

LES ALCANES

1. Tétravalence du carbone

1.1. Rappel

L'atome de carbone a 6 électrons ${}^6_6\text{C}$

Modèle de Lewis :



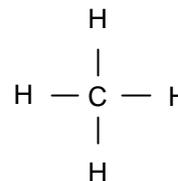
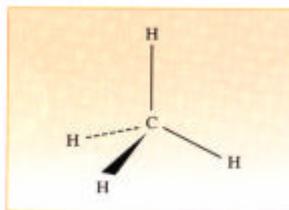
L'atome de carbone peut avoir 4 liaisons covalentes simples

Les atomes voisins forment alors un tétraèdre autour de l'atome de carbone qui est dit tétragonal.

1.2. Représentation perspective conventionnelle

Dans la molécule de méthane CH_4 , l'atome de carbone est situé au centre d'un tétraèdre régulier.

Pour représenter sur un plan une structure tridimensionnelle, il faut utiliser des notations conventionnelles ayant une signification spatiale telles celles de la représentation perspective.



Par convention, on représente :

- par un trait plein (-) , les liaisons situées dans le plan de figure, la valeur de l'angle entre ces liaisons étant respectée ;
- par un trait pointillé (----) ou par un triangle allongé hachuré (), une liaison dirigée vers l'arrière du plan de figure ;
- par un triangle allongé plein (), une liaison dirigée vers l'avant du plan de figure.

1.3. Les hydrocarbures

Les hydrocarbures sont des composés organiques ne contenant que les éléments hydrogène et carbone. Leur formule brute est C_xH_y .

2. Les alcanes

2.1. Définition

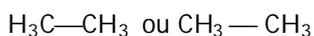
Les alcanes sont des hydrocarbures de formule brute $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. Tous leurs atomes de carbone sont tétraédriques. Le méthane CH_4 est le plus simple des alcanes.

2.2. L'éthane : la liaison simple C - C

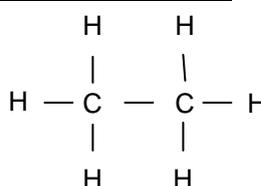
L'éthane, de formule brute C_2H_6 , est un alcane. La structure de la molécule d'éthane fait apparaître

- une liaison covalente simple entre les atomes de carbone tétraédriques ;
- des liaisons covalentes simples entre les atomes de carbone et les atomes d'hydrogène.

Formule semi-développée :



Formule développée :



Le groupe CH_3 s'appelle un groupe méthyle.

Les deux groupes méthyle CH_3 peuvent tourner l'un par rapport à l'autre, l'axe de rotation étant l'axe de la liaison C - C. Nous obtenons ainsi une infinité de dispositions spatiales de la molécule d'éthane.

Le phénomène vu sur le modèle moléculaire correspond à la réalité : à température ordinaire, la molécule d'éthane passe continuellement d'une disposition, ou conformation, à une autre. Ce résultat est général

Dans les hydrocarbures, il y a libre rotation autour des liaisons simples C - C.

2.3. La chaîne carbonée des alcanes

Remplaçons l'un des atomes d'hydrogène du modèle moléculaire de l'éthane par un groupe méthyle CH_3 ; nous obtenons ainsi celui de la molécule de propane C_3H_8 . En répétant cette opération, nous construisons une série de composés : les alcanes.

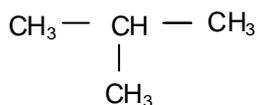
Les alcanes sont des hydrocarbures à chaîne carbonée dite saturée : toutes les liaisons C - C sont simples.

Pour la formule brute C_4H_{10} , deux possibilités apparaissent :

- un alcane à chaîne carbonée non ramifiée, dite aussi chaîne linéaire : le butane



- un alcane à chaîne carbonée ramifiée : le méthylpropane



Ces deux alcanes ont même formule brute C_4H_{10} , mais leurs structures sont différentes : **ce sont des isomères de constitution**. Comme ils ne diffèrent que par l'enchaînement de leurs atomes de carbone, cette isomérisie de constitution est appelée **isomérisie de chaîne**.

Des isomères de constitution ont même formule brute, mais des formules développées différentes. Ils ont des propriétés physiques et chimiques différentes. Voir ci-dessous.

Formule brute	noms des isomères	température d'ébullition
C_4H_{10}	butane	-0,5
	méthylpropane	-10
C_5H_{12}	pentane	36
	méthylbutane	25
	diméthylpropane	9

2.4. Formules développées et semi-développées

La formule brute étant insuffisante pour représenter deux isomères de constitution, on est amené à utiliser des formules plus précises.

- Dans une formule développée, toutes les liaisons sont représentées par des tirets. Notons que cette formule, dite plane, ne représente pas la disposition spatiale des atomes : elle indique simplement quels sont les atomes directement liés les uns aux autres. Pour préciser la disposition spatiale des atomes, il faut utiliser la représentation en perspective.

• Dans une formule semi-développée, seules les liaisons carbone-carbone sont représentées par un tiret, simple ou double selon la nature de la liaison. Les liaisons carbone-hydrogène ne sont pas représentées, mais les atomes d'hydrogène sont, dans la formule, directement accolés aux atomes auxquels ils sont liés

2.5. Nomenclature des alcanes

La nomenclature des composés chimiques obéit à des règles définies par l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (U.I.C.P.A.).

- Alcanes à chaîne carbonée non ramifiée

Les quatre premiers alcanes ($1 < n < 4$) portent des noms consacrés par l'usage : méthane, éthane, propane, butane. Les noms des alcanes linéaires suivants ($n > 5$) sont constitués d'un préfixe qui indique le nombre d'atomes de carbone de la chaîne (pent-, hex-, hept-, oct-...) suivi de la terminaison -ane caractéristique des alcanes.

- groupes alkyles non ramifiés :

En retirant un atome d'hydrogène à un atome de carbone terminal d'un alcane linéaire, on obtient un groupe alkyle dont le nom s'obtient en remplaçant la terminaison -ane de l'alcane par la terminaison -yle.

Exemple : méthyle - CH_3 ; éthyle - $\text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ou - C_2H_5 .

en généralisant $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ peut s'écrire $\boxed{\text{C}_n\text{H}_{2n+1}}$ - H

Groupe alkyle symbolisé par R -

Exemple : Groupe méthyle - CH_3 ; Groupe éthyle - $\text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ou - C_2H_5 . Groupe propyle : - C_3H_7

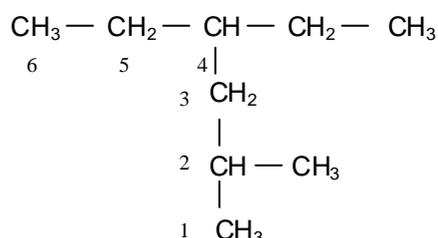
Un alcane peut donc s'écrire R - H

- alcane à chaîne carbonée ramifiée

La chaîne carbonée la plus longue est appelée chaîne principale. Son nombre d'atomes de carbone détermine le nom de l'alcane. Afin de pouvoir situer les ramifications, on numérote la chaîne principale de façon à ce que le numéro du premier atome de carbone portant une ramification soit le plus petit possible.

Le nom complet de l'alcane est constitué des noms des ramifications alkyles précédés de leur indice de position et suivis du nom de l'alcane linéaire de même chaîne principale.

Dans les noms composés, on élide le -e final des ramifications et, si plusieurs d'entre elles sont identiques, leur nombre est indiqué à l'aide d'un préfixe di, tri, tétra...



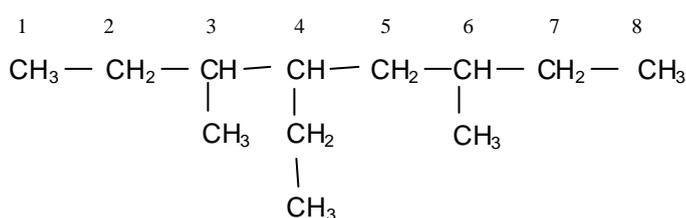
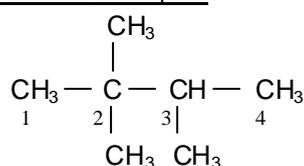
6 atomes de carbone : hexane

2 ramifications : 1 groupe méthyle en 2^{ème} position

1 groupe éthyle en 4^{ème} position

Nom de l'alcane : 4-éthyl-2-méthylhexane

Autres exemples :



3. Les réactions de combustions

Lors d'une réaction de combustion, il y a destruction des liaisons C–H et C–C.

3.1. Combustion complète

La combustion est complète lorsqu'on est en excès d'oxygène.

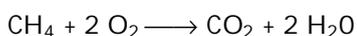
Expérience : Combustion du méthane



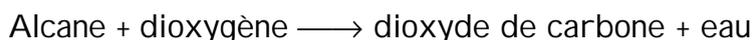
H₂O et CO₂

Le trou à la base de la cheminée est entrouvert, la flamme comporte un cône bleu surmonté d'une zone pâle.

Écrivons l'équation-bilan de réaction.



Conclusion : en présence d'un excès de dioxygène, la combustion du méthane est complète et donne de l'eau et du dioxyde de carbone.



La réaction est exothermique. On définit le pouvoir calorifique comme étant la quantité de chaleur dégagée par la combustion de 1 m³ de gaz mesuré dans les conditions normales de température et de pression.

La quantité de chaleur dégagée est de l'ordre de 37 000 kJ/m³.

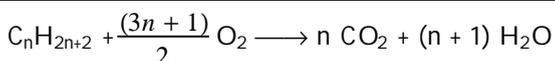
Combustion explosive

Si l'on place exactement un volume de méthane et deux volumes de dioxygène, la réaction est explosive.

Ceci peut se produire dans les mines où il y a des poches de méthane, une étincelle suffit pour provoquer la réaction : c'est le coup de grisou souvent meurtrier.

Généralisation

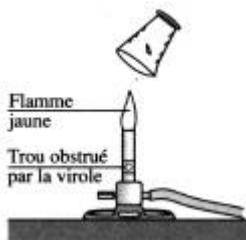
Lors d'une réaction complète, nous pouvons écrire l'équation-bilan suivante



Application : écrire la réaction de combustion complète du propane et du butane.

3.2. Combustion incomplète

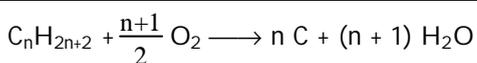
Expérience :

 H_2O et C

Le trou à la base de la cheminée est bouché par la virole, la flamme est jaune et éclairante.

Conclusion : en présence d'un défaut de dioxygène, la combustion du méthane est incomplète et donne de l'eau et du carbone. $CH_4 + O_2 \longrightarrow C + 2 H_2O$

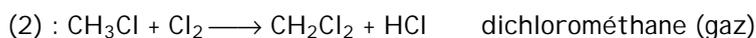
Alcane + dioxygène \longrightarrow carbone + eau

Equation générale :4. Les réactions de substitution

Elles consistent à remplacer un atome d'hydrogène dans la molécule d'un alcane par un autre atome ou par un groupe d'atomes.

Il y a rupture des liaisons C-H et remplacement progressif des atomes d'hydrogène par des atomes d'éléments halogènes : Chlore, Brome...

Les dérivés halogènes des alcanes sont des produits de base de nombreuses synthèses, ce sont aussi de bons solvants.

Exemples :

(1) : Synthèse des caoutchoucs, résines..

(3) et (4) : solvants, préparation des dérivés fluorés (les fréons), gaz propulseur, fluide caloporteur.