nous avons constaté en TP, que plus la chaîne carbonée d'un alcane est longue (c'est à dire plus il contient d'atomes de carbone) et plus sa densité est importante. Ce résultat est général.

Pour des espèces liquides d'une même famille (alcane, alcène, alcools, ...) à chaîne carbonée linéaire, la densité par rapport à l'eau augmente avec la longueur de leur chaîne carbonée.

IV-2) Influence sur la solubilité dans l'eau :

Nous avons montré en TP que la solubilité dans l'eau des alcools à chaîne linéaire diminue lorsque la longueur de leur chaîne croît. Ce résultat est général.

IV-3) Influence sur les températures de changement d'état :

Nous avons également constaté en TP que sous une pression donnée, les températures de fusion et d'ébullition des alcanes à chaînes linéaires augmentent lorsque la longueur de la chaîne carbonée augmente. Ce résultat est généralisable aux autres familles de molécules organiques (alcools, alcènes...)

V) Application : du pétrole brut aux matériaux organiques :

VOIR le diaporama : la chimie du pétrole