

CHAPITRE 2. HYDROCARBURES



CHAP 2. LES HYDROCARBURES

Ce sont des composés organiques formés uniquement des atomes de carbone et d'hydrogène. Les hydrocarbures sont des composés constitués de deux éléments : carbone et hydrogène d'où l'atome de carbone forme de liaison covalente avec l'atome d'hydrogène et du carbone, tels que : CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 , C_2H_2 ... Dans la nature on peut trouver les hydrocarbures dans les houilles, les pétroles.

Dans les composés du carbone, la chaîne formée par un ensemble d'atomes de carbone-carbone et d'atomes carbone-hydrogène sont reliés par des liaisons covalentes. Il existe trois principaux types d'hydrocarbures :

a) Les hydrocarbures linéaires et ramifiés

Dans les hydrocarbures linéaires, la chaîne dans laquelle chaque atome de carbone est lié, au plus, à deux autres atomes de carbone.

Dans les hydrocarbures ramifiés, la chaîne dans laquelle au moins un des atomes de carbone est lié, au moins, à trois autres atomes de carbone.

Les liaisons entre les atomes de carbone sont simple (-), double (=), triple (\equiv) ou parfois plus d'un type de liaisons.

Exemples : CH_4 ; C_2H_4 ; C_2H_2 (méthane ; éthène ; éthyne)

b) Les hydrocarbures cycliques

Un hydrocarbure est cyclique, si sa chaîne carbonée est fermée sur elle-même pour former un cycle, par exemple les cycloalcanes ou cycloalcanes, les cycloalcènes et les cycloalcynes.

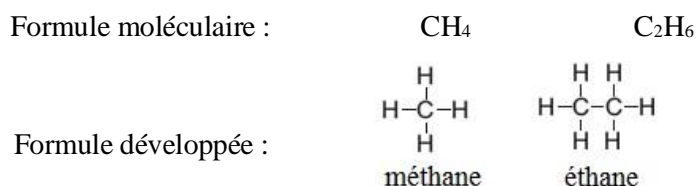
c) Les hydrocarbures aromatiques

Un hydrocarbure aromatique est un hydrocarbure dont la structure moléculaire comprend un cycle possédant une alternance formelle de liaison simple et double tel que le benzène (C_6H_6).

2.1. LES ALCANES

2.1.1. Formule générale

Les alcanes sont des hydrocarbures saturés aliphatiques dont la chaîne carbonée peut être linéaire ou ramifiée : dans leur formule développée, l'atome de carbone peut avoir 4 liaisons covalentes simples entre les autres atomes de carbone et d'hydrogène, par exemple :



Les alcanes sont des hydrocarbures de formule brute $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$; $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ (n est le nombre d'atomes de carbone)

2.1.2. Nomenclature

❖ Les alcanes dont la chaîne carbonée est linéaire

Les noms des alcanes linéaires sont constitués d'un préfixe qui indique le nombre d'atomes de carbone de la chaîne, tels que, $n=1$ (méth-), $n=2$ (éth-), $n=3$ (prop-), $n=4$ (but-), $n=5$ (pent-), $n=6$ (hex-), $n=7$ (hept-), $n=8$ (oct-), $n=9$ (non-), $n=10$ (déc-)... suivi de la terminaison « **ane** » caractéristique des alcanes.

Exemples:



n-pentane



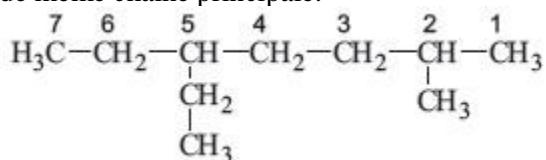


Nombre d'atomes de carbone	Nom	Formule moléculaire
1	méthane	CH ₄
2	éthane	C ₂ H ₆
3	propane	C ₃ H ₈
4	butane	C ₄ H ₁₀
5	pentane	C ₅ H ₁₂
6	hexane	C ₆ H ₁₄
7	heptane	C ₇ H ₁₆
8	octane	C ₈ H ₁₈
9	nonane	C ₉ H ₂₀
10	décane	C ₁₀ H ₂₂
11	undécane	C ₁₁ H ₂₄
12	dodécane	C ₁₂ H ₂₆
13	tridécane	C ₁₃ H ₂₈
14	tétradécane	C ₁₄ H ₃₀
15	pentadécane	C ₁₅ H ₃₂

❖ Les alcanes à chaîne carbonée ramifiée

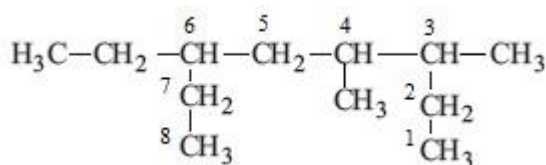
La chaîne carbonée la plus longue est appelée chaîne principale. Son nombre d'atomes de carbone détermine le nom de l'alcane. Afin de pouvoir situer les ramifications, on numérote la chaîne principale de façon à ce que le numéro du premier atome de carbone portant une ramification soit le plus petit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

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

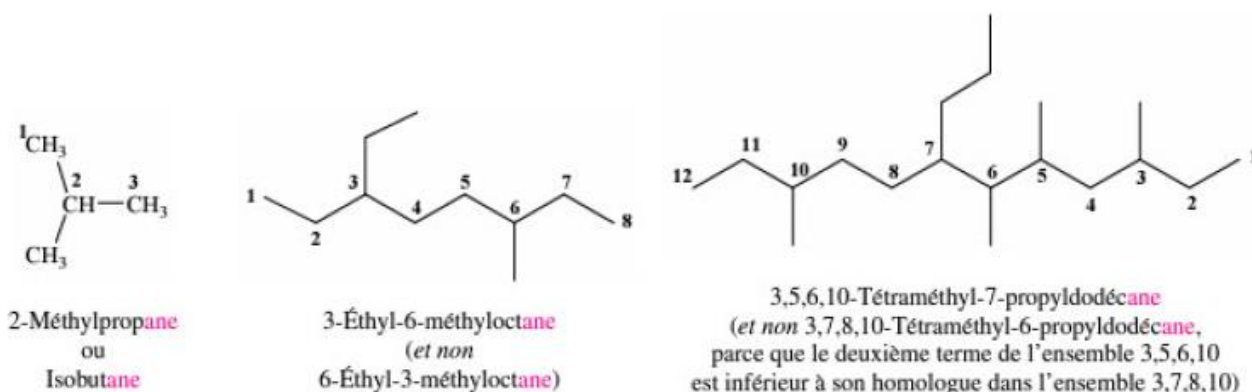


5-éthyl-2-méthylheptane

Pour les noms des groupes alkyles, 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-éthyl-3,4-diméthyl-octane



2.1.3. Les isomères des alcanes

Les isomères sont des molécules qui possèdent la même formule brute mais ont des formules développées différentes. Les alcanes à partir de 4 atomes de carbone possèdent des isomères. Par exemple, le butane (C_4H_{10}) a 2 isomères:

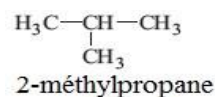
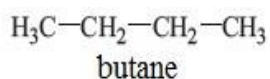


Tableau d'isomères des alcanes			
Alcanes	Nombre d'isomères	Alcanes	Nombre d'isomères
C_4H_{10}	2	C_8H_{18}	18
C_5H_{12}	3	C_9H_{20}	35
C_6H_{14}	5	$C_{10}H_{22}$	75
C_7H_{16}	9	$C_{11}H_{24}$	159

2.1.4. Propriétés des alcanes

a) Propriétés physiques des alcanes

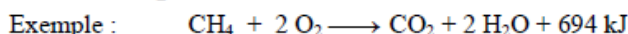
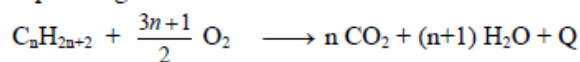
Les alcanes se présentent sous 3 états : $CH_4 - C_4H_{10}$ sont des gaz, $C_5H_{12} - C_{17}H_{36}$ sont des liquides et à partir de $C_{18}H_{38}$ sont des solides. Tous les alcanes ne conduisent pas d'électricité et sont insolubles dans l'eau car ce sont des composés covalents non-polaires.

b) Propriétés chimiques des alcanes

(1) La combustion des alcanes avec le dioxygène

En présence d'un excès de dioxygène, la combustion des alcanes est complète et donne de l'eau et du dioxyde de carbone. Cette réaction dégage de l'énergie, c'est une réaction exothermique.

Équation globale :

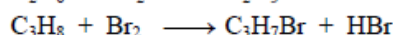
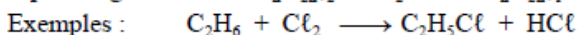


En présence d'un défaut de dioxygène, la combustion est incomplète et donne de l'eau et du monoxyde de carbone avec formation du fumée noire, tel que :

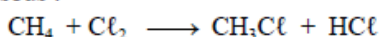


(2) Les alcanes forment des réactions de substitution avec les éléments du groupe VIIA, tels que : Cl_2 , Br_2 , en présence de lumière ou à haute température.

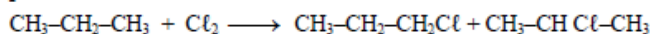
Équation globale : $C_nH_{2n+2} + X_2 \longrightarrow C_nH_{2n+1}X + HX$



Il y a rupture des liaisons C-H et remplacement progressif des atomes d'hydrogène par des atomes de chlore ou brome, par exemple, la chloration progressive du méthane ci-dessous :



(3) Un alcane de trois atomes de carbone qui réagit avec le dichlore ou le dibrome de proportion 1 : 1 en présence de lumière comme catalyseur peut avoir plusieurs produits, car l'atome de chlore (Cl) et de brome (Br) peuvent remplacer l'atome d'hydrogène (H) de différentes positions, par exemple, la réaction entre le propane et le dichlore (Cl_2) se produit comme suit :

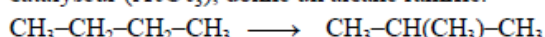


Il y a 43% de 1-chloropropane et 57% de 2-chloropropane

(4) Le craquage des alcanes de grande molécule est obtenu à haute température ($450-550^\circ C$), sous pression basse et catalyse par Al_2O_3 . Son principal intérêt est la production d'alcènes.



(5) L'alcane linéaire, en présence de la chaleur ($300^\circ C$) et un catalyseur ($AlCl_3$), donne un alcane ramifié.



2.2. LES ALCÈNES

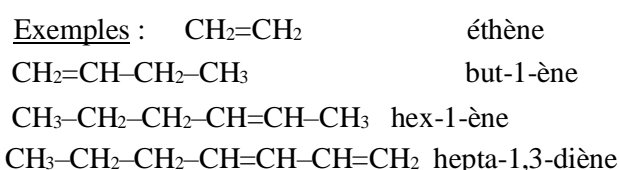
2.2.1. Formule générale

Les alcènes (aussi appelés oléfines) sont des hydrocarbures insaturés, caractérisés par une double liaison entre deux atomes de carbone. Ils contiennent deux atomes d'hydrogène de moins que les alcanes. La formule générale des alcènes est C_nH_{2n} d'où $n \geq 2$ tels que : C_2H_4 ($n=2$), C_3H_6 ($n=3$), C_4H_8 ($n=4$), C_5H_{10} ($n=5$)...

2.2.2. Nomenclature

Le nom des alcènes dérive de celui de l'alcane en remplaçant la terminaison « **ane** » par « **ène** ». La chaîne principale doit contenir le plus d'atomes de carbone et la **double liaison**. On adopte la numérotation qui donne le plus petit numéro à la double liaison.

Remarque : Une molécule ayant plusieurs liaisons doubles, n'est pas un alcène. La nomenclature est cependant la même en ajoutant le préfixe indiquant le nombre de doubles liaisons (di, tri...) devant « ène ».

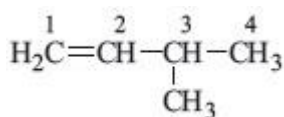


Pour les alcènes ramifiés :

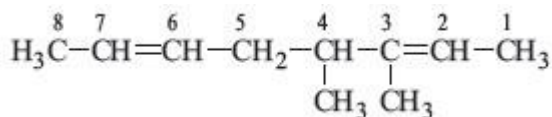
- Déterminer la chaîne carbonée principale, c'est-à-dire la chaîne la plus longue d'éléments contenant un C comportant obligatoirement la double liaison.
- Numérotter la chaîne principale de façon à ce que la double liaison soit mise à la plus petite position possible.
- Suivre la même numérotation pour situer les ramifications.
- Citer le nom de la ramification alkyle, précédé de son indice de position et suivi du nom de l'alcène de la chaîne principale.

Remarque : Dans le cas où deux doubles liaisons ont les mêmes positions, il faut numérotter la ramification alkyle la plus petite possible.

- Exemples :



méthyl-1-but-1-ène

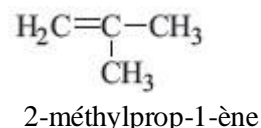
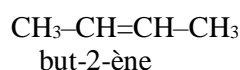
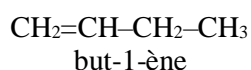


3,4-diméthyl-octa-2,6-diène

2.2.3. Les isomères des alcènes

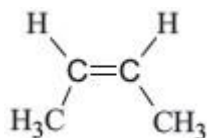
Les isomères des alcènes commencent à partir de 4 atomes de carbone.

Exemple : le butène possède 3 isomères suivants :

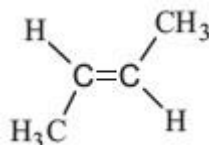


Une nouvelle forme d'isomérisation des alcènes est rendue possible par la structure rigide de la double liaison. Il s'agit de l'isomérisation cis-trans ou isomérisation géométrique. Ces isomères possèdent des propriétés chimiques et physiques différentes. Par exemple, le but-2-ène possède deux isomères suivants :





cis-but-2-ène

point de fusion : $-138,9^{\circ}\text{C}$ point d'ébullition : $3,7^{\circ}\text{C}$ densité : $0,621 \text{ g/cm}^3$ 

trans-but-2-ène

point de fusion : $-105,5^{\circ}\text{C}$ point d'ébullition : $0,8^{\circ}\text{C}$ densité : $0,604 \text{ g/cm}^3$

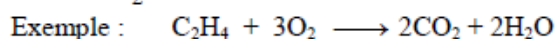
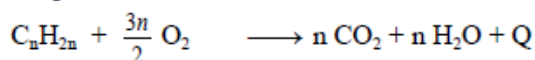
2.2.4. Propriétés des alcènes

a) Propriétés physiques

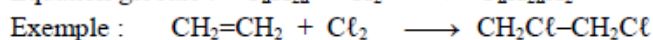
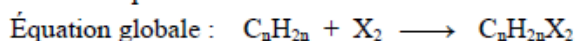
À température et pression ambiantes, les alcènes sont gazeux jusqu'au butène (C_2H_4 – C_4H_8), puis liquides (C_5H_{10} – $\text{C}_{18}\text{H}_{36}$) et enfin solides à partir de $\text{C}_{19}\text{H}_{38}$. Les alcènes ne conduisent pas d'électricité car ce sont des composés covalents, ils sont insolubles dans l'eau mais soluble dans le benzène, l'éther, le CCl_4 . Les alcènes ont des températures de fusion et d'ébullition basses puisque ce sont des molécules non polaires mais ces températures augmentent, au fur et à mesure que des molécules grossissent.

b) Propriétés chimiques

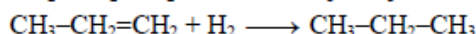
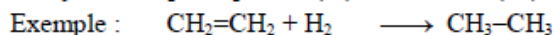
- (1) Les réactions des alcènes se produisent plus rapide que les alcanes car les alcènes possèdent de liaison double.
- (2) La combustion complète des alcènes produit du dioxyde de carbone (CO_2), de l'eau (H_2O) et dégage de l'énergie, tel que :



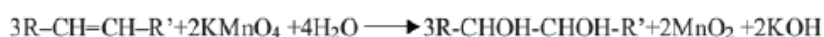
- (3) Les alcènes présentent des réactions d'addition avec des halogènes (VIIA) : des atomes d'halogène se lient aux atomes de carbone des liaisons multiples. La réaction d'addition d'une liaison double produit toujours une liaison simple.



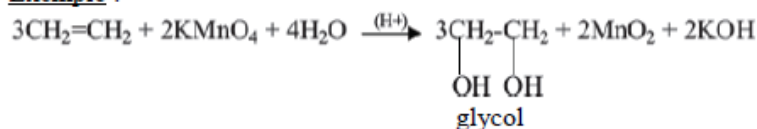
- (4) L'alcène réagit avec le dihydrogène en présence d'un catalyseur tel que le platine (Pt) ou le nickel (Ni).



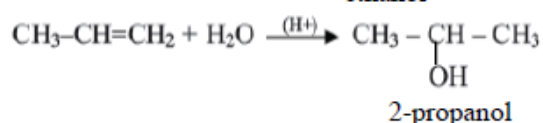
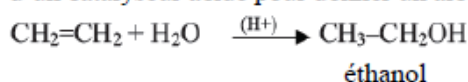
- (5) Les alcènes réagissent avec une solution aqueuse de permanganate de potassium (KMnO_4) en milieu acide, telle que la réaction globale suivante :



Exemple :

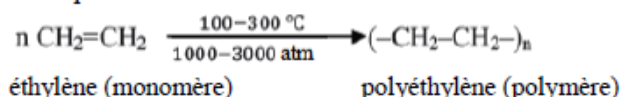


- (7) Les alcènes peuvent être hydratés en présence d'eau et d'un catalyseur acide pour donner un alcool.

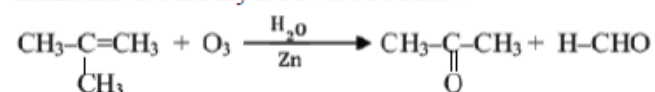


- (8) La polymérisation est une autre réaction importante chez les alcènes.

Exemple :



- (9) La réaction de l'ozone avec des alcènes conduit à la formation des aldéhydes et des cétones :



2.3. LES ALCYNES

2.3.1. Formule générale

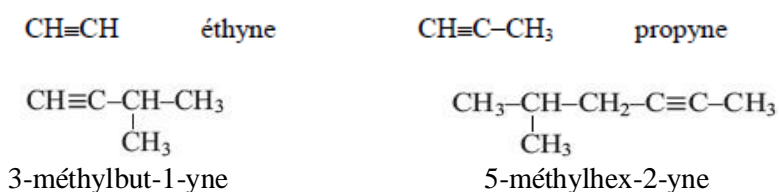
Un alcyne est un hydrocarbure dont la molécule comporte une liaison triple carbone-carbone. La molécule est insaturée. Les alcynes peuvent former des réactions d'addition comme des alcènes. Les alcynes à partir de 4 atomes de carbone ont des isomères. La formule générale des alcynes est $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ d'où $n \geq 2$ tels que : C_2H_2 , C_3H_4 , C_4H_6 , C_5H_8 ...

2.3.2. Nomenclature des alcynes

La nomenclature des alcynes suit les mêmes règles que les alcènes, en remplacement la terminaison « ène » par « yne ». La chaîne principale étant la plus longue de celle qui contiennent la triple liaison et dont le numérotage est conforme à la règle du petit nombre.

Remarque : Une molécule ayant plusieurs liaisons triples, n'est pas un alcyne. La nomenclature est cependant la même en ajoutant le préfixe indiquant le nombre de triples liaisons (di, tri...) devant « yne ».

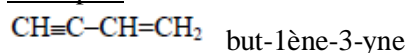
Exemples :

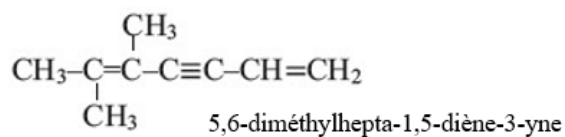
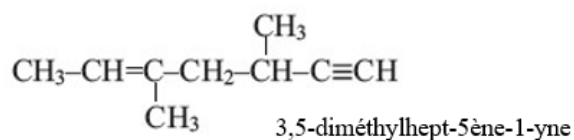


□ Composés comportant des doubles et des triples liaisons:

Lorsque des doubles et des triples liaisons se trouvent simultanément dans la même molécule, la chaîne principale est numérotée de manière à donner les indices les plus petits à l'ensemble des liaisons multiples et en cas de choix aux doubles liaisons. Le suffixe est : « p-ène-q-yne »

Exemples :

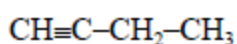




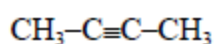
2.3.3. Les isomères des alcynes

Les isomères des alcynes commencent à partir de 4 atomes de carbone.

Exemple : le butyne (C_4H_6) possède 2 isomères suivants :



but-1-yne



but-2-yne

2.3.4. Propriétés des alcynes

a. Propriétés physiques

Les alcynes ont des propriétés physiques semblables aux alcanes et alcènes. Les alcynes sont insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques, tels que le benzène, l'éther. Les températures de fusion et d'ébullition des alcynes sont plus hautes que les alcanes et les alcènes de même nombre d'atomes de carbone.

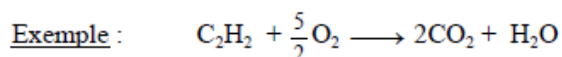
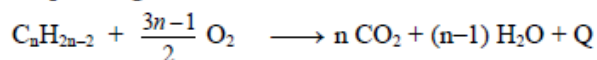
Nom	Formule semidéveloppée	Point d'ébullition
propène	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	-48
propane	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	-42
propyne	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	-23



b. Propriétés chimiques

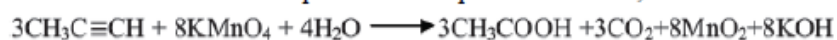
- (1) La combustion complète des alcènes produit du dioxyde de carbone (CO_2), de l'eau (H_2O) et dégage de l'énergie avec formation des fumées noires.

Équation globale :

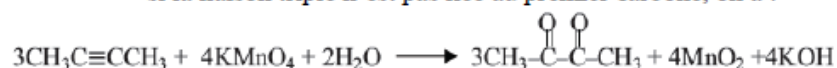


- (2) Les alcynes réagissent avec une solution aqueuse de permanganate de potassium (KMnO_4) et donnent des acides carboxyliques, le précipité de couleur rouge-brun (MnO_2), l'hydroxyde de potassium (KOH) et le gaz carbonique (CO_2).

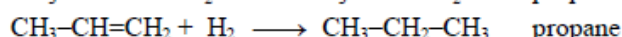
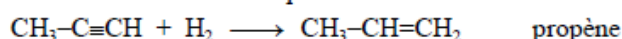
- si la liaison triple est liée au premier carbone, on a :



- si la liaison triple n'est pas liée au premier carbone, on a :



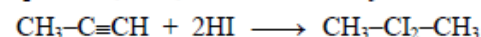
- (3) L'addition des alcynes sur le dihydrogène en présence d'un catalyseur tel que le platine (Pt) ou le nickel (Ni) donne des alcènes et des alcanes respectivement.



- (4) L'addition des alcynes sur les dihalogènes (groupe VIIA) tels que Cl_2 , Br_2 ...

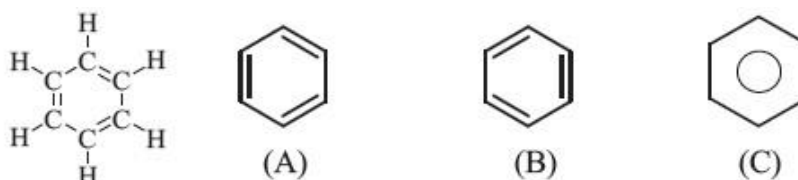


- (5) L'addition des hydracides halogénés (groupe VIIA) tels que HCl , HBr , HI ... sur des alcynes :



2.4. LES HYDROCARBURES AROMATIQUES

Les hydrocarbures aromatiques contiennent des atomes d'hydrogène et de carbone sous forme cyclique dans lequel des liaisons doubles alternent avec des liaisons simples. Le plus simple de ces hydrocarbures est le benzène (C_6H_6) de formule structurale ci-dessous :



La structure (A) et (B) ne présentent pas réellement la véritable forme de la molécule, il est donc préférable d'utiliser la structure (C) plutôt que (A) et (B) pour indiquer le noyau benzénique, bien que les deux soient acceptables.

2.4.1. Propriétés des composés aromatiques

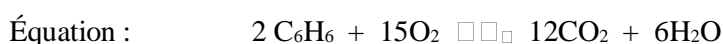
a) Propriétés physiques

Les hydrocarbures aromatiques ont des odeurs caractéristiques.

Ils sont insolubles dans l'eau car c'est une molécule non polaire, mais miscibles dans l'éther, le tétrachlorure de carbone (CCl_4). Leur densité est plus faible que l'eau. Le benzène a une température de fusion égale à $5,4^\circ\text{C}$ et une température d'ébullition égale à $80,1^\circ\text{C}$.

b) Propriétés chimiques

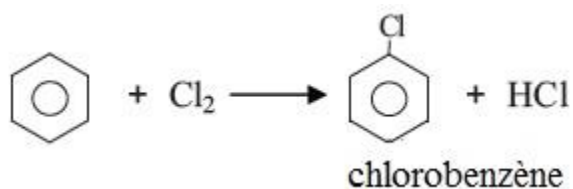
La combustion du benzène donne de la flamme lumineuse, mais a plus de fumées noires que la combustion des alcènes et des alcynes de même nombre d'atome de carbone :



Le benzène ne réagit pas avec le permanganate de potassium

(KMnO_4) et la réaction d'addition de la solution de brome sur le benzène ne se produit pas dans l'obscurité et même en présence de la lumière

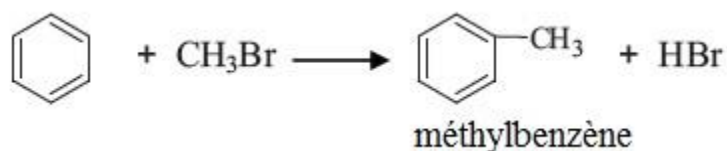
En présence d'un catalyseur, le chlorure de fer (III) [FeCl_3], le dibrome (Br_2) ou le dichlore (Cl_2) réagit avec le benzène suivant une réaction de substitution :



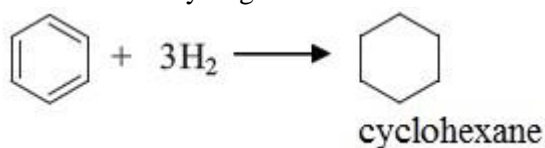
Le benzène réagit avec l'acide nitrique (HNO_3) en présence du catalyseur d'acide sulfurique (H_2SO_4). On obtient du nitrobenzène.



En présence d'un catalyseur, le chlorure d'aluminium (AlCl_3), le benzène réagit avec le bromure de méthyle (CH_3Br). On obtient du méthylbenzène.

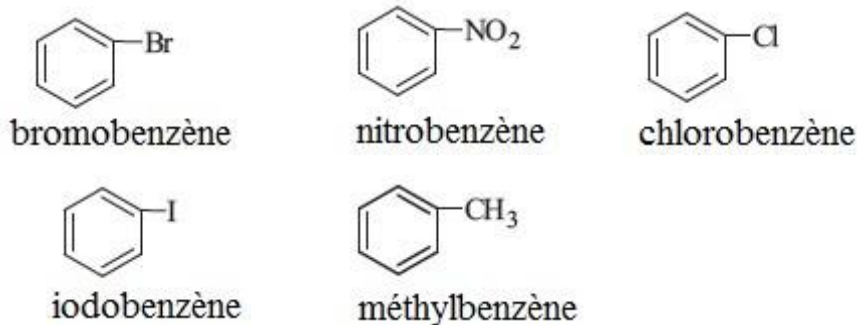


L'addition du benzène sur le dihydrogène à haute température et haute pression, en présence du catalyseur Ni, se produit plus lente que les alcènes. Chaque molécule de benzène fixe trois molécules de dihydrogène. On obtient ainsi le cyclohexane.

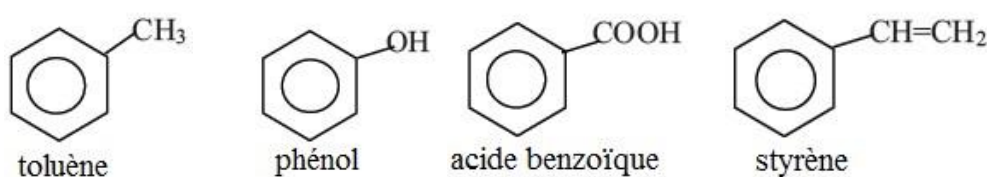


2.4.3. Nomenclature des composés aromatiques

Lorsque les benzènes sont monosubstitués, la chaîne principale sera ici le benzène. Le nom du composé sera formé du nom du groupement suivi du mot benzène.

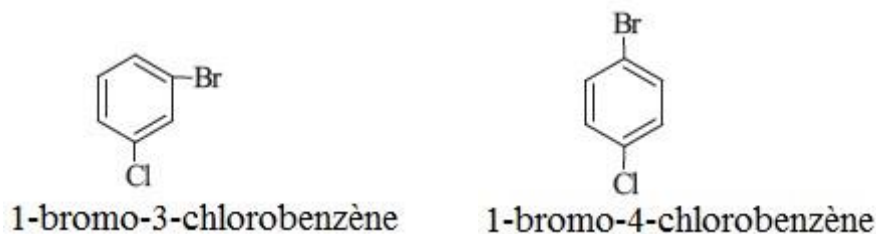


Mais la plupart ont des noms usuels.

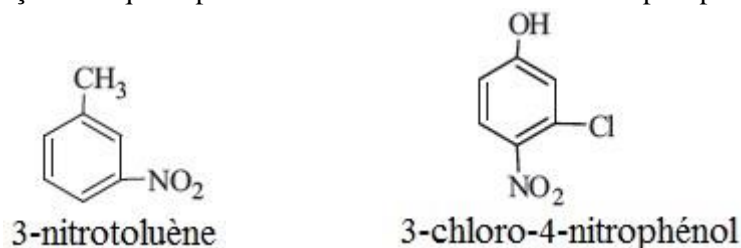


Lorsqu'il y a deux substituants sur un cycle benzénique, ils peuvent occuper trois combinaisons différentes de positions relatives.

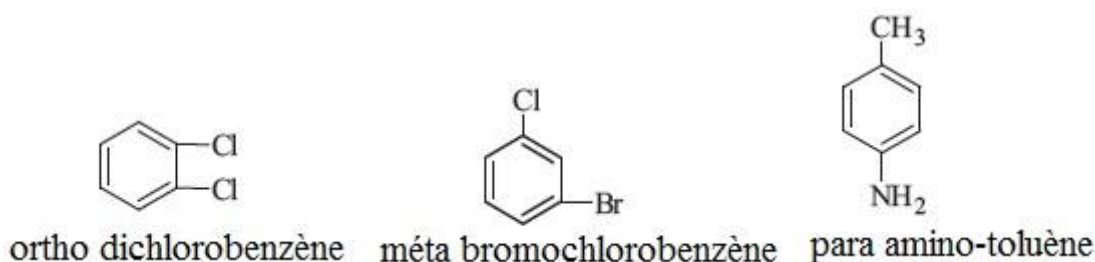
- (1) Numéroté la position de la ramification de façon à ce que le passage de la position 1 à 2 soit la plus petite possible.



- (2) Préciser la position 1 pour le benzène possédant le nom usuel et numéroté de façon à ce que la position de la 2^{ème} ramification soit la plus petite possible.



- (3) Les positions des groupes présents sur le benzène peuvent signalées par le préfixe ortho pour les positions 1 et 2, méta pour 1 et 3, para pour 1 et 4.

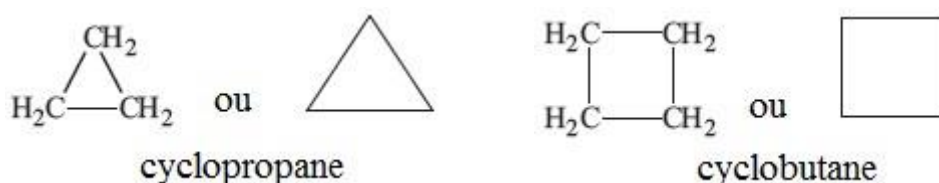


Remarque : Les di-substituants sont toujours énoncé par ordre alphabétique. Si les deux substituants sont identiques, le préfixe « di » est employé.

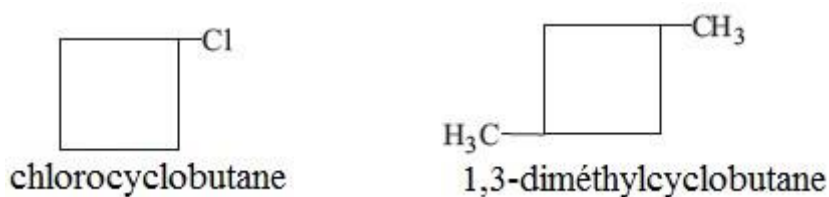
2.5. LES CYCLOALCANES (OU ALCANES CYCLIQUES)

Les cycloalcanes sont des hydrocarbures qui possèdent des propriétés importantes suivantes :

- 1) Les cycloalcanes sont des hydrocarbures cycliques dont la chaîne carbonée fermée sur elle-même. Les atomes de carbone sont tous liés par des liaisons simples (–). Les cycloalcanes ont de faibles densités (inférieure à celle de l'eau), sont insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants non polaires et ne conduisent pas d'électricité. La formule générale des cycloalcanes est de la forme C_nH_{2n} ($n \geq 3$). Les noms des cycloalcanes ont tous le préfixe « *cyclo* » et la terminaison « *ane* »

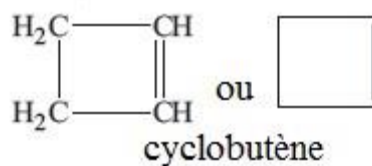
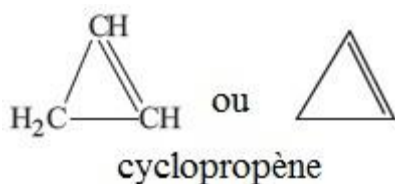


- 2) Dans les systèmes monosubstitués, le carbone auquel le substituant est lié est considéré comme le carbone 1 du cycle. Pour les composés polysubstitués, il faut veiller à obtenir la séquence de numérotation la plus faible possible.



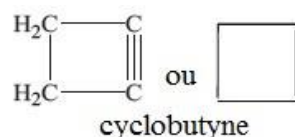
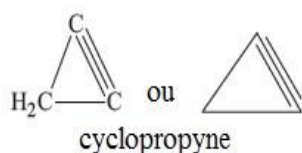
2.6. LES CYCLOALCÈNES

Les cycloalcènes sont des hydrocarbures insaturés cycliques dont le cycle comporte une double liaison. Les cycloalcènes ont de faible densité (inférieure à celle de l'eau), sont insolubles dans l'eau et ne conduisent pas d'électricité. La formule générale des cycloalcènes est de la forme C_nH_{2n-2} ($n \geq 3$). Pour nommer, on utilise le préfixe « *cyclo* » suivi du nom de l'alcène possédant le même nombre d'atomes de carbone. La position de la double liaison n'est pas précisée, car cette dernière est toujours indexée par les indices de position les plus faibles, à savoir les carbones 1 et 2.



2.7. LES CYCLOALCYNES

Les cycloalcyne sont des hydrocarbures insaturés cycliques dont le cycle comporte une liaison triple. Les cycloalcyne ont de faible densité (inférieure à celle de l'eau), sont insolubles dans l'eau et ne conduisent pas d'électricité. La formule générale des cycloalcyne est de la forme C_nH_{2n-4} ($n \geq 4$). Pour nommer, on utilise le préfixe « *cyclo* » suivi du nom de l'alcyne possédant le même nombre d'atomes de carbone. La position de la liaison triple n'est pas précisée, car cette dernière est toujours indexée par les indices de position les plus faibles, à savoir les carbones 1 et 2.

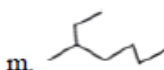
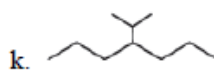
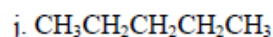
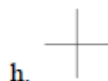
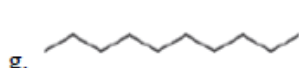
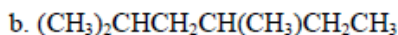
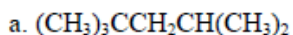


EXERCICE

1. Écrire les formules moléculaires des alcanes qui ont le nombre d'atomes de carbone ci-dessous :

- a. 8 b. 11 c. 18 d. 22

2. Nommer les alcanes suivants :



3. Écrire les formules semi-développées des alcanes suivants :

a. hexane

b. 4-éthyl-2,2-diméthyl-octane

c. 2,4-diméthylpentane

d. 3-éthyl-heptane

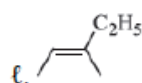
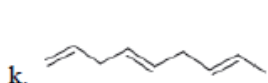
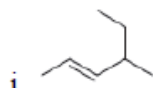
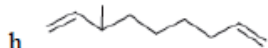
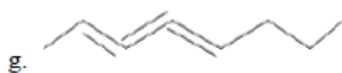
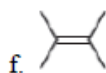
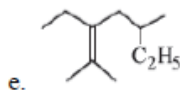
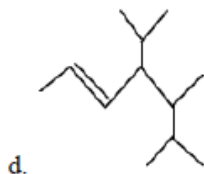
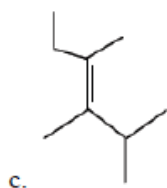
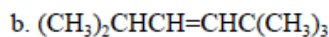
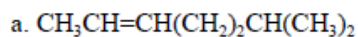
e. 2,3,3-triméthylnonane

f. 2,3,4-triméthylhexane

4. Écrire les formules moléculaires des alcènes qui ont le nombre d'atomes de carbone ci-dessous :

- a. 10 b. 12 c. 14 d. 19

5. Nommer les alcènes suivants :

6. Quel est le nom dont la formule semi-développée est $\text{CH}_2\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$?

a. 2,3-diméthyl-1-butène

b. 2-méthyl-2-éthyl-2-butène

c. 2-éthyl-4-méthyl-1-butène

d. 2-éthyl-3-méthyl-1-butène

6. Quel est le nom dont la formule semi-développée est $\text{CH}_2\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$?

a. 2,3-diméthyl-1-butène

b. 2-méthyl-2-éthyl-2-butène

c. 2-éthyl-4-méthyl-1-butène

d. 2-éthyl-3-méthyl-1-butène

7. Quel est le nombre d'atomes de carbone dans 3-éthyl-2,5-diméthyl-1-hexène ?

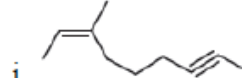
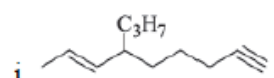
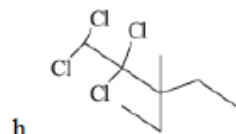
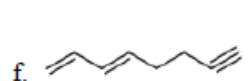
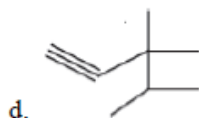
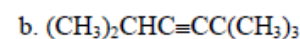
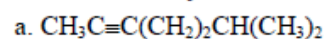
a. 7

b. 8

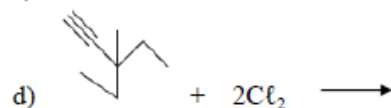
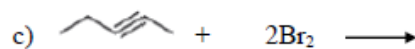
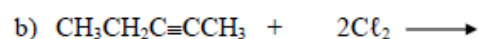
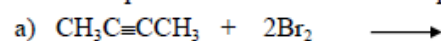
c. 9

d. 10

8. Nommer les alcynes suivants :



9. Écrire les produits de la réaction des équations suivantes :



10. Écrire tous les isomères des composés dont les noms sont :

- a) pentyne (C_5H_8) b) hexyne (C_6H_{10})

11. Combien d'isomères y-a-t-il dans un alcyne de 7 atomes de carbone ?

- a. 13 b. 16 c. 18 d. 20

12. Nommer les composés dont les formules sont indiquées ci-dessous :

