

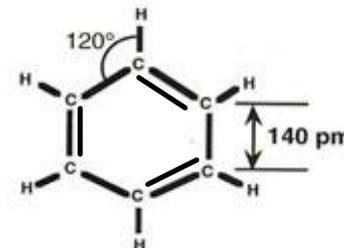
Chapitre 3 : Les composés aromatiques (4h)

Les composés aromatiques sont des composés comportant au moins un noyau benzénique. Les composés aromatiques isolés au 19^{ème} siècle sont des composés odorants qui dérivent tous d'un corps découvert par **Michel Faraday** en 1825 : Le **Benzène** d'où aussi le terme de composé benzénique. Le benzène ou benzine est un liquide à température ordinaire, insoluble dans l'eau mais qui présente des qualités de solvant remarquable.

3.1. Structure de la molécule de benzène

3.1.1. Molécule de benzène

Le benzène de formule brute C_6H_6 est le plus connu des composés aromatiques. Sa molécule est une insaturée. Un chimiste allemand **Frédéric Kékulé** dès 1865 montre que la molécule de benzène est plane et cyclique. La molécule a la forme d'un hexagone régulier et les 6 liaisons carbone-carbone sont égales de longueur 140pm.



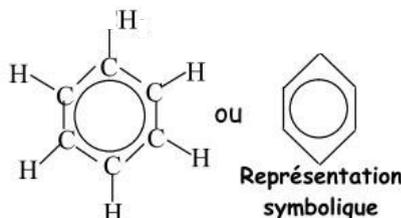
Modèle Kekulé

Remarque : Cependant, en adoptant cette représentation de F.Kékulé on remarque qu'un électron de chaque atome de carbone n'est pas engagé dans une liaison.

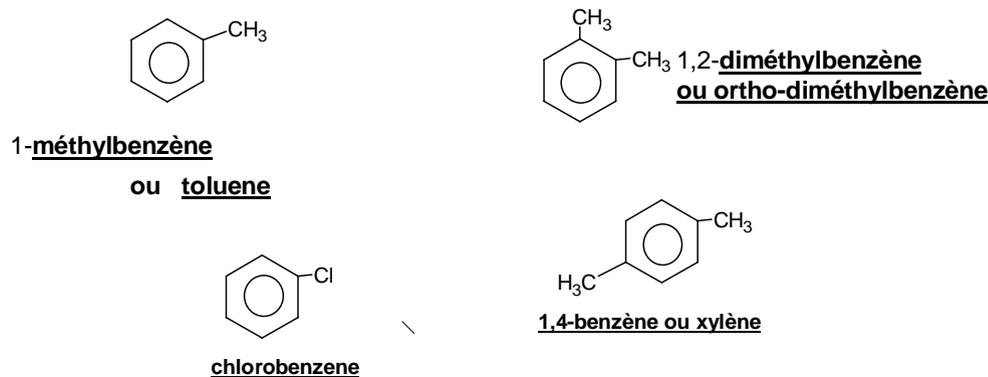
3.1.2 Sextet aromatique

Dans une molécule de benzène ; les 6 électrons non engagés sont mis en commun pour former une liaison collective entre les 6 atomes de carbone du cycle : on dit qu'il se forme un sextet d'électrons ou un **sextet aromatique** dont le nuage électronique s'étend sur l'ensemble de la molécule représenté par un cercle appelé le **noyau benzénique**. Ce sextet aromatique est délocalisé sur la molécule de benzène et forme une « liaison » stable.

Représentation et symbole du benzène

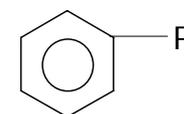


Exemples : Des composés aromatiques et leur nom

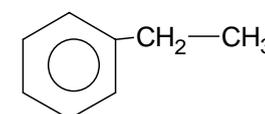


Remarque : Le groupe **phényle** (C_6H_5-R) est du benzène qui a perdu un atome H (famille des **aryles**) qui diffère du groupe **benzyle** ($C_6H_5-CH_2-$) ou **ph-CH₂-**.

Exemples : Phenylamine ; phenylpyridine ; salicylate de benzyle ; acétate de benzyle...



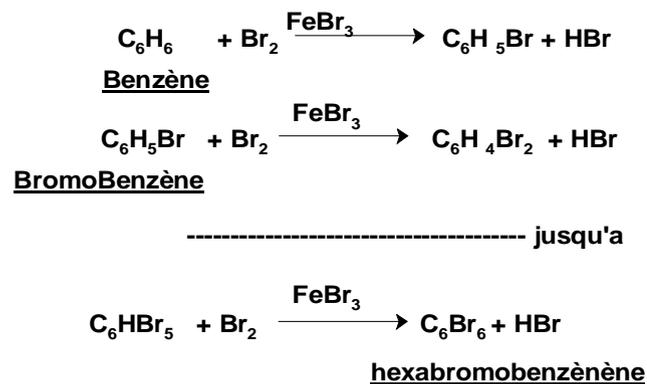
Phényle



Benzyle

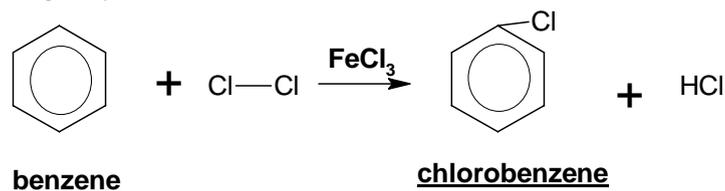
3.2. Réactions d'addition

Le benzène est une molécule insaturée se prête donc à des réactions d'addition cependant quelque peu différentes de celles qui mettaient en jeu les **alcènes** ou les **alcynes**. Ces réactions difficiles ne sont limitées qu'à l'addition de dihydrogène et du dichlore.



b) Chloration du benzène

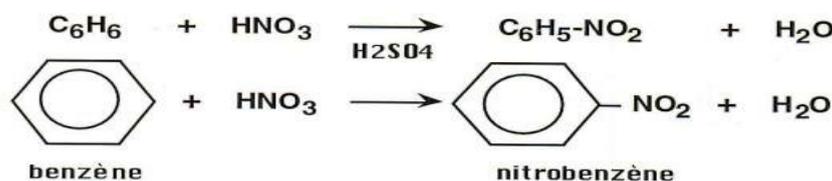
Cette réaction se produit en présence d'un catalyseur parmi les trois suivants: le diiode(I₂), le chlorure d'aluminium (AlCl₃) et le chlorure de fer FeCl₃. Il se produit des substitutions progressives des atomes d'hydrogène H du benzène par des atomes de chlore Cl. On obtient successivement le monochlorobenzène C₆H₅Cl, le dichlorobenzène C₆H₄Cl₂, le trichlorobenzène C₆H₃Cl₃, ainsi de suite jusqu'à l'hexachlorobenzène C₆Cl₆ si les conditions expérimentales sont favorables.



Les équations-bilan de ces substitutions sont: C₆H₆ + Cl₂ → C₆H₅Cl + HCl C₆HCl₅ + Cl₂ → C₆Cl₆ + HCl

c) Nitration du benzène

La réaction consiste à faire réagir du benzène et de l'acide nitrique (HNO₃) en présence d'acide sulfurique. On obtient alors de l'eau et du nitrobenzène liquide jaune et huileux à forte odeur d'amande. Un groupe nitro (-NO₂) se substitue à un atome H. **L'équation bilan de la nitration s'écrit :**



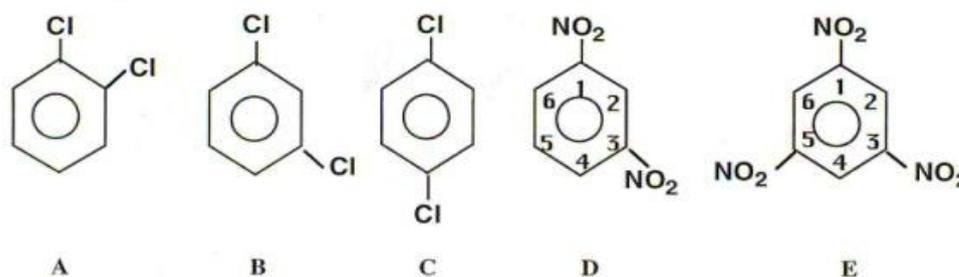
3.4 .Polysubstitution

- A partir du chlorobenzène ; on peut obtenir des composés résultant du remplacement successif des 6 atomes d'hydrogène par 6 atomes de chlore. Ces produits vont du dichlorobenzène C₆H₄Cl₂ au l'hexachlorobenzène C₆Cl₆ en passant par le **tri**, **tétra** et **pentachlorobenzène**.

-Dans le cas du dichlorobenzène il existe 3 isomères correspondant aux 3 positions possibles de (chlore) Cl .

En isomère on a : (1,2) : **Ortho** ; (1,3) : **méta** et (1,4) : **Para**

-De même à partir du nitrobenzène à température élevée on obtient des composés dinitrés et trinitrés .



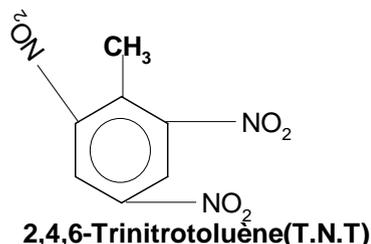
- A :le 1,2-dichlorobenzène en isomère **ortho** soit **l'orthodichlorobenzène**
- B :le 1,3-dichlorobenzène en isomère **méta** soit le **métadichlorobenzène**
- C :le 1,4-dichlorobenzène en isomère **para** soit le **paradichlorobenzène**
- D :le 1,3-dinitrobenzène en isomère **méta** soit le **métadinitrobenzène**

- E : le 1,3,5-trinitrobenzène en isomère **méta** soit le **métatrinitrobenzène** (explosif puissant)

a) Polynitration du toluène

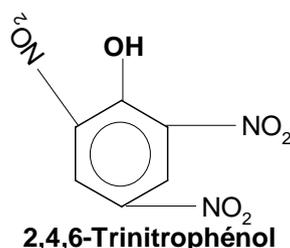
Le dérivé trinitré du toluène dont la molécule est représentée ci-dessous est :

le 1-méthyl-2,4,6-trinitrobenzène ou le 2,4,6-**trinitrotoluène** appelé aussi T.N.T .



N.B :C'est un explosif puissant comme d'ailleurs la plupart des dérivés nitrés de composés aromatiques.

Le **trinitrophénol** est de structure semblable, mais un groupe -OH remplace le groupe méthyle -CH₃ c'est également un explosif.



b) Le caractère aromatique

La liaison « **collective** » entre les six atomes de carbone du cycle benzénique se retrouve dans tous les composés aromatiques. L'existence de ce sextet aromatique explique les réactions du benzène :l'addition et la substitution.

-**Les réactions d'addition** du fait que la molécule est insaturée sont difficiles à réaliser car elles supposent la destruction du sextet aromatique.

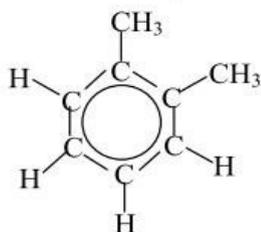
-**Les substitutions sont** en revanche faciles à réaliser car elles ne perturbent pas le sextet aromatique.

Exercices d'application

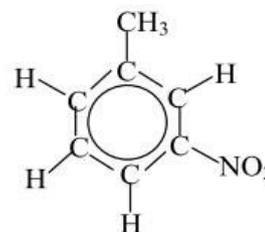
Répondre par "vrai" ou "Faux" puis justifier.

- 1) Le benzène est une molécule plane et très insaturée.(Vrai)
- 2) Ce qui caractérise le benzène du point de vue chimique, c'est qu'il donne à la fois des Réactions d'addition et des réactions de substitution.(Faux)
- 3) Tout composé organique qui comporte au plus un noyau benzénique est un composé Aromatique.(Faux) ;(c'est deux noyaux :biphenyl ...)
- 4) La chloration du benzène se fait à l'abri de la lumière.(Faux)
- 5) Le catalyseur de la chloration du benzène est le chlorure de fer FeCl₃ (Vrai)
- 6) Tout comme le benzène, la molécule du cyclohexane est cyclique et plane (Faux)
- 7) L'origine du terme "aromatique" donné au benzène est son odeur forte d'arôme.(Vrai) :composé odorants
- 8)Ecrire les formules semi-développées des corps suivants :
 - a) Ethylbenzène
 - b) Isopropylbenzène
 - c)1,3-diméthylbenzène
 - d) Parachlorobenzène
 - e) Chloro-2,4-dinitrobenzène
- 9) Donner les noms des structures suivantes :

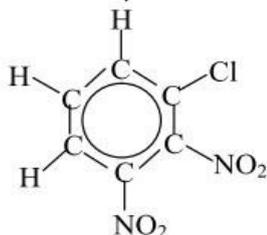
a) Ortho diméthylbenzène



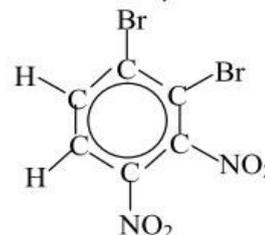
b) méta nitrotoluène



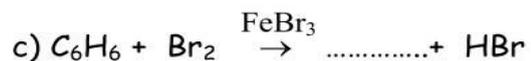
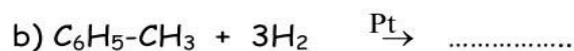
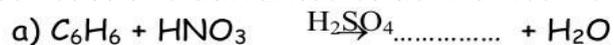
c) 1-chloro-2,3-dinitrobenzène



d) 1,2-dibromo-3,4-dinitrobenzène

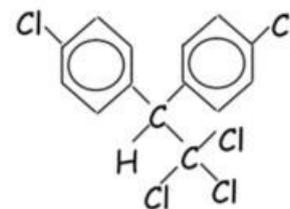


Exercice 1: Compléter les équations des réactions suivantes et donner les noms des produits obtenus :



Exercice 2 : Le dichlorodiphényltrichloroéthane (D.D.T), insecticide puissant, a pour formule la figure ci-contre:

- Déterminer sa masse molaire ainsi que son pourcentage en masse de chlore.
- Le D.D.T. est interdit dans de nombreux pays car c'est un composé très toxique pour l'Homme. Une dose de 0,5g par kg est mortelle. Quelle masse de D.D.T. peut entraîner la mort d'un homme pesant 75kg?



Rép.

1) Masse molaire et pourcentage de :

$MC_{14}H_9Cl_5$ (DDT) et %Cl :

$$M_{D.D.T} = 354,5g/mole \quad \text{et} \quad \%Cl = \frac{M_{Cl}}{M_{D.D.T}} \times 100 = 50,07$$

2) Masse de DDT : $\frac{0,5}{1} = \frac{m}{75} \rightarrow m = 0,5 \times 75 = 37,5g$